

НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

Miskinis A., doctor of social sciences (розділ 3.7); Вітлінський В.В., д.е.н., професор (розділи 2.2, 2.3); Діордіца С.Г., д.е.н., професор (розділ 1.4); Захарченко П.В., д.е.н., професор (розділ 1.5); Іванов М.М., д.е.н., професор (розділ 2.5); Кібальник Л.О., д.е.н., доцент (розділ 1.6); Курбанов К.Р., д.т.н., професор (розділ 3.5); Лакіс В.Ю., д.е.н., професор (розділ 3.6); Порохня В.М., д.т.н., д.е.н., професор (розділ 3.8); Рамазанов С.К., д.т.н., д.е.н., професор (розділ 1.7); Таушанжи К.П., д.е.н., доцент (розділ 3.9); Соловійов В.М., д.ф.-м.н., професор (розділи 1.1, 2.4); Тюфекчи Фередун, д.е.н. (розділ 3.9); Черняк О.І., д.е.н., професор (розділ 1.9)

Dzemydaite G., doctor of social sciences (розділ 3.1); Lauzadyte-Tutliene A., doctor of economics and management, associate professor (розділ 3.3); Paliulyte R., dr., associated professor (розділ 3.2); Rasteniene A., dr., associated professor (розділ 3.2); Баженова О.В., к.е.н., доцент (розділ 3.4); Бегун А.В., к.е.н., професор (розділ 2.1); Гострик О.М., к.е.н., доцент (розділ 1.2); Гриценко К.Г., к.т.н., доцент (розділ 1.3); Данильчук Г.Б., к.е.н. (розділ 2.4); Ігнатова Ю.В., к.е.н. (розділ 2.1); Кобець В.М., к.е.н., доцент (розділ 1.4); Меняйлова Г.Є., к.е.н., доцент (розділ 3.5); Осипова О.І., к.е.н. (розділ 2.1); Пушкар О.І., к.е.н. (розділ 3.5); Скіцько В.І., к.е.н., доцент (розділ 2.3); Соловійова В.В., к.е.н., доцент (розділ 1.2); Тішков Б.О., к.е.н., доцент (розділ 1.8); Шерстенников Ю.В., к.ф.-м.н., доцент (розділ 3.8)

Водолєєва І.Є. (розділ 1.1); Засядько О.А. (розділ 2.4); Котлярова Ю.О. (розділ 1.8); Кузьмич Н.В. (розділ 1.6); Лазаренко А.О. (розділ 1.1); Якимчук Б.Б. (розділ 1.9)

ПЕРЕДМОВА

На початку ХХІ ст. відбувається глобальне переформатування світового економічного простору, він стає багатополосним. Змінюються його складники та зв'язки між ними. В основі таких змін лежать глобальні соціально-економічні, політичні, технологічні та інші трансформації. Особливої гостроти та динаміки набувають зазначені процеси під час світових економічних та фінансових криз, що актуалізує необхідність розробки теоретико-методологічних засад та практичних підходів і методів їхнього передбачення та управління.

У цих умовах змінюється роль окремих країн та їх груп. Пріоритети забезпечення стійкого зростання світової економіки розподіляються між країнами та їх групами нерівномірно. На це впливають цикли глобальної економічної кон'юнктури, потенціал та можливості реалізації досягнень інформаційно-технологічного прогресу, найновіші домінуючі тенденції георегіонального розвитку тощо. Як наслідок, одні країни стають локомотивами економічного зростання, інші суттєво відстають. Специфіка сучасної світової економічної системи полягає в тому, що глобальне економічне зростання залежить від реалізації національного економічного потенціалу, спроможності застосувати наявні та надбані фактори економічної динаміки на рівні окремих країн.

Однією з ключових характеристик структури сучасного світового господарства є поява групи країн з емерджентними ринками. Усталеної класифікації країн зі зростаючими (висхідними, емерджентними) ринками у науковій літературі не сформовано, однак, існує декілька дослідницьких підходів щодо змісту та критеріїв ідентифікації цієї групи країн. На думку вчених світового рівня В. Квінта, Т. Моруа, М. Кьосе, Е. Прасарда, а також міжнародних фінансових інститутів, дослідницьких центрів (Британської компанії FTSE, корпорації MSCI, американської фінансової компанії S&P, американської фінансової інформаційної фірми Dow Jones & Company, Frontier Strategy Group та ін.), що глибоко досліджували цю проблему,

формування емерджентних ринків у світі пов'язане з наявністю чотирьох основних характеристик.

Суть першої полягає у тому, що до цієї групи відносять країни з великою кількістю населення, ресурсною базою та високоемними ринками збуту, які є локомотивами економічного розвитку в різних регіонах світу. Другою ознакою є транзитивний тип суспільства, а саме здійснення внутрішніх економічних та політичних реформ, впровадження політики «відкритості» замість політики сильного державного планування та контролю. Наступна характеристика – це високі темпи економічного зростання, як наслідок активної участі країни у міжнародній торгівлі. І останнє – це суттєве зростання внутрішніх та іноземних інвестицій завдяки формуванню сприятливого середовища для ведення бізнесу всередині країни.

Водночас на думку фахівців Інституту економіки та прогнозування НАН України невирішеними залишаються питання визначення чітких критеріїв класифікації приналежності країн до цієї групи, особливо з відносно невеликою площею території (менше 1 млн кв. км), а також з обмеженою ринковою ліквідністю (зокрема, Україна).

На їхню думку, в Україні на заваді інтенсифікації процесів емерджентності економіки постають проблеми низької інноваційної активності вітчизняних підприємств, волатильності зовнішньоекономічної діяльності та нестабільності політичної ситуації. Тому пропонуються певні кроки на шляху формування в Україні розвиненої емерджентної економіки: фінансування технологічних парків через венчурні фонди з незначною участю держави, яка повинна бути гарантом надійності приватних інвестицій; створення фондового ринку, прогнози якого дозволять орієнтуватися в динаміці біржових котирувань, що у випадку збігу реальних і прогнозованих значень буде свідчити про правильність рішень щодо інвестування в ті чи інші інноваційні підприємства; комерціалізація наукових розробок за рахунок виходу підприємств і наукових установ на міжнародний ринок інноваційних технологій шляхом

приєднання до системи трансферу технологій INDEV Державного комітету з інвестицій та розвитку тощо.

Публікації у науковій літературі засвідчують високий рівень зацікавленості у доробках теоретичного та прикладного характеру щодо особливостей та динаміки розвитку країн емерджентного типу. Однак недостатньо вивченими залишаються питання щодо застосування сучасних методів дослідження емерджентних властивостей складних систем, джерел та способів формування емерджентної стратегії країни в цілому та України зокрема.

Ця монографія є колективною науковою працею вітчизняних та зарубіжних авторів у контексті висвітлення найактуальніших проблем розвитку емерджентної економіки, розробки найсучасніших методів її аналізу та прогнозування, а також забезпечення інноваційних факторів економічного зростання на мікро- та макrorівні.

Від імені авторів висловлюю щире подяку рецензентам д.е.н, професору Клебановій Т.С., д.е.н., професору Мігус І.П., д.е.н., професору Румянцеву М.В.

Редактор,
завідувач, професор кафедри
модельовання економіки і бізнесу
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького
д. е. н. Кібальник Л. О.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМЕРДЖЕНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

1.1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ МУЛЬТИПЛЕКСНИХ МЕРЕЖ ПІД ЧАС КРИЗОВИХ ЯВИЩ

Досліджено динаміку мультиплексних мір під час кризових явищ. Продемонстровано особливості моделювання випадкових та направлених атак на мережу, як основу задля своєчасного моніторингу несприятливих явищ та забезпечення стійкості і надійності системи. Виконано апробацію розробленої системи показників робастності на прикладі реальних функціонуючих складних систем, зокрема проведено ряд атак на терористичну мережу, змодельовано зміну динаміки показників при настанні таких атак. Аналіз результатів дає підстави для рекомендації до практичного застосування розробленого спектру показників у якості системи забезпечення стійкого розвитку складних соціально-економічних систем.

Ключові слова: соціально-економічні системи, складність, мультиплексні мережі, стійкість, кризові явища, тероризм.

Постановка проблеми. В реальному житті систем, які функціонують ізольовано одна від одної, не існує. Вони взаємодіють одна з одною, утворюючи складну систему. Складність та відкритість сучасних соціально-економічних систем пояснюють той факт, що рівновага та стійкість на практиці зустрічаються доволі рідко. Нелінійність у соціально-економічних системах породжує ускладнені варіанти рівноваги та стійкості. Особливо ці зміни помітні під час кризових явищ, що і потребує особливих підходів до їх вивчення. Незважаючи на існування великої кількості мереж, в яких використання нелінійних характеристик є раціональним, питання дослідження стійкості залишається актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню проблемних питань із стійкості та особливостей формування складних, мережних, мультиплексних систем присвячено багато наукових робіт [1]. Про значну увагу до даної проблеми, зокрема, свідчать праці таких відомих вчених, як А. Гальчинського, В. Гейця, В.-Б. Занга, Г. Ніколіса, Г. Хакена, І. Пригожина, Л. Фрімена, Л. Каца, М. Згуровського, М. Гелл-Манна, Н. Гражевської, С. Курдюмова, Ф. Андерсона. Дослідженням властивостей складних мультиплексних мереж присвячені також недавні роботи таких зарубіжних авторів як Н. Марвана, Дж. Збілута, Ч. Вебера, Р. Доннера, М. Смолла, Дж. Гао та ін.

Мета дослідження. Основна мета роботи полягає в застосування економіко-математичних методів та моделей для дослідження стійкості складних соціально-економічних мультиплексних систем під час кризових явищ.

Виклад основного матеріалу. Поняття «мережа» стало одним із найбільш поширених термінів нашого часу. На сьогодні існує безліч систем, що мають форму мережі [2]. Багато з них уже відомі, але застосування мережних методів у нових структурах продовжує залишатися актуальним [3]. У результаті свого розвитку мережі перетворюються в самоорганізовані складні системи, які впливають на наше повсякденне життя.

Взаємопов'язані структури можна поділити на ті, що мають багато видів зв'язків між різними мережними системами (відносини між системами різних об'єктів: кооперативних або конкурентних відносин серед систем різних агентів) та ті, що мають різні канали взаємодії серед одного набору вузлів. Хоча, ці уявлення використовувалися протягом багатьох років, тільки в останнє десятиліття вони набули широкого використання. Було запропоновано декілька методик дослідження взаємопов'язаних систем, однією з яких є мультиплексні мережі (multiplex networks) [1].

Мультиплексна мережа являє собою модель, що складається з множини мереж, які охоплені різними типами з'єднань між вузлами в межах певної структури. У мультиплексній мережі кожен тип взаємодії між вузлами

описується одним шаром мережі, а між різними шарами існують і різні способи взаємодії. З мультиплексної мережі ми можемо дослідити, як різні шари взаємодіють і впливають один на одного. Це набагато більш реалістична картина, яка лежить в основі багатьох явищ і відповідає одній з основних передумов теорії складності, а саме, що багато явищ насправді є результатом взаємодії множини нелінійних взаємодіючих систем. Крім того, вузол з одного шару може бути пов'язаний з іншим вузлом у будь-якому іншому шарі, що призводить до «перехресної взаємодії» між шарами і спричиняє динаміку багатшарових систем, яку також потрібно враховувати. Мережний підхід активно використовується при моделюванні соціально-економічних зв'язків [1].

Мультиплексну мережу можна характеризувати широким спектром параметрів. При цьому деякі з них є мірами складності такої мережі. Розглянемо основні з мультиплексних мір складності.

Оцінімо кількісно перекриття зв'язків між різними шарами. Середнє перекриття зв'язків (average edge overlap) очевидно дорівнює

$$\omega = \frac{\sum_i \sum_{j>i} \sum_{\alpha} a_{ij}^{[\alpha]}}{M \sum_i \sum_{j>i} (1 - \delta_{0, \sum_{\alpha} a_{ij}^{[\alpha]}})},$$

і визначає число шарів, в яких присутній даний зв'язок. Його значення лежить на проміжку $[1/M, 1]$ і дорівнює $1/M$, якщо зв'язок (i, j) існує тільки в одному шарі, тобто, якщо існує шар α такий, що $a_{ij}^{[\alpha]} = 1, a_{ij}^{[\beta]} = 0 \forall \beta \neq \alpha$. Якщо всі шари ідентичні, то $\omega = 1$. Отже, ця міра може слугувати мірою когерентності вихідних часових рядів: високі значення ω вказують на помітну кореляцію у структурі часових рядів.

Загальне(повне) перекриття (total overlap) $O^{\alpha\beta}$ між двома шарами α і β визначається як повне число зв'язків які є спільними між шарами α і β : $O^{\alpha\beta} = \sum a_{ij}^{\alpha} a_{ij}^{\beta}$, де $\alpha \neq \beta$.

Однією з ключових мір центральності (важливості) будь-

якої мережі є ступінь вершини k , яка дорівнює кількості зв'язків вибраної вершини. Для мультиплексної мережі це вже вектор $k_i = (k_i^{[1]}, \dots, k_i^{[M]})$, де $k_i^{[\alpha]}$ - ступінь вузла i в шарі α , тобто, $k_i^{[\alpha]} = \sum_j a_{ij}^{[\alpha]}$, тоді як $a_{ij}^{[\alpha]}$ - елементи матриці суміжності для шару α . Специфіка векторного характеру ступеня вершини у мультиплексних мережах дозволяє вводити додаткові міжшарові характеристики. Однією з таких є перекриття ступеня вузла i $o_i = \sum_{\alpha=1}^M k_i^{[\alpha]}$.

Наступна міра кількісно описує міжшарові кореляції між ступенями вибраного вузла в двох різних шарах. Якщо, вибрана з M шарів пара (α, β) характеризуються розподілами ступенів $P(k^{[\alpha]})$, $P(k^{[\beta]})$, так звана міжшарова взаємна інформація визначається за формулою:

$$I_{\alpha, \beta} = \sum \sum P(k^{[\alpha]}, k^{[\beta]}) \log \frac{P(k^{[\alpha]}, k^{[\beta]})}{P(k^{[\alpha]})P(k^{[\beta]})},$$

де $P(k^{[\alpha]}, k^{[\beta]})$ - сумісна ймовірність знайти вузол ступеня $k^{[\alpha]}$ у шарі α і ступеня $k^{[\beta]}$ у шарі β . Чим більшими є значення $I_{\alpha, \beta}$, тим більш корельованими є розподіли ступенів двох шарів, а, отже, і структура асоційованих з ними часових рядів. Знайдемо також середнє значення $I_{\alpha, \beta}$ за усіма можливими парами шарів – скалярну величину $\langle I_{\alpha, \beta} \rangle$, яка кількісно характеризує інформаційний потік у системі.

Величиною, яка кількісно описує розподіл ступеня вузла i між різними шарами, є ентропія мультиплексного ступеня:

$$S_i = - \sum_{\alpha=1}^M \frac{k_i^{[\alpha]}}{o_i} \ln \frac{k_i^{[\alpha]}}{o_i}.$$

Ентропія дорівнює нулю, якщо всі зв'язки вузла i знаходяться в одному шарі і навпаки, має максимальне значення, коли вони рівномірно розподілені між різними шарами. Тобто, чим вищим є значення S_i , тим більш

рівномірно зв'язки вузла i розподілені між шарами.

Подібною величиною є мультиплексний коефіцієнт участі P_i вузла i :

$$P_i = \frac{M}{M-1} \left[1 - \sum_{\alpha=1}^M \left(\frac{k_i^{[\alpha]}}{o_i} \right)^2 \right].$$

P_i приймає значення на інтервалі $[0,1]$ і визначає, настільки однорідно зв'язки вузла i розподілені серед M шарів. Якщо всі зв'язки вузла i лежать в одному шарі, $P_i = 0$, і $P_i = 1$, якщо вузол має точно задане число зв'язків у кожному з M шарів. Отже, чим більшим є коефіцієнт P_i , тим більш рівномірно розподілена участь вузла у мультиплексі. Коефіцієнт участі P усієї мультиплексної мережі визначається як середнє значення P_i за усіма вузлами: $P = 1/N \sum_i P_i$.

Розглянемо далі, яким чином можна застосувати описані міри складності при дослідженні кризових явищ в мультиплексних соціально-економічних системах.

Останніми десятиліттями в економіці окрім фінансових, валютних та біржових криз з'явився новий фактор, що впливає на динаміку соціально-економічної системи – терористичні акти. Тероризм досягає таких масштабів, що може спричинити коливання на фінансових ринках. Тому, першим етапом нашого дослідження є моделювання залежності ціни активів (наприклад, акцій) на фінансових ринках від терористичних актів. Для визначення особливостей динаміки економічної системи було побудовано мультиплексну мережу ціни закриття таких найбільших фінансово-промислових компаній індексу фондового ринку Індонезії (JKSE) як Trias Sentosa (TRST), Bank Pan Indonesia (PNBN), Kedawung Setia Industrial (KDSI), Asuransi Dayin Mitra (ASDM). Індонезія обрана не випадково, а саме з причин документованості терористичної мережі у цій країні.

Результати моделювання представлені на рис. 1. В якості кризових явищ було обрано терористичні акти, що організувала терористична група Індонезії Noordin (дати

позначені на рис.1).

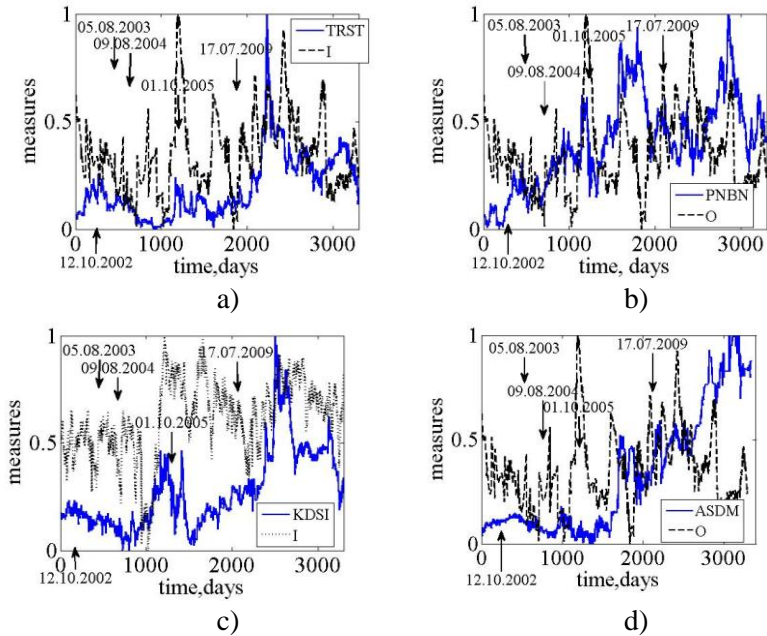


Рис. 1. Динаміка мір загального повного перекриття вузла O та загальної міжшарової інформації I для індексів а) TRST, б) PNBN, в) KDSI та д) ASDM.

Джерело: власна розробка авторів на основі [2]- [5]

Загальне (повне) перекриття між двома шарами (O) є виключно мультиплексною мірою, що визначається як повне число зв'язків які є спільними між шарами мультиплексу. Як бачимо із рис. 1, для всіх часових рядів, дана мультиплексна міра працює однаково. Тобто, при наближенні до кризової події міра починає спадати, а при збільшенні значень ряду, показник O має тенденцію до зростання.

Для дослідження було обрано ще одну мультиплексну міру: міжшарову взаємну інформацію (I), що кількісно описує міжшарові кореляції між ступенями вибраного вузла в двох різних шарах. Результати розрахунків міжшарової взаємної інформації для щоденних значень цін активів, котирування яких представлено на фондовому ринку Індонезії [4-7] - TRST,

PNBN, KDSI та ASDM - (рис. 1) дозволяють виявити закономірність зростання мультиплексної міри у кризові період. Результати отримані при моделюванні мультиплексної мережі можна застосовувати в якості передвісника кризових явищ на фінансових ринках.

Особливістю мультиплексної системи як складної мережі є її стійкість, яка полягає в здатності ефективно виконувати внутрішні й зовнішні функції, незважаючи на негативний вплив екзогенних і ендегенних факторів. Стійкість систем, визначається як відносна незмінність основних параметрів соціально-економічної системи, здатність зберігати їх у заданих межах з урахуванням факторів внутрішнього та зовнішнього впливу. З погляду Л. Абалкіна [8], стійкість економіки розглядається виходячи з критеріїв безпеки, стабільності, здатності одночасно розв'язувати проблеми стабілізації й розвитку.

Задля забезпечення безперервності стійкого функціонування соціальної, економічної чи іншої складної системи, другим етапом нашого дослідження було моделювання настання випадкових та направлених атак та кількісну зміну показників робастності. На особливу увагу заслуговують методи моделювання направлених атак, а саме: на кожному кроці віконної процедури нами розраховувалися ступінь вершини для кожного вузла, потім вони ранжувалися в порядку спадання і штучно видалялися найбільш важливі вершини.

Нами також була змодельована випадкова атака на терористичну мережу Noordin [9], а саме, на один із шарів системи (комунікації між членами групи) із відомої матриці суміжності на кожному кроці ітерації в рамках режиму рухомого вікна ми видаляли по одній вершині з найбільшим (max), найменшим (min) ступенем вершини та вершини, що має випадкову (rand) ступінь. Видалення відбувалося до тих пір, поки показник алгебраїчної зв'язності (alg connect) не прийме нульові значення, тобто, до втрати зв'язності мережі в цілому.

Результати розрахунків за такою процедурою наведені на рис. 2.

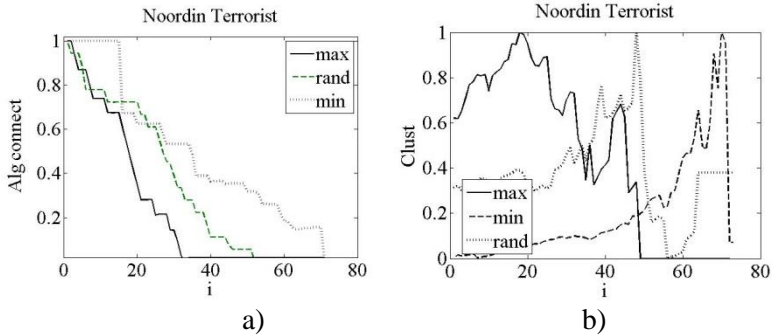


Рис. 2. Динаміка мір а) алгебраїчної зв'язності та б) коефіцієнта кластеризації (clust) при випадковому та направленому видаленні вершин з найбільшим та найменшим ступенем для терористичної мережі Noordin

Джерело: власна розробка авторів на основі [7]

З рис. 2 ми можемо бачити, що в графі терористичних зв'язків Noordin при направленій атаці алгебраїчна зв'язність дорівнює нулю вже на 32-му кроці, а при випадковій – на 51-му. З цього можна зробити висновок, що мережі можна «вбивати» з більшою швидкістю, якщо проводити саме цілеспрямовані атаки вилучення вершин з найбільшим ступенем вершини. За для збереження чи захисту мереж потрібно підбирати правильне співвідношення між кількістю вузлів та кількістю зв'язків кожної вершини.

На відміну від випадкових, направлені атаки на вузли з максимальним ступенем вершини більше збурюють мережу та вказують на слабкі місця в системі. При послідовному видаленні вершин показник знижується до нуля та мережа зовсім розпадається, що рівнозначно масштабній кризі системи. Для більш конкретного порівняння значень алгебраїчної зв'язності для збуреної мережі, можна прорахувати середні значення показника. Відмічається схожість середніх значень, проте в певних моментах втрата стійкості відбувається по різному.

Помітно, що при видаленні числа вершин з найбільшим проанжованим значенням ступіня вершини, коефіцієнт кластеризації дещо зростає в мережі терористів, а потім спадає.

Це можна пояснити процесом гомогенізації мережі при видаленні кластероутворюючих вершин. Ці дрібні вузли не будуть впливати на мережу в цілому а, отже, дозволяють структурі мережі залишитися приблизно такою ж самою.

Коли складна мережа зазнає випадкових збоїв, поріг зменшується значно повільніше.

Висновки. Таким чином, ми запропонували і реалізували методику дослідження кризових явищ в складних мультиплексних системах. Для цього ми змоделювали ряд випадкових і направлених атак на реально задокументовану мережу терористичної організації в Індонезії. Показано, що направлені атаки є більш ефективними у боротьбі з терористичними проявами.

Результати можуть бути використані для подальшого застосування в системах анти терористичних заходів та вивченні проблем надійності і стійкості складних мереж.

Список використаних джерел:

1. Vito Latora. Structural measures for multiplex networks [Електронний ресурс] / Vito Latora, Federico Battiston, Vincenzo Nicosia. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://arxiv.org/pdf/1308.3182v3.pdf>.
2. Boccaletti S., Latora V., Moreno Y., Chavez M., Hwang D.-U. Complex networks: Structure and dynamics. / Phys. Rep. – 2006. - V.424. – P.175-209.
3. Соловійов В.М. Моделювання складних систем / В.М.Соловійов, О.А.Сердюк, Г.Б.Данильчук // Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.
4. Фондовий актив TRS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finance.yahoo.com/quote/TRST.JK?p=TRST.JK>
5. Фондовий актив PNB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finance.yahoo.com/quote/PNB.JK?p=PNB.JK>.
6. Фондовий актив KDSI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finance.yahoo.com/quote/KDSI.JK?p=KDSI.JK>.
7. Фондовий актив ASDM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finance.yahoo.com/quote/ASDM.JK?p=ASDM.JK>.
8. Абалкин Л.И. Хозяйственный механизм развитого

социалистического общества / Л.И. Абалкин. – М.: Мысль, 1973. – 263 с.

9. The Arda association of religion data archives [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.thearda.com/Archive/Files/Descriptions/TERR-NET.asp>.

1.2. МОДЕЛЮВАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ МЕТОДАМИ МЕРЕЖНОГО АНАЛІЗУ

Проведено порівняння результатів методами мережного аналізу для фондового та спотового ринків в кризові періоди. Отримані результати дають підстави стверджувати, що на відміну від фондових, товарні ринки практично некорельовані, що значно ускладнює прогнозування небажаних явищ.

Ключові слова: складні мережі, міра складності, топологічний аналіз, спектральний аналіз, фондовий ринок, спотовий ринок, криза.

Постановка проблеми. Наявність економічних криз та проблеми прогнозованості кризових явищ на сьогоднішній день є характерними та невід'ємними складовими функціонування будь-якої економічної системи. В умовах сьогодення досить актуальною є проблема створення ефективних методів аналізу та прогнозування динаміки складних систем. В цьому аспекті зросла наукова активність в області дискретної математики, значні можливості якої обумовлені теоретико-множинними, комбінаторними та топологічними характеристиками системи. І якщо у математиці такі структурні властивості вивчає теорія графів, то на міждисциплінарному рівні склався новий сучасний напрямок досліджень — теорія складних мереж (*complex networks*) [1, 2].

При дослідженні фундаментальних закономірностей економічних систем використовуються потужні методи аналізу нестационарних часових рядів. Елементи таких систем мають бінарні зв'язки, які можна представити у вигляді складної

мережі з нетривіальними топологічними властивостями. Топологічні характеристики дають можливість оцінити положення вершин у мережі (показники центральності та ієрархічності), та мережу в цілому (показники цілісності та зв'язності). Спектральний аналіз дозволяє отримати характеристики окремих об'єктів та всієї системи, що базуються на алгебраїчних інваріантах мережі — її спектрах. Дослідження динаміки топологічних та спектральних показників дозволяє розв'язувати численні та неоднорідні проблеми, що виникають при вивченні та прогнозуванні складних систем, і зазвичай не піддаються суто математичному описанню.

Метою роботи є дослідження фондового та спотового ринків засобами мережного аналізу, отримання та оцінка топологічних та спектральних мір складності мережі [3] в середовищі Matlab [4].

Виклад основного матеріалу. В роботі проведений аналіз модальних співвідношень об'єктів складних систем різної природи на основі отриманих топологічних та спектральних характеристик складних мереж, побудованих на базі часових рядів. Перетворення часових рядів у складні мережні відображення було здійснено методом, який враховує взаємну наближеність різних сегментів часової послідовності і використовує техніку рекурентного аналізу *CRP* [5, 6]. Даний метод дозволяє точно відтворити інформацію, що зберігається у часовому ряді, в альтернативній математичній структурі.

Розглянемо граф G складної мережі довільної природи. Для аналізу цієї мережі були отримані наступні топологічні характеристики:

- ступінь вершини (*degree*) — кількість ребер, інцидентних даній вершині — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$d = \frac{2E}{N},$$

де E — кількість ребер, N — кількість вершин;

- ступінь щільності (*closeness*) — відстань доступу до інших вершин мережі — локальна характеристика, що

обчислюється за формулою:

$$C = \frac{1}{\sum_{i \neq j} c_{ij}},$$

де c_{ij} — відстань від вершини i до вершини j ;

- коефіцієнт кластеризації (*clustering*) — кількість найближчих сусідів, які є також найближчими сусідами один для одного — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$C_i = \frac{2e}{k(k-1)},$$

де k — кількість сусідів, e — кількість ребер між ними. Коефіцієнт кластеризації є топологічною мірою, яка показує тенденцію мережі до поділу на групи (кластери);

- ексцентриситет вершини (*eccentricity*) — максимальна відстань від даної вершини u до будь-якої іншої вершини мережі — локальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$e(u) = \max_{v \in V(G)} d(u, v),$$

де $d(u, v)$ — відстань між вершинами u і v ;

- діаметр (*diameter*) — максимум ексцентриситетів.

Окрім топологічних були отримані також деякі спектральні характеристики, які є інваріантами матриць суміжності та Лапласа відповідної мережі G :

- максимальне власне значення (*max lambda*) матриці суміжності A мережі G

- алгебраїчна зв'язність (*algebraic connectivity, algConnect*) — найменше ненульове власне значення матриці Лапласа K , яке є мірою зв'язності мережі G ;

- енергія графу (*graph energy*) — сума абсолютних власних значень матриці суміжності A — глобальна характеристика, що обчислюється за формулою:

$$E(G) = \sum_{i=1}^n |\lambda_i|,$$

де λ_i — власні числа матриці суміжності A мережі G .

Зауважимо, що існує декілька альтернативних означень матриці суміжності даної мережі. В даному випадку під матрицею суміжності будемо розуміти квадратну матрицю A порядку n , у якої $a_{ij} = k$, якщо вершини v_i та v_j суміжні кратності k і $a_{ij} = 0$, якщо вони несуміжні.

Матриця Лапласа є одним з видів представлення мережі і пов'язана з матрицею суміжності співвідношенням:

$$K = D - A,$$

де D — діагональна матриця порядку n , $d_{ij} = \begin{cases} d_i, & i = j, \\ 0, & i \neq j. \end{cases}$

Результати досліджень. Для аналізу топологічних та спектральних властивостей фондового ринку в якості бази дослідження було обрано значення індексу S&P 500 за період 1982-2015 рр. (далі sp82) [8] та щоденні значення спотової ціни на бензин за період 2004-2015 рр. спотового ринку [7].

Отримані результати розрахунків топологічних та спектральних мір спровокували виникнення ряду запитань, оскільки вище зазначені міри, обчислені для мереж часових рядів валютних та фондових індексів, демонстрували кардинально іншу динаміку реакції на кризу в системі [3]. Отже, виникла необхідність проведення порівняльного аналізу мережних мір складності для фондового та спотового ринків.

Результати розрахунку топологічних та спектральних мір для фондового ринку представлено на рисунках 1,2.

Результати досліджень топологічних та спектральних характеристик мереж, відповідних спотовому ринку, зображено на рисунках 3,4.

Результати отримані для топологічних характеристик мереж свідчать про те, що для фондового індексу S&P 500 міри ступеня щільності та степеня вершини перед кризою зростають (рис. 1a), а динаміка діаметра мережі (рис. 1b) є асиметричною до вище зазначених мір. Щодо діаметра мережі (рис. 1b), то цей показник перед кризою не спадає, як продемонстровано на рисунку 1b, а навпаки зростає.

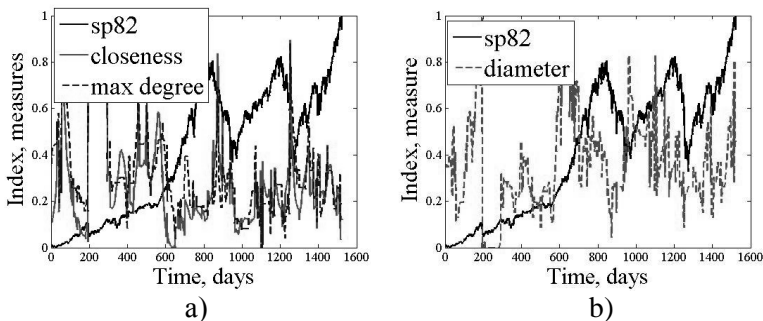


Рис. 1. Порівняльна динаміка фондового індексу S&P 500 з мірами степеня вершини та ступеня щільності (а) і діаметром мережі (б), розрахованих за методом *CRP*

Що стосується спектральних мір складності, то в передкризові періоди на фондовому ринку (рис. 2) алгебраїчна зв'язність, енергія графу та максимальне власне значення реагують значним сплеском значень, чого не відбувається на спотовому ринку (рис.4).

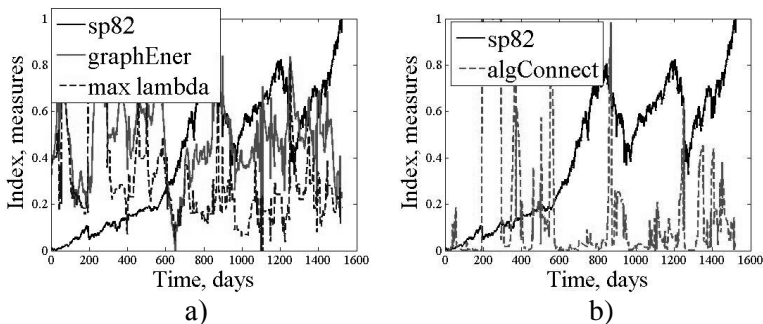


Рис. 2. Порівняльна динаміка фондового індексу S&P 500 з максимальним власним значенням та енергією графу (а) і мірою алгебраїчної зв'язності (б), розрахованих за методом *CRP*

На спотовому ринку (рис. 3а) спостерігається зовсім інша ситуація: міри ступеня щільності та степеня вершини у кризовий період реагують зниженням значень.

Динаміка ступеня щільності та ступеня вершини на рисунках 3а) та 4а) свідчить, що у період кризового стану системи показники реагують зниженням значень.

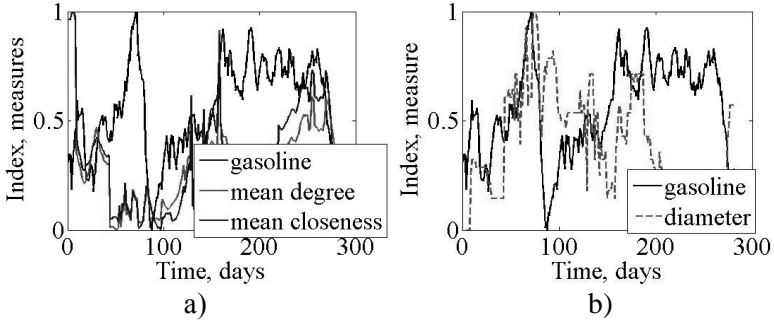


Рис.3. Порівняльна динаміка спотових цін на бензин (*gasoline*) з мірами ступеня вершини та ступеня щільності (а) і мірою діаметр мережі (б), розрахованих за методом *CRP*

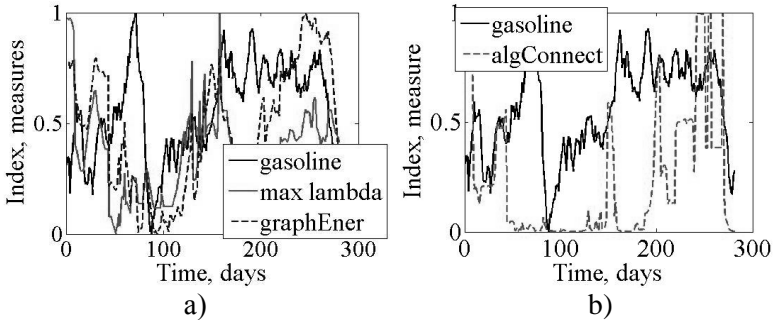


Рис. 4. Порівняльна динаміка спотових цін на бензин з максимальним власним значенням та енергією графу (а) і мірою алгебраїчної зв'язності (б), розрахованих за методом *CRP*

Рисунки 3б) та 4б) демонструють, що діаметр мережі має асиметричну поведінку відносно ступеня вершини та ступеня щільності. Варто зазначити, що динаміка ексцентриситету вершини та коефіцієнта кластеризації є аналогічною до динаміки діаметра мережі, що обумовлено означеннями цих

характеристик.

Аналогічно проводились дослідження і для інших сегментів товарного ринку, а саме: метали: нікель, олово, цинк та ін. Динаміка мережних мір складності виявилася такою ж, як і в випадку досліджень бензину.

Висновки. Отже, результати досліджень мережних мір складності свідчать про те, що раніше виявлені закономірності динаміки спектральних та топологічних мір на фондових та валютних ринках не традиційно проявляються на спотових ринках. Що, в свою чергу, свідчить про відсутність або слабкість кореляційних процесів в кризові періоди на товарних ринках.

Таким чином, кореляційні співвідношення можуть бути корисними при прогнозуванні поведінки системи в кризові періоди, проте вони не є ринковими законами. Покладаючись на кореляційні процеси, необхідно розуміти, що вони можуть змінюватися чи зовсім зникати в періоди високої волатильності.

В перспективі передбачається подальше дослідження процесів кореляції та синхронізації на спотовому ринку, а також виявлення стійких закономірностей з урахуванням значень мережних мір складності, які дозволять передбачити кризові явища.

Список використаних джерел:

1. Barrat A. Dynamical processes on complex networks Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. // Cambridge University Press, 2008. – 347 p.
2. Newman M. The Structure and Dynamics of Networks / Newman M., Watts D., Barabasi A.-L. // Princeton University Press, 2006. – 456 p.
3. Соловйова В.В. Динаміка мережених мір складності в умовах фінансових криз. // Соловйова В.В. Збірник наукових праць. Випуск №3 (18). «Вісник УБС НБУ (м. Київ). - 2013. – С. 276 – 280.
4. Matlab Tools for Network Analysis // [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://strategic.mit.edu/downloads.php?page=matlab_networks

5. Соловійов В.М. Рекурентні міри як метод кількісної оцінки складності / В.М.Соловійов, А.В.Батир // Вісник КНУТД, 2012, №5, с.254-257.
6. Donner R. V. Recurrence-based time series analysis by means of complex network methods [Electronic resource] / R. V. Donner, M. Small, J. F. Donges, N. Marwan et. al. – Available from: arXiv:1010.6032v1 [nlin.CD] 25 Oct 2010
7. Джерело статистики цін спотового ринку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.finam.ru>.
8. Джерело статистики індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://finance.yahoo.com>.
9. Соловійов В.М. Моделювання складних систем / В.М.Соловійов, О.А.Сердюк, Г.Б.Данильчук // Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.

1.3. МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПАТЕРНІВ

Постановка проблеми. Вітчизняні страхові компанії (СК) працюють в нестабільному середовищі, що вимагає розробки та застосування нових підходів для своєчасного попередження кризових ситуацій. Динамічний аналіз патернів – це нова область аналізу даних, пов'язана з дослідженням динаміки розвитку соціально-економічних об'єктів, пошуком їх взаємозалежностей та класифікацією [1-2]. Для керівництва СК аналіз динаміки розвитку СК є засобом отримання достовірної інформації про можливості СК. Результати цього аналізу є основою ухвалення управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми аналізу та моделювання діяльності підприємств і фінансових установ знайшли відображення в роботах багатьох зарубіжних і вітчизняних вчених, зокрема: Альтмана Е., Базилевича В., Бівера У., Благуна І., Бланка І., Вітлінського В., Гейця В., Грозава К., Слейка В., Єріної А., Камінського А.,

Клебанової Т., Клименюка М., Ковальова В., Ковальчука К., Лук'яненко І., Мартіна Д., Матвійчука А., Мниха Є., Осадця С., Скрипниченко М., Соловійова В., Спрінгейта Г., Суслова О., Тафлера Р., Терещенка О., Терещенко Т., Ткаченко Н., Фіцпатріка П., Фулмера А., Хемптона Д., Холта Р., Христіановського В., Черняка О., Шарапова О., Шеремета А. та інших. Водночас, розробці нових методів аналізу діяльності саме СК приділено недостатньо уваги.

Не вирішені раніше частини загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість публікацій, спрямованих на підвищення ефективності діяльності СК, невирішеними залишаються проблеми моделювання динаміки розвитку СК з метою запобігання кризових ситуацій. У фінансовій сфері економіки доцільність використання аналізу патернів для банківських установ підтверджена прикладами [2-5], в роботі [6] автором з використанням самоорганізаційних карт Кохонена запропоновано метод динамічного аналізу діяльності СК, що здійснюють ризикові види страхування, але СК, що страхують життя, залишилися поза увагою.

Метою дослідження є висвітлення питань щодо моделювання та аналізу динаміки розвитку СК, що страхують життя, яке передбачає групування СК в окремі кластери на основі показників фінансової діяльності (панельних даних) з метою пошуку патернів і побудови траєкторії розвитку СК, яка описує зміну кластерів-патернів.

Виклад основного матеріалу.

Під патерном розуміють таку комбінацію значень параметрів об'єкта, яка досить сильно відрізняє його від інших об'єктів. На першому етапі аналізу патернів соціально-економічних об'єктів відбувається формування кластерів з використанням кластерного аналізу, на другому етапі шукаються патерни, які достатньо повно представляють отримані кластери, на третьому етапі оцінюється стійкість поведінки соціально-економічних об'єктів. Зауважимо, що згідно [1] основна задача аналізу патернів полягає не в тому, щоб описувати наявні кластери, а в тому, щоб визначати кластери, описані патернами, що призводить до необхідності візуалізації даних і використання інтерактивних засобів роботи

з ними. Тому широке застосування в аналізі патернів отримали методи прикладної статистики, в першу чергу самоорганізаційні карти Кохонена, які дозволяють представити багатомірні дані в двовимірному просторі з метою їх візуального аналізу [3-6].

Одним з сучасних підходів до дослідження динаміки розвитку соціально-економічних об'єктів є виявлення та подальший аналіз стратегічних груп, сформованих в залежності від стратегії, якої дотримуються об'єкти, що їх утворюють [3]. Об'єкти утворюють групи, які дотримуються єдиного патерну на певному проміжку часу, так звані стійкі групи поведінки та менш стійкі, які змінюють кластери-патерни з плином часу [1]. Зміна патерну означає зміну динаміки розвитку об'єкта. Аналізуючи зміну патернів можна своєчасно передбачати потрапляння СК в кризову ситуацію.

Під траєкторією розвитку СК ми розуміємо упорядковану сукупність патернів, кожний із яких визначає функціонування СК у відповідний проміжок часу. Траєкторія розвитку СК наглядно показує, яка стратегія діяльності була обрана керівництвом СК в певні проміжки часу.

В якості ознак кластеризації СК, що страхують життя, обрано показники фінансової діяльності СК. Мірою близькості показників кластеризації обрана евклідова відстань. Отриманий в результаті кластеризації розподіл СК на стратегічні групи дозволяє визначити стратегічну групу з ознаками кризи, а також прослідити траєкторію руху аналізованої СК між кластерами та передбачити можливість її потрапляння до стратегічної групи з ознаками кризи.

Розглянемо основні етапи побудови траєкторії розвитку СК. Першим етапом є формування матриці вхідних даних $X = \{x_{ij}\}, i = 1 \div n, j = 1 \div m$, де: x_{ij} – значення j -го показника фінансової діяльності i -ої СК; n – кількість СК, які беруть участь у аналізі; m – кількість показників. Джерелом формування кожного елемента x_{ij} матриці вхідних даних є щорічна фінансова звітність СК. Нами були використані показники фінансової діяльності, наведені в табл. 1, які враховуються Національною комісією, що здійснює державне

регулювання у сфері ринків фінансових послуг, при аналізі діяльності СК [7].

Для визначення узгодженості обраних показників в групах показників потрібно провести аналіз кореляційних зв'язків між ними, в результаті чого можливі зміни в наборі показників табл. 1. Як інструмент кореляційного аналізу ми пропонуємо використати коефіцієнт альфа Кронбаха $0 \leq \alpha \leq 1$, який відображає внутрішню узгодженість показників, що описують один об'єкт. Високе значення α свідчить про те, що обрані показники добре характеризують об'єкт. Прийнятним значенням вважається $\alpha=0,7$.

Таблиця 1
Показники, що враховувались при кластерному аналізі

Показник	Формула розрахунку	
Показники рентабельності (нитома вага 3/6)		
Коефіцієнт рентабельності капіталу, X_1	$X_1 = NP / Eq$, де: (нитома вага 1/3)	NP – чистий прибуток; Eq – власний капітал.
Коефіцієнт рентабельності активів, X_2	$X_2 = NP / A$, де: (нитома вага 1/3)	NP – чистий прибуток; A – активи.
Коефіцієнт рентабельності страхових операцій, X_3	$X_3 = NP / NS$, де: (нитома вага 1/3)	NP – чистий прибуток; NS – чиста виручка.
Показники ліквідності (нитома вага 2/6)		
Коефіцієнт загальної ліквідності, X_4	$X_4 = CA / L$, де: (нитома вага 1/3)	CA – оборотні активи; L – зобов'язання.
Коефіцієнт швидкої ліквідності, X_5	$X_5 = HLA / CL$, де: (нитома вага 1/3)	HLA – високоліквідні активи CL – поточні зобов'язання.

Показник	Формула розрахунку	
Коефіцієнт абсолютної ліквідності, X_6	$X_6 = LA / CL$, де: (<i>питома вага 1/3</i>)	LA – ліквідні активи; CL – поточні зобов'язання.
Інші показники надійності (<i>питома вага 1/6</i>)		
Коефіцієнт автономії, X_7	$X_7 = Eq / A$, де: (<i>питома вага 3/8</i>)	Eq – власний капітал, A – активи
Коефіцієнт дебіторської заборгованості, X_8	$X_8 = R / (Eq - IA)$, де: (<i>питома вага 1/8</i>)	R – дебіторська заборгованість; Eq – власний капітал; IA – нематеріальні активи.
Коефіцієнт змін у власному капіталі, X_9	$X_9 = (Eq(t) - Eq(t-1)) / Eq(t-1)$, де: (<i>питома вага 2/8</i>)	$Eq(t)$ – власний капітал поточний; $Eq(t-1)$ – власний капітал попередній.
Коефіцієнт доходності інвестицій, X_{10}	$X_{10} = FP / FI$, де: (<i>питома вага 1/8</i>)	FP – прибуток від фінансової діяльності; FI – середній обсяг фінансових інвестицій.
Коефіцієнт ризику страхування, X_{11}	$X_{11} = NPrem / (Eq - IA)$, де: (<i>питома вага 1/8</i>)	$NPrem$ – чисті премії; Eq – власний капітал; IA – нематеріальні активи.

На другому етапі потрібно визначити пріоритети показників, на основі яких проводиться кластерний аналіз. Питома вага окремих показників (див. табл. 1) була визначена нами спочатку для груп показників, а потім для окремих показників з урахуванням їх пріоритету всередині групи за схемою Фішберна, яка відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності щодо вагових коефіцієнтів.

В загальному випадку, коли в системі ваг показників присутні як відношення переваги, так і відношення байдужості, визначення величини ваг показників відповідно до схеми Фішберна здійснюється за наступними рекурентними

співвідношеннями [8]:

$$r_{i-1} = \begin{cases} r_i, & \text{якщо } q_{i-1} \approx q_i, \\ r_i + 1, & \text{якщо } q_{i-1} \succ q_i, \end{cases} \quad r_i = 1, \quad i = m, \dots, 2.$$

$$K = \sum_{i=1}^m r_i; \quad w_i = \frac{r_i}{K},$$

де: q_i – i -ий показник; m – кількість показників; r_i – ранг i -го показника; w_i – питома вага i -го показника.

На третьому етапі будується карта кластерів досліджуваної сукупності СК, що страхують життя. Як інструмент кластерного аналізу в силу вищезазначених причин були обрані самоорганізаційні карти Кохонена. Для їх побудови була використана програма Viscovegy SOMine. Процедура побудови карти Кохонена представляє собою досить складну задачу внаслідок відсутності формалізованих правил, згідно яких штучна нейронна мережа може бути оптимізована. Номери кластерів в Viscovegy SOMine призначаються автоматично. Тонка настройка параметрів кластеризації здійснювалась за допомогою інтерфейсу Tune Clustering, який доступний з меню Segment. Критерієм, що характеризує якість навчання штучної нейронної мережі, являється ідентифікованість отриманих кластерів на карті Кохонена.

Загальна кількість об'єктів кластеризації становить 60, оскільки у вхідні панельні дані ввійшли показники діяльності 12 СК, що страхують життя, на протязі 5 років (2011-2015 роки). В результаті застосування штучної нейронної мережі (карти Кохонена) СК, що страхують життя, були згруповані в чотири різних кластери, показані на рис. 1.

На четвертому етапі аналізується отримана карта кластерів досліджуваної сукупності СК і для кожного кластера визначається патерн, який цей кластер ідентифікує.

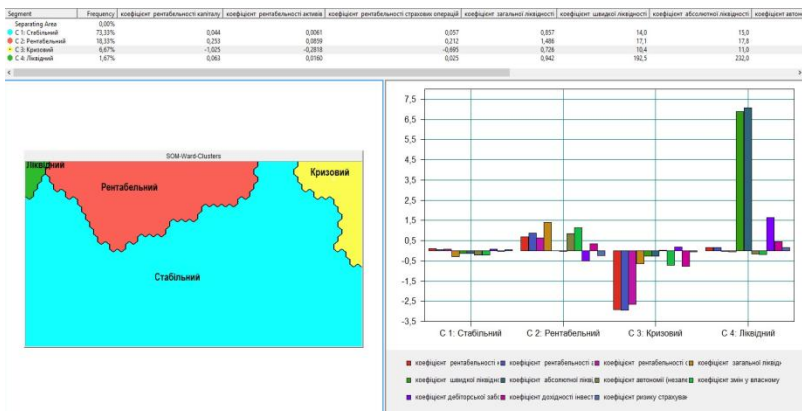


Рис. 1 – Графічне зображення кластерів, сформованих зі страхових компаній України, що страхують життя, за відповідними ознаками

Характерними рисами кластера-патерна 1 «стабільний» (73% об'єктів) є наступні середні значення показників СК:

- 1) коефіцієнт рентабельності страхових операцій: 0,057;
- 2) коефіцієнт загальної ліквідності: 0,857;
- 3) коефіцієнт змін у власному капіталі: 0,127;
- 4) коефіцієнт дебіторської заборгованості: 0,1928;
- 5) коефіцієнт дохідності інвестицій: 0,245;
- 6) коефіцієнт ризику страхування: 2,27.

Характерними рисами кластера-патерна 2 «рентабельний» (18% об'єктів) є наступні середні значення показників СК:

- 1) коефіцієнт рентабельності страхових операцій: 0,212;
- 2) коефіцієнт загальної ліквідності: 1,486;
- 3) коефіцієнт змін у власному капіталі: 0,611;
- 4) коефіцієнт дебіторської заборгованості: 0,0944;
- 5) коефіцієнт дохідності інвестицій: 0,364;
- 6) коефіцієнт ризику страхування: 1,38.

Як бачимо, середні значення показників СК, що утворюють кластер 2, в декілька разів кращі ніж у аналогічних показників СК, що утворюють кластер 1.

Кластер-патерн 4 «ліквідний» утворений лише однією СК, що мала наступні значення показників:

- 1) коефіцієнт рентабельності страхових операцій: 0,025;

- 2) коефіцієнт загальної ліквідності: 0,942;
- 3) коефіцієнт швидкої ліквідності дорівнює 192,5 (в інших кластерах в середньому дорівнює 14);
- 4) коефіцієнт абсолютної ліквідності 232 (в інших кластерах в середньому дорівнює 14,6);
- 5) коефіцієнт дебіторської заборгованості: 0,465;
- 6) коефіцієнт дохідності інвестицій: 0,397;
- 7) коефіцієнт ризику страхування: 2,52.

Характерними рисами кластера-патерна 3 «кризовий» (7% об'єктів) є наступні середні значення показників СК:

- 1) коефіцієнт рентабельності страхових операцій: -0,7;
- 2) коефіцієнт загальної ліквідності: 0,726;
- 3) коефіцієнт змін у власному капіталі: -0,05;
- 4) коефіцієнт дебіторської заборгованості: 0,2127;
- 5) коефіцієнт дохідності інвестицій: 0,009;
- 6) коефіцієнт ризику страхування: 1,94.

Таким чином до кластеру 3 потрапили СК, які мали суттєві фінансові проблеми на певних часових проміжках.

На п'ятому етапі аналізується зміна кластерів-патернів СК з плином часу (стабільність динаміки розвитку СК). Для кожної СК була побудована траєкторія зміни кластерів-патернів, подана у вигляді табл. 2.

Траєкторія розвитку СК представлена впорядкованим рядом номерів кластерів-патернів, кожний з яких визначав стратегію діяльності СК у відповідний проміжок часу. СК з однаковими траєкторіями утворюють динамічні групи.

Існування динамічних груп підтверджує гіпотезу про те, що в Україні відбувається процес формування стійких стереотипів поведінки СК.

Якщо СК постійно знаходилась в одному кластері, то вона була віднесена до категорії СК зі стабільною передбачуваною динамікою, яка описується відповідним патерном. Якщо СК знаходилась лише в одному або двох кластерах, то вона була віднесена до категорії СК з квазістабільною динамікою. Якщо ж кількість змін кластерів перевищила дві, то така СК була віднесена до категорії СК з нестабільною динамікою.

Таблиця 2

Динамика розвитку страхових компаній,
що страхують життя

Страхова компанія	2011	2012	2013	2014	2015
Стабільна					
ПАТ «Граве Україна страхування життя»	1	1	1	1	1
ПАТ «СК «Княжа Лайф VIG»	1	1	1	1	1
ПАТ «СК «PZU Україна страхування життя»	1	1	1	1	1
ПАТ «СК «ТАС»	1	1	1	1	1
Квазістабільна					
ПАТ «УАСК «Аска-Життя»	1	1	1	1	4
ПАТ «СК «КД Життя»	1	1	1	1	3
ПАТ «МетЛайф»	1	1	1	2	2
ПАТ «СК «Уніка життя»	1	1	2	2	2
ПАТ «АСК «ІНГО Україна Життя»	2	2	1	1	1
ПАТ «СК «Ейгон лайф Україна»	3	3	1	1	1
ПАТ «СТ «Іллічівське»	2	1	2	1	1
Нестабільна					
ПАТ «Ренесанс життя»	3	1	1	2	2

Висновки.

Підбиваючи підсумки, слід зазначити, що запропонований метод моделювання динаміки розвитку СК, що страхують життя, на основі динамічного аналізу патернів дозволяє визначити стратегічну групу СК, що мають кризові ознаки. Керівництву цих СК необхідно приділити особливу увагу механізмам антикризового управління.

Формування динамічних груп СК та аналіз їх поведінки, представленої траєкторією зміни кластерів-патернів, дає можливість оцінити рівень стійкості СК до умов середовища функціонування, спрогнозувати кризову ситуацію, виявити тенденції розвитку. В останні три роки стабільність поведінки

СК, що страхують життя, поступово покращується. Так, серед 12 розглянутих СК, що страхують життя, лише одна була віднесена до категорії СК з нестабільною поведінкою (див. табл. 1). 7 СК (58%) було віднесено до категорії СК з квазістабільною поведінкою, а 4 СК (33%) показали стабільну поведінку (більшість з них – дочки іноземних компаній). І лише 3 СК (25%) мали кризові ознаки в певні періоди функціонування:

- від’ємне значення коефіцієнту рентабельності страхових операцій, що є відносним показником кінцевого фінансово-господарського результату діяльності СК;

- від’ємне значення коефіцієнту змін у власному капіталі, який характеризує темп приросту власного капіталу;

- дуже низьке значення коефіцієнту дохідності інвестицій, що визначається як відношення прибутку від фінансової діяльності до середнього обсягу фінансових інвестицій протягом року;

- досить велике значення коефіцієнту ризику страхування, що визначається як відношення суми чистих премій за всіма полісами до чистих активів.

Перспективою подальших досліджень є застосування методу моделювання динаміки розвитку СК на основі динамічного аналізу патернів в рамках підсистеми моніторингу внутрішнього та зовнішнього середовища при забезпеченні життєздатності страхової системи.

Список використаних джерел:

1. Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю., Егорова Л.Г., Миркин Б.Г. Анализ паттернов в статике и динамике, часть 1: обзор литературы и уточнение понятия / Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова, Л.Г. Егорова, Б.Г. Миркин // Бизнес-информатика. – 2013. – № 3 (25). – С. 3-18.

2. Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю., Егорова Л.Г., Миркин Б.Г. Анализ паттернов в статике и динамике, часть 2: примеры применения к анализу социально-экономических процессов / Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова, Л.Г. Егорова, Б.Г. Миркин // Бизнес-информатика. – 2013. – № 4 (26). – С. 3-20.

3. Дебок Г. Анализ финансовых данных с помощью

самоорганізуючихся карт / Г. Дебок, Д. Кохонен. – М.: Издательский дом «Альпина». – 2001. – 317 с.

4. Павлов Р.А. Методика ранньої діагностики банкрутства банківських установ України з використанням карт Кохонена / Р.А. Павлов // Актуальні проблеми економіки. – 2007. – №2. – С. 152-162.

5. Заруцька О.П. Банківський нагляд з використанням структурно-функціонального аналізу: теорія, світовий і вітчизняний досвід: монографія / О.П. Заруцька. – Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2013. – 379 с.

6. Гриценко К.Г. Нейромережевий метод динамічного аналізу діяльності страховиків / К.Г. Гриценко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2012. – № 8 (179) Ч. 2. – С. 264-270.

7. Рекомендації щодо аналізу діяльності страховиків: розпорядження Державної комісії з регулювання ринку фінансових послуг України від 17 березня 2005 р. №3755 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nfp.gov.ua>. Мірських Г.О., Реутська Ю.Ю. Комбіновані методи визначення вагових коефіцієнтів в задачах оптимізації та оцінювання якості об'єктів / Г.О. Мірських, Ю.Ю. Реутська // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратуобудування. – 2011. – № 47. – С. 199-211.

1.4. USING AN EVOLUTIONARY ALGORITHM TO IMPROVE INVESTMENT STRATEGIES FOR ECONOMIC INDUSTRIES

Increasing the diversity of the population (investors' decisions) is achieved by means of evolutionary algorithm through discovery of investment share for all investors, except for the most successful one according to criterion of profit that encourages innovations in investment strategies. Reducing the diversity of the population by selecting the most successful investors according to the criterion of profit and fixation of their fund shares stimulates to a quality of investment strategies.

The general problem is the effect of dynamics of technological coefficients on evolutionary strategies of investors in the economy. Basic input-output model for economic system has been developed by us, where the evolution of investment strategies depends on the variety of strategies, potential of industries and investors' fund. Computational analysis shows how investors adapt their strategies to the changes of economic environment in order to increase their own profits. The question is how investors should change their strategy when there is uncertainty (there is a lack of data or volatility) as regards to a specific type of the dynamics of economic environment.

Evolutionary algorithms are not sufficiently explored for the development, analysis and application of methods of solving problems in the economy [1]. The evolutionary approach allows us to make analysis and adaptation of an existing population (industries) to new environmental conditions, the algorithm implements the principle of adaptation and learning (fig. 1).

Existing research do not consider investor's decision making using input-output model and evolutionary algorithms [2,3,4]. Thus we developed our own general model to compare how profit maximization strategies of investors adapt to technological changes.

The evolutionary agent model with initial conditions obtained through statistic data has been developed [5] describing a set of n economic industries (final demand and matrix of technological coefficients) and m investors, which are characterized by open exchange of information. The dynamics of the environment is described by types of business cycle (table 1).

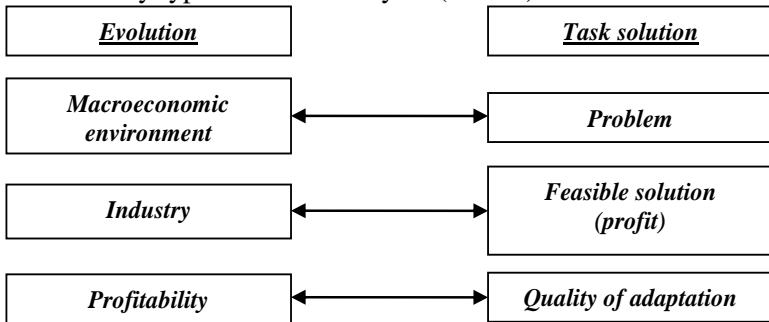


Fig. 1. Correspondence of economic and evolutionary computation

Table 1. Types of business cycles

Cycle type	Period (years)
Kitchin cycle (inventory, e.g. pork cycle)	3–5
Juglar cycle (fixed investment)	7–11
Kuznets swing (infrastructural investment)	15–25
Kondratiev wave (technological basis)	45–60

The research **goal** is to develop new general model to compare how profit maximization strategies of investors adapt to changes in technological interrelations between industries under imperfect information by means of evolutionary algorithms.

General model characteristics

Computational simulation is based on discrete, time-synchronized model, where profits and strategies of each agent are simultaneously updated at fixed time intervals. Each period t corresponds to one financial period (e.g., year). Each step of a simulation is divided into 2 separate renewal operations:

- 1) *economy update* – each agent invests his funds according to his evolutionary strategy taking into account the profitability of industries; profit is calculated for each investor;
- 2) *strategies renewal* – all agents compare their profit with other investors, and then agents simultaneously decide whether to imitate the strategies of other investors to change theirs.

To describe the evolutionary algorithm for investors' strategies we apply variables and parameters presented in Table 1.

Table 2. Different approaches of interpretation the category «e-commerce»

Denomination	Variables and parameters
$d_{kj}^{(t+1)}$	capital share of investor k in industry j in period t
n	number of industries (constant)
m	number of investors (constant)
$I_{kj}^{(t)}$	capital of investor k in industry j in period t
$I_k^{(t)}$	total fund of investor k in period t

I_t	total fund of all investors in period t
$A_t = \{a_{ij}^{(t)}\}$	technological coefficients matrix in period t
X_t	gross output of all industries in period t
$X_i^{(t)}$	gross output of industry i in period t
Y	final demand matrix for products of all industries (constant)
Y_i	final demand for product of industry i (constant)
$r_i^{(t)}$	profitability of industry i in period t
$\Pi_{kj}^{(t)}$	profit of investor k from industry j in period t
$s_{kj}^{(t)}$	undisposed fund of investor k that were planned for investment in industry j in period $t-1$ and are transferred as balance in period t
$S_{kj}^{(t)}$	total fund earned by investor k from industry j in period t

Algorithm of investors' strategies adaptation to changes in technological interdependence

The algorithm of adaptation of investors' strategies to changes of technological interdependence includes 8 steps (fig. 2):

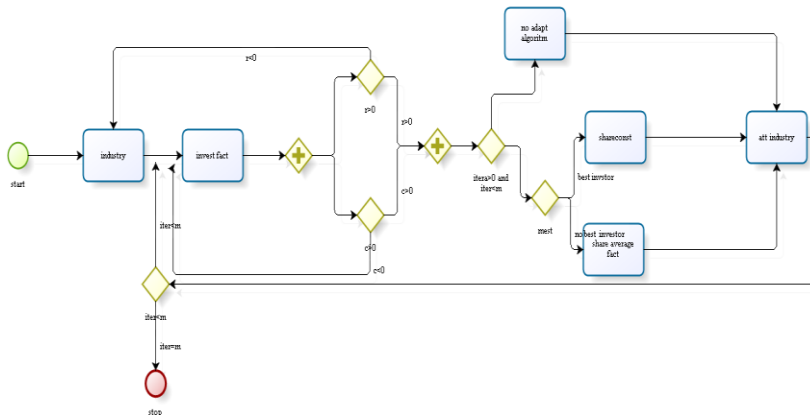


Fig. 2. Algorithm of adaptation of investors' strategies to technological changes

1. Initialization of industries

Economics system includes n industries. To analyze the investment attractiveness of industries in the initial period $t=0$ we introduce technological coefficient matrix $A_0 = \{a_{ij}^{(0)}\}$, $i, j = 1, \dots, n$, describing the relationship between all industries and the matrix of final demand Y for products of all industries.

2. Calculation of gross output

By means of input-output model the gross output of each industry is calculated as $X_0 = (E - A_0)^{-1} \cdot Y$; and the gross output of the whole economy during the year $X_0 = \sum_{i=1}^n X_i^{(0)}$ is determined. Further through matrix A_0 we calculate profitability for each industry i :

$$r_i^{(0)} = 1 - \sum_{j=1}^n a_{ij}^{(0)}.$$

3. Initialization of investors

There are m investors, their number does not change during all simulations. In the initial period, there is egalitarian distribution of all funds between investors, each of them has the same initial money fund $I_k^{(0)} = \frac{X_0}{m}$, $k = 1, \dots, m$ to form his own investment

portfolio. The total fund of all investors $I_0 = \sum_{k=1}^m I_k^{(0)}$ equals gross output X_0 of the country. Each investor applies one strategy per period, the number of active strategies is the number of investors.

4. Initial investment distribution across industries

The richest investor begins investment and invests in the most profitable industry. First investing in most profitable industry the investor may invest no more than 50% of his fund (to prevent his dominance in the most profitable industries). Then second richest investor invests no more than 50% of his funds in this most profitable industry. Once all potential investors fill the most profitable industry *in full*, there comes the turn of second profitability industry to be invested by the investor who is next in size of his funds. Investors do not invest in non-positive profitability industries. The investment process will continue until

funds of investors or potential for investment in industries is completed (in period $t=0$ the second option is not fulfilled by assumptions of the model). Wherein $I_k^{(0)} = \sum_{j=1}^n I_{kj}^{(0)}$, where $I_{kj}^{(0)}$ is a fund of investor k in industry j in period $t=0$.

5. Technological changes

In general, changes of technological coefficients are determined by replacement of one vector of technological coefficients by another one. Each vector is formed independently and randomly from a uniform distribution.

Changes in technological coefficients are characteristics of industries that depend on: - unreliable resources, such as biotic resources vulnerable to climate change (forest or fish); - reserves of reliable resources (iron or coal) that are known by the end of the decade or century; - technological changes or changes in human capital.

Technological innovations are guided by research and developments, the effects of which on technological coefficients are treated as environment dynamic, to which investors have to adapt. Some industries gradually change with low frequency (mining and manufacturing), others – gradually with high frequency (telecommunications and communications), some others - accidentally with low frequency (hotels and restaurants), the rest - by accident with high frequency (IT industry). Simulation mechanism has one free parameter - technological coefficients which are beyond the control of investors.

Low frequency changes are simulated by transition from one vector of technological coefficient to another every 50 years (Kondratiev long waves) which is characteristic for the industries when changes of production methods are not a driving force of innovation (fisheries). To model high frequency changes transitions begin every 3 years, in response to rapid Juglar business cycle. These rapid changes are characteristics of industries that invest powerfully in research and development (communications and telecommunications). Both Kondratiev wave and Juglar cycle are related with fund dynamics and technological restructuring, as opposed to simple changes in employment represented by a shorter

Kitchin cycle [6].

For next period $t=1$ each technological coefficient of matrix $A_0 = \{a_{ij}^{(0)}\}$ will randomly change from interval $p \in [\alpha; \beta]$, where $-1 < \alpha; \beta < 1$. As a result, we obtain matrix $A_1 = \{a_{ij}^{(1)}\}$, where

$$a_{ij}^{(1)} = (1 + \frac{p}{100}) \cdot a_{ij}^{(0)}. \text{ Under unchangeable finish demand } Y \text{ we obtain}$$

new gross output $X_1 = (E - A_1)^{-1} \cdot Y$. In general case $X_1 \neq X_0$. For investors it means that not all of the funds invested by them in industries in period $t=0$ will bring them profits in period $t=1$.

6. Calculation of investors' profits

For period $t=1$ starting from the first industry investor who invested the largest capital in the industry is determined. The following condition is used to calculate the profit for largest investor (to be specific – the first) in the industry:

If $I_{1j}^{(0)} \leq \min(X_j^{(1)}; 0)$ (if investment of 1st investor does not exceed the gross output of the industry j)

$$\text{then } \Pi_{1j}^{(1)} = r_j^{(1)} \cdot I_{1j}^{(0)} \quad (1)$$

$$\text{else } \Pi_{1j}^{(1)} = r_j^{(1)} \cdot \min(X_j^{(1)}; 0).$$

For the next largest investors in the industry ($k \neq 1$):

If $I_{kj}^{(0)} \leq \min(X_j^{(1)} - \sum_{h \neq k} I_{hj}^{(0)}; 0)$ (if investment of k -th investor does

not exceed the gross output decreased by previously invested fund of larger investors)

$$\text{then } \Pi_{kj}^{(1)} = r_j^{(1)} \cdot I_{kj}^{(0)} \quad (2)$$

$$\text{else } \Pi_{kj}^{(1)} = r_j^{(1)} \cdot \min(X_j^{(1)} - \sum_{h \neq k} I_{hj}^{(0)}; 0).$$

Similarly we calculate profits of the other investors in the rest of industries. The objective function of investor in period $t+1$ of investor $k=1, \dots, m$ for profitability in period t :

$$\Pi_k^{(t+1)} = r_1^{(t+1)} \cdot I_{k1}^{(t)} + r_2^{(t+1)} \cdot I_{k2}^{(t)} + \dots + r_n^{(t+1)} \cdot I_{kn}^{(t)}, \quad k=1, \dots, m. \quad (3)$$

where $I_k^{(t)} = I_{k1}^{(t)} + \dots + I_{kn}^{(t)}$ is exogenous (fixed) investment funds of investor $k=1, \dots, m$ in period t that can bring returns in period $t+1$. Each period investor makes decision on distribution of this fund

between various industries of economic system. So $I_{kj}^{(t)}$, $k=1, \dots, m$, $j=1, \dots, n$ is the fund from which the investor makes decision to invest in industry j in period t that can bring returns in the period $t+1$.

7. Determining the most effective investor

Imitating investor strategy changes, while imitated investor strategy (investor with highest profit) does not. The choice of agent strategy to be imitated depends on relative profit. Imitating investor always chooses the investor with the largest current profit. Only if the investor has no peers in profit value, he does not revise his own strategy. Imitation is the only mechanism affecting the change of agents' strategy. There should be *initial state* of income distribution between investors before evolutionary selection strategies. Real imitation is never without errors. As a result of calculating profit of all investors the investor who received the greatest profit is determined, then the shares of its investment to all industries is

calculated: $d_{kj}^{(1)} = \frac{i_{kj}^{(0)}}{\sum_{j=1}^n i_{kj}^{(0)}}$, $j=1, \dots, n$, where $i_{kj}^{(0)} = I_{kj}^{(0)}$ (when fund of

investors is less than industry's potential), or $i_{kj}^{(0)} = \min(X_j^{(1)} - \sum_{h \neq k} I_{hj}^{(0)}; 0)$ (when industry's potential is less than investor's fund, $\sum_{h \neq k} I_{hj}^{(0)}$ - investment of all previous investors, except k). In general shares of investment will equal to:

$$d_{kj}^{(t+1)} = \frac{I_{kj}^{(t)}}{I_k^{(t)}}, \text{ где } \sum_{j=1}^n d_{kj}^{(t+1)} \leq 1, k=1, \dots, m, j=1, \dots, n, t=0, \dots, T. \quad (4)$$

The total investment for all investors in period t is

$$I^{(t)} = I_1^{(t)} + \dots + I_m^{(t)} = \sum_{k=1}^m I_k^{(t)}.$$

In next investment period the most effective investor will not change his strategy, which has brought him the greatest profit. He leaves unchanged his share of investment from all his wealth in the same industries and will distribute the remaining funds (if any) according to stage 4. Wealth of investor is the sum of his

investment, profit from his investments and retained fund (if any).

8. Determining evolutionary strategy

The remaining investors with lower profit than the most efficient investor, try to achieve and eventually surpass the best result. To do this they apply the following evolutionary strategy:

- 1) they calculate shares of invested funds for all investors in all industries;
- 2) second largest efficient investor for each industry in which he has invested, defines two most successful investors in this industry by the profit criterion. Then he calculates the average share among these ones $d_{kj}^{t+1} = \frac{d_{Bj}^t + d_{(B-1)j}^t}{2}$, where investors B and $B-1$ received the greatest profit in previous period after investing their funds in industry j .

According to this evolutionary algorithm investor k for the period $t=2$ invests in industry j sum $I_{kj}^{(1)} = d_{kj}^{(1)} \cdot S_{kj}^{(1)}$, where $S_{kj}^{(1)} = \sum_{j=1}^n (I_{kj}^{(0)} + \Pi_{kj}^{(1)} + s_{kj}^{(0)})$ is total sum of funds available to the investor k , where $I_{kj}^{(0)}$ - investments in industry j , returning to the investor in period $t=1$, $\Pi_{kj}^{(1)}$ is a profit earned by investor k in period $t=1$ and $s_{kj}^{(0)}$ - retained investment funds of investor k , for next period $t=1$.

Similarly, the evolutionary algorithm is applied to other industries. This algorithm is repeated for all other investors and is described below (Table 3).

Table 3. The evolutionary algorithm for improving investment strategy

Algorithm 1 Evolutionary algorithm for investors' strategies	
1	Initialization of industries n
2	Evaluation of the initial gross output X_j and profitability of industries $r_i, i=1, \dots, n$
3	Initialization of investors m with initial funds $f_j = \frac{X_j}{m}, j=1, \dots, m$

4	Initial allocation of funds between industries
5	while $I_j > 0$ and $r_i > 0$ do
6	$\min(I_{kj} - \sum_{h \neq k} I_{hj}; X_j \cdot coef)$, $coef = 0.5$ for $t=1$; $coef = 1$ for $t > 1$
7	Endwhile
8	Profit of investors
9	Change of technological matrix A_i
10	Actual distribution of investors
11	while $I_j > 0$ and $r_i > 0$ and $X_i > 0$ do
12	If $I_{kj} \leq \min(X_j - \sum_{h \neq k} I_{hj}; 0)$
13	then $\Pi_{kj} = r_j \cdot I_{kj}$
14	else $\Pi_{kj} = r_j \cdot \min(X_j - \sum_{h \neq k} I_{hj}; 0)$
15	end while
16	Selection of most profitable investor
17	if $\Pi_B = \max(\Pi_1, \dots, \Pi_m)$
18	then $d_{kj} = const$
19	else $d_{kj} = \frac{d_B + d_{B-1}}{2}$

Experimental results of desktop application

Fig.3 shows the application window for 100 periods (corresponds to 100 years). On fig.4 for almost all experiment for any number of investors and investment periods all investors except first have no chances to be more effective than greatest one. In this case leader strategy is more effective than evolutionary algorithm for technological changes when average profitabilities of industries rise ($\alpha; \beta > 0$).

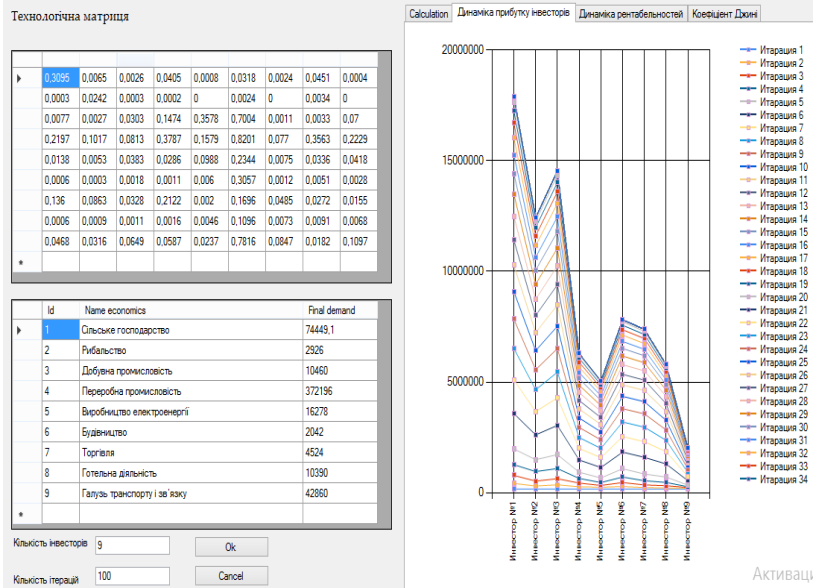


Fig. 3. Desktop application *Investment Strategy*

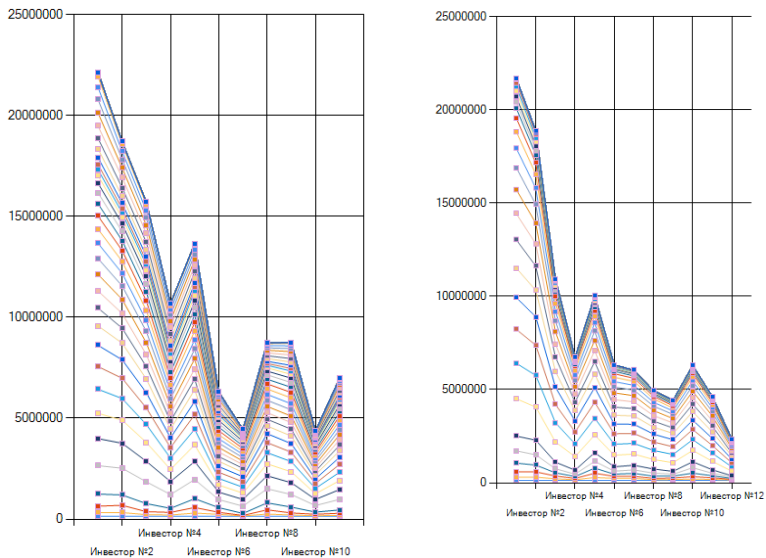


Fig. 4. Effectiveness of leader strategy for 10 and 12 investors when technological coefficients rise

The more investors the more chances to achieve best results by another investor even technological coefficients increase (fig. 5).

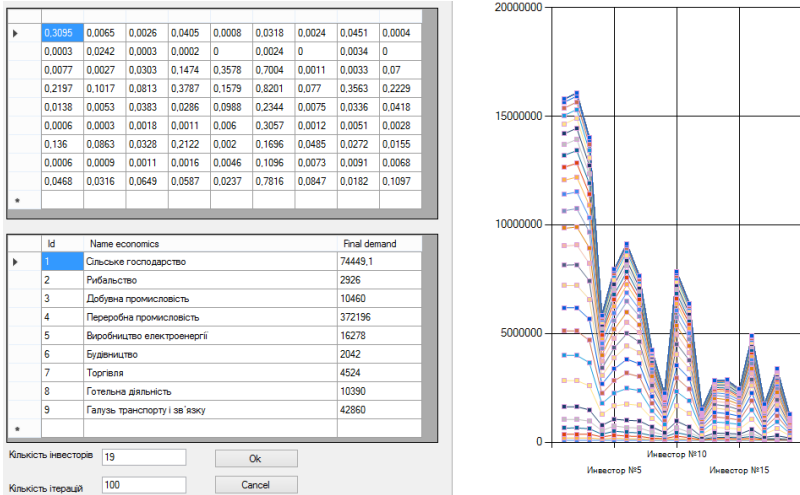


Fig. 5. Effectiveness of evolutionary algorithm for 11 investors. Second investor became leader instead of first investor (fig. 6), that confirms efficiency of evolutionary algorithm for larger number of investors using profitability industry indexes (fig. 7).

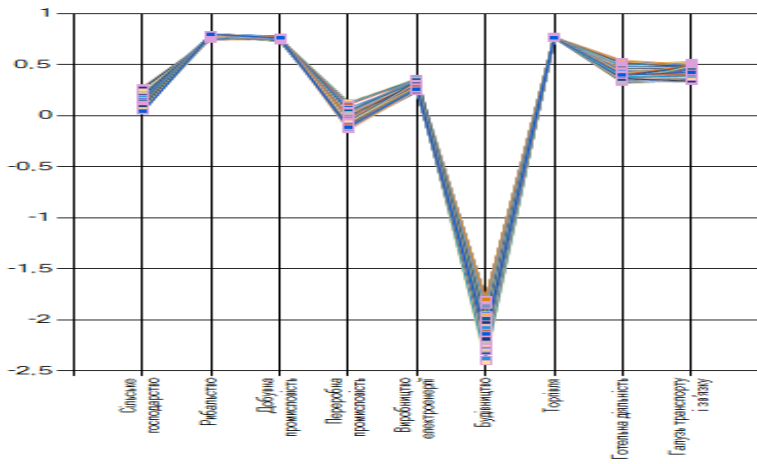


Fig. 7. Dynamics of profitability industry indexes

Conclusions

As a result of our numerical experiment we have found that under increasing of technological coefficients effectiveness of evolutionary strategy is less than strategy of leader with unchangeable shares. In contrast under decreasing of technological coefficients effectiveness of evolutionary strategy is more than strategy of leader with unchangeable shares. The more investors the more effectiveness of evolutionary algorithm to improve investment strategies for industries of economic system

References

1. Gulayeva, N.M. Evolutionary Algorithms. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv 2, 141-150 (2013). (1)
2. Allen, F., Karjalainen, R. Using genetic algorithms to find technical trading rules. Journal of Financial Economics 51, 245-271 (1999).
3. Chen, G., Firth, M., Rui, O.M. The dynamic relation between stock returns, trading volume, and volatility. Financial Review, 36, 153-174 (2001).
4. Maringer, D., Ramtohul, T. Regime-switching recurrent reinforcement learning for investment decision making. Computational Management Science, 9, 89-107 (2012).
5. Kobets, V.: Direct and Indirect Impact Analysis of Ukrainian Industries on Gross Output and Labor Market in Leontief Model. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 8-th Int. Conf. ICTERI 2012, Kherson May 22, 2012, CEUR-WS.org/Vol-848, ISSN 1613-0073, pp.259--266, online CEUR-WS.org/Vol-848/ICTERI-2012-CEUR-WS-Volume.pdf
6. Zhang, J., Maringer, D.: Using a Genetic Algorithm to Improve Recurrent Reinforcement Learning for Equity Trading. Computational Economics 4(47), 551-567 (2016).

1.5. СЦЕНАРІЙ ВИНИКНЕННЯ ГІПЕРХАОСУ В ЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Вступ. Перспективи економічного розвитку вітчизняного курортно-рекреаційного комплексу прийнято пов'язувати із становленням інноваційної економіки [1, 2]. Інновація як своєрідна форма хаосу може стати поштовхом і механізмом виходу на одну з можливих траєкторій розвитку, відповідну внутрішнім тенденціям курортно-рекреаційної системи, яка забезпечує її новий якісний стан. У цьому полягає істотне значення та конструктивна роль інноваційних чинників для запуску процесів самоорганізації в рекреасистемі і підготовці її до різних сценаріїв розвитку. Інновація, як різновид хаосу є чинником, що виводить нелінійні системи на власні структури-аттрактори.

В той же час курортно-рекреаційна система відчуває вплив флуктуацій, які виникають через негативні ентропійні зв'язки з боку інших макросистем зовнішнього середовища. Нестационарне зовнішнє середовище, обумовлене ринковою мінливістю, передбачає наявність кон'юнктурних коливань, які носять хаотичний характер. Таким чином, поведінка курортно-рекреаційної системи, її структура та управління формуються на перетині декількох детермінованих хаосів, на межі яких виникають процеси самоорганізації.

Постановка проблеми. Адаптивна реакція курортно-рекреаційної системи на внутрішні і зовнішні флуктуації може бути різною. В стані, близькому до рівноваги, дрібні флуктуації можуть подавлятися, і система швидко повертається у стійкий стан. Відповідно, чим сильніше флуктуації, тим сильніше мають бути взаємозв'язані елементи курортно-рекреаційної системи і тим вище її рівень самоорганізації. Під впливом внутрішніх і зовнішніх антиентропійних дій в процесі самоорганізації структурні зв'язки всередині рекреасистеми збільшують свою дальність і жорсткість, породжуючи тим самим потоки негативної ентропії для своїх елементів. А ті, у свою чергу, або збільшують міру власної організації, або руйнуються, виробляючи зростання ентропії. Досягши

максимальної жорсткості зв'язків рекреасистема набуває властивостей самоорганізованої критичності, тобто опиняється на грани хаосу. У цьому стані система максимально чутлива до всіх зовнішніх і внутрішніх впливів. Навіть самі незначні флуктуації можуть викликати в такий рекреасистемі процес біфуркації і привести до руйнування сформованої структури, після чого починається новий цикл самоорганізації [3].

Але якщо дисперсія зовнішніх і внутрішніх флуктуації перевищує критичний поріг, рекреасистема, опинившись перед перспективою безповоротної дезорганізації, викликаній перетином декількох детермінованих хаосів, може скористатися альтернативою і перейти на вищий рівень функціонування – рівень інтеграційної взаємодії. Знаходячись на цьому вищому рівні ієрархії, вона обмежує амплітуду флуктуацій на нижньому рівні, не даючи останнім досягти критичного порогу. Так в структурі курортно-рекреаційної системи формується новий, вищий ієрархічний рівень, який виконує управлінську та інтеграційну функції [4].

Отже, в основі самоорганізації лежить прагнення курортно-рекреаційного комплексу забезпечити різноманіття реакцій, адекватне різноманіттю внутрішніх і зовнішніх впливів, при якому рекреасистема зможе проводити прийнятну стратегію досягнення цілей. Зростання внутрішньої ентропії забезпечується використанням позитивного ефекту масштабів і внутрішнім взаємозв'язком видів курортно-рекреаційної діяльності, за рахунок чого знижуються витрати ресурсів на забезпечення ефективності зовнішньої стратегії. Таким чином, оптимізуються основні складові функціонування курортно-рекреаційних систем. Можна стверджувати, що адаптивна поведінка курортно-рекреаційної системи, її структура та управління формуються на перетині двох видів хаосів: внутрішнього інноваційного і зовнішній ринковій мінливості.

Результати досліджень. Оскільки інновації є елементом хаосу по відношенню до існуючої курортно-рекреаційної системи, їх впровадження викликає в системі процес самоорганізації, направлений на адаптацію нового елементу в структуру. Для прискорення адаптації рекреасистема виробляє внутрішні відповідні інновації, ускладнюються взаємозв'язки

між елементами, змінюється структура системи. На першому етапі самоорганізації для забезпечення стійкості системи кількість її реакцій (внутрішніх інновацій) повинна відповідати кількості зовнішніх сигналів, обумовлених наявністю кон'юнктурних коливань. Система вибудовує структуру, в якій кожній зовнішній дії, відповідає елемент, здатний генерувати внутрішні інновації і впливати на зміну структури системи.

На наступному етапі курортно-рекреаційна система еволюціонує в напрямі все більш впорядкованого стану, що досягається за допомогою ієрархії елементів: встановлюються параметри порядку, включається принцип підпорядкування, забезпечується ефективне групування однорідних внутрішніх інновацій, які дозволяють адаптуватися з найменшими змінами в структурі системи, а отже, з найменшими витратами. Іншими словами, на цьому етапі відбувається адаптація курортно-рекреаційної системи. Система знаходиться у стані стійкої нерівноваги, і вирішального значення набувають ендогенні інновації, сприяючі швидкій адаптації та самоорганізації.

Курортно-рекреаційна система вибірково підходить до реагування на екзогенні інновації, встановлюючи жорсткий режим для їх проникнення, сприймає лише впливи, що відповідають її природі, будь-які інші можуть діяти негативно аж до здійснення сценаріїв хаосу. Досягнувши певного ступеню внутрішньої сили, нелінійні рекреасистеми активізуються, структурують зовнішній простір, відповідно до своєї іманентної природи та існуючого ринкового середовища. На даному етапі необхідна розробка відповідної парадигми управління, яке б виробило відповідні цілі і «включило» адекватні внутрішні механізми розвитку курортно-рекреаційної системи. Таким чином, властивість інноваційності можна розглядати як порушення звичного порядку функціонування рекреасистеми. Порядок може бути агресивним, він прагне подавити будь-які прояви нового в системі, у тому числі інновації як форми хаосу. З цим можуть бути зв'язані протиріччя, конфлікти та економічні провали, які супроводжують розвиток складної курортно-рекреаційної системи [5].

Іншу природу мають процеси, які відбуваються в ринковому середовищі. Для перехідної економіки, що

знаходиться в процесі системної трансформації, характерні: якісна і кількісна зміна компонентів (деформація одних, відмирання інших, поява третіх); множинність станів, якісно різних між собою; нелінійність траєкторій розвитку у зв'язку з швидкою зміною станів. В процесі трансформації спостерігається різна інерційність компонентів і ринкового середовища в цілому, яка свідчить про те, що час, протягом якого зберігаються тенденції, має різну тривалість. Схильні до змін і компоненти ринкового середовища суб'єктивного характеру: відбуваються зрушення в потребах суб'єктів, змінюються їх інтереси, мотиви, стимул-реакції та поведінка. Це зумовило посилення хаотичності, розузгодженості, спонтанності взаємозв'язків та посилення кон'юнктурних коливань в ринковій перехідній економіці [6]. Таким чином, ринкове зовнішнє середовище можна розглядати як синтез спонтанної ринкової еволюції і кон'юнктурних змін циклічного і хаотичного характеру.

Вищевикладене дозволяє стверджувати, що функціонування курортно-рекреаційної системи в умовах перетину детермінованих хаосів визначається суттєвими особливостями. Вплив інноваційного і зовнішнього ринкового хаосів на економіку курортно-рекреаційної системи приводить до деформації її природи. Значно посилюється її хаотична складова, істотно модифікується циклічність, зокрема, деформуються фази циклу. Втрата стійкості курортно-рекреаційної економіки в умовах невизначеності, перманентна криза приводять рекреасистему в режим біфуркаційного розвитку, який характеризується частою зміною напрямку руху. В зв'язку з цим в їх поведінці спостерігаються аномалії, зокрема, ефект перемішування та виникнення гіперхаосу.

Розглянемо один зі сценаріїв, який виникає в економічній діяльності курортно-рекреаційної системи в умовах перетину детермінованих хаосів на основі наступної моделі

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - A\varepsilon \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{A_0}{2\pi} \int_0^{2\pi} P(\alpha) d\alpha,$$

$$\frac{dP}{dx} + A\varepsilon(P^n + \theta - 1) = AS,$$

$$P|_{x=0} = e^{\alpha t}, \quad \alpha \in [0, 2\pi],$$

де функція $S(x,t)$ - характеризує миттєвий попит на територіальний курортно-рекреаційний продукт; A - ринкові коливання попиту на курортно-рекреаційні продукти; $P(x,t)$ - функція виробництва продукту на певному рекреаційному циклі α ; θ - виробництво інноваційного курортно-рекреаційного продукту; ε - параметр інерційності попиту; n - темп зростання виробництва курортно-рекреаційного продукту.

Результати комп'ютерного моделювання представлені на рис. 1 - 3.

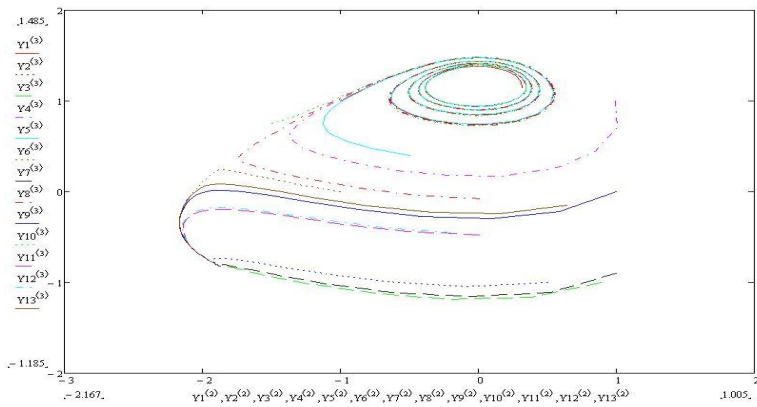


Рис. 1. Стягування фазових траєкторій в область хаотичного аттрактора

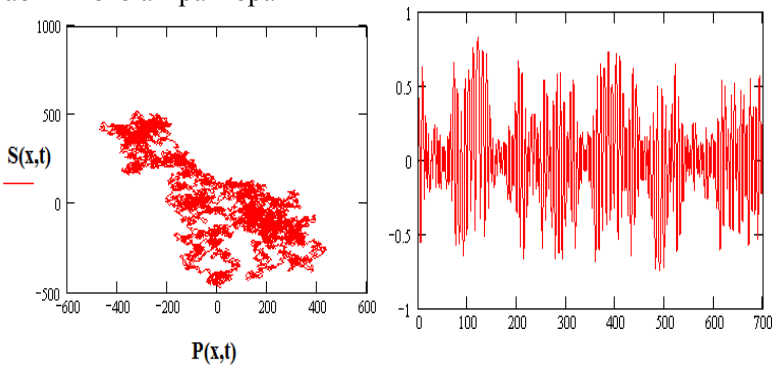


Рис. 2. Структура хаотичного аттрактора та виникнення на ньому хаотичних коливань при $\theta = 1$, $A \leq 0.3$

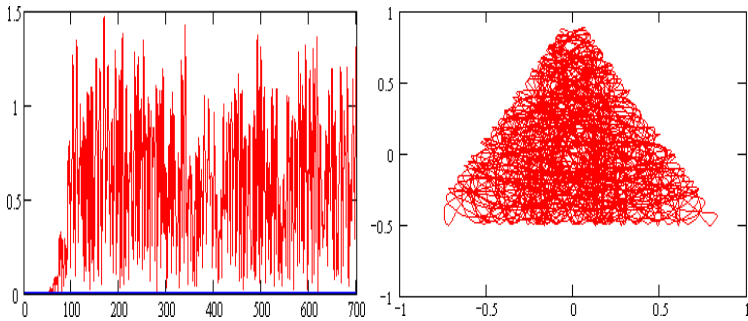


Рис. 3. Сценарій виникнення гіперхаосу при $\theta = 1$, $A > 0.3$

Аналіз результатів моделювання свідчить про наступне: суттєве зростання ринкових коливань попиту на курортно-рекреаційні продукти в умовах інноваційного його виробництва обумовлює втрату стійкості курортно-рекреаційної системи, деформацію економічних процесів, виникнення хаосу, і, як результат, приводить до значних економічних збитків. Практичним підтвердженням такого сценарію є економічна ситуація, яка виникла влітку 2011 року на курортних територіях Приазов'я внаслідок застосування агресивних конкурентних стратегій.

Отримані фазові характеристики поведінки системи в умовах перетину детермінованих хаосів передбачають існування нерегулярного хаотичного аттрактора, подібного хаотичному броунівському руху, вигляд фазового портрета якого, характеризується відсутністю чітко вираженої структури (рис. 2). Присутність аттрактора в дисипативній системі пов'язана з властивістю стискування елемента фазового обсягу під дією процесу еволюції.

Розглянемо множину точок, що заповнюють елемент обсягу ΔV , і множину фазових траєкторій, що виходять з цих точок у момент часу t_0 . З часом обсяг ΔV змінюється згідно із законом

$$\Delta V(t) = \Delta V(t_0) \exp[(t - t_0) \overline{\text{div} F(x(t))}],$$

де $F(x(t))$ – поле фазових швидкостей (потік) динамічної системи. Якщо в середньому дивергенція потоку негативна, то елемент фазового обсягу ΔV при $t \rightarrow \infty$ прагне до нуля. Це

означає, що розглядаєма множина фазових траєкторій, які беруть свій початок в ΔV , прагне попасти на деяку граничну множину, розмір якої менше розміру N фазового простору системи (рис. 1).

Середня уздовж траєкторії дивергенція потоку i , отже, еволюція елемента фазового обсягу, визначається сумою ляпуновських показників

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t - t_0} \int_{t_0}^t \operatorname{div} F(t') dt'.$$

Хаотична траєкторія обов'язково нестійка хоч би по одному напрямку. Тобто, в спектрі характеристичних показників Ляпунова обов'язково мають бути присутні позитивні величини [7]. Нестійкість фазових траєкторій і притягуючий характер граничної множини не протирічать один одному, оскільки фазові траєкторії, що виходять з близьких точок басейну тяжіння, прагнуть до аттрактора, але на аттракторі розбігаються.

Для розрахунку спектру ляпуновських показників скористаємося модифікованим методом з ортогоналізацією по Граму-Шмідту. Згідно йому $\lambda_1 = 0,276$, $\lambda_2 = 0,044$, $\lambda_3 = 0$, а інші показники негативні. Сума ляпуновських показників негативна, що забезпечує притяжіння траєкторій до аттрактора. Якщо траєкторії на аттракторі мають більш, ніж один напрям нестійкості, хаос називають гіперхаосом. Таким чином, в умовах інноваційних змін і суттєвих ринкових коливань можливим є виникнення сценарію гіперхаосу в економічній діяльності курортно-рекреаційної системи.

Висновки. Дослідження по розвитку концепції вдосконалення економіки курортно-рекреаційного комплексу дозволили отримати наступні результати:

запропонований теоретико-методологічний підхід, який дозволяє досліджувати функціонування курортно-рекреаційної системи в умовах перетину детермінованих хаосів. В його основу покладений сценарій виникнення гіперхаосу і моделювання економічних процесів, що відбуваються в цій критичній області;

побудована модель виникнення гіперхаосу в умовах інноваційних змін і ринкових коливань та еволюційного процесу

переходу курортно-рекреаційної системи в цю область функціонування; виконано дослідження економіки такої системи; отримані практичні критерії оцінювання знаходження системи в області перетину хаосів.

Список використаних джерел:

1. Інноваційна стратегія українських реформ / [Гальчинський А.С., Геєць В.М., Кінах А.К., Семиноженко В.П.] – К.: Знання України, 2002. – 336 с.
2. Кузнецова Л.И. Экономика региона: инновационный путь развития / Л.И. Кузнецова. – М.: Логос, 2003. – 295 с.
3. Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи / [Вітлінський В.В., Черняк О.І., Захарченко П.В. та ін.]; під ред. О.І. Черняка, П.В. Захарченко. – Бердянськ: Видавництво Ткачук О.В., 2011. – 436 с.
4. Захарченко П.В. Модели экономики курортно-рекреационных систем: монография / П.В. Захарченко. – Бердянск: Издательство Ткачук, 2010. – 392 с.
5. Захарченко П.В. Модель адаптації курортно-рекреаційної системи у ринковому середовищі / П.В. Захарченко // Економіка: проблеми теорії та практики. – 2008. – № 236, том 3. – С. 491–500.
6. Мартынов В.А. Переходная экономика: теоретические аспекты, мировой опыт: монография / [Мартынов В.А., Автономов В.С., Осадчая И.М.]. – М.: Экономика, 2004. – 719 с.
7. Кузнецов С.П. Динамический хаос / С.П. Кузнецов. – Изд-во физ.-мат. лит., 2006. – 356 с.

1.6. МЕРЕЖНИЙ АНАЛІЗ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ КРИЗОВИХ ЯВИЩ НА ФІНАНСОВИХ РИНКАХ

У статті розглядається можливість використання мережних мір складності засобами рекурентного аналізу при дослідженні кризових явищ на фінансових (фондових та валютних) ринках. З'ясовано, що спектральні та топологічні характеристики мережних мір складності можна використовувати в якості індикатора-передвісника появи негативних тенденцій на фінансових ринках. Встановлено, що комплексне застосування цих характеристик дозволяє підвищити точність прогнозів та зменшити можливість появи похибок.

Ключові слова: складні мережі, рекурентна мережа, топологія, спектральний аналіз, криза.

Постановка проблеми. В умовах відкритості та посилення глобалізаційних процесів стабільне функціонування національної економіки суттєво залежить від стійкості світової економічної системи. Тому якісний та кількісний аналіз передкризових станів у відкритих економічних системах є одним із найбільш актуальних завдань сучасної теоретичної та прикладної науки, від успішності розв'язання якого залежить ефективність та адекватність розробки відповідних антикризових заходів, спрямованих на мінімізацію наслідків можливих фінансово-економічних криз.

Зауважимо, що у науковій літературі стосовно причин виникнення криз суттєвих розбіжностей немає, водночас шляхи виходу з них пропонуються різні. Як наслідок, постає завдання вибору оптимальних методів аналізу кризових явищ на фінансових ринках з метою запобігання останнім. Отримані вченими результати дослідження сучасних світових фінансових криз засвідчують, що складні системи, якими є фондові та валютні ринки, організовані у вигляді мережних структур, зміна властивостей яких у передкризовий період може слугувати індикатором можливого наближення кризового стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам

аналізу і вивчення кризових явищ методами складних систем і мереж присвячені фундаментальні дослідження відомих українських та зарубіжних науковців, як-от: Р. Донер, В. Рейк, Дж. Мендерс, А. Фабретті, М. Смолл, Н. Марван, Л. Лакаса, В. Соловійов, О. Сердюк, С. Дороговцев та інші.

Мета дослідження. Метою дослідження є з'ясування чутливості спектральних та топологічних характеристик мережних мір складності до структурних і динамічних змін фінансового ринку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Останнім часом суттєво зросла значущість мережних мір складності при аналізі фінансових ринків та можливості прогнозування критичних та кризових явищ на них з метою прийняття раціональних рішень, для виходу з кризових ситуацій.

Взагалі, мережний аналіз базується на перетворенні часового ряду в складну мережу, яка формально є графом $G(N,E)$, у якому $N = \{1,2,\dots,n\}$ – скінчена множина вершин (агентів) і E – множина ребер, що відображають взаємодію агентів. При аналізі складних мереж, як і в теорії графів, використовують параметри окремих вузлів, параметри мережі в цілому та мережні підструктури [1].

Протягом останніх років було витрачено багато зусиль на застосування мережних підходів для аналізу властивостей складних систем. Слід зазначити, що багато відповідних підходів тісно пов'язані з концепцією рекурентності у фазовому просторі, серед яких особливе місце належить рекурентним мережам.

Рекурентність (повторюваність) є фундаментальною властивістю дисипативних динамічних систем, котра сформульована у вигляді «теореми рекурентності». Сутність цієї фундаментальної властивості полягає у тому, що не дивлячись на те, що навіть найменше збурення в складній динамічній системі може привести її до експоненціального відхилення від її початкового стану, через деякий час система прагне повернутися до стану, близького до попереднього, і проходить при цьому подібні етапи еволюції [2].

Рекурентна мережа є складною мережею, матриця суміжності якої задається рекурентною матрицею часового

ряду, тобто

$$A_{i,j} = R_{i,j} - \delta_{i,j},$$

де $\delta_{i,j}$ – дельта-символ Кронекера, який відповідає конкретному вибору вікна в рекурентному кількісному аналізі.

Зв'язок ідеї рекурентності та мережності часових послідовностей будується на фундаментальній структурній аналогії між рекурентними діаграмами та складними мережами взагалі. Обидва типи структур базуються на бінарних матрицях (тобто матрицях рекурентності та суміжності відповідно), які можуть використовуватися для вивчення основних топологічних властивостей складної системи [3]. Тобто при дослідженні фундаментальних закономірностей економічних систем використовуються потужні методи аналізу нестационарних часових рядів. Елементи таких систем можна відобразити у вигляді складної мережі з нетривіальними топологічними властивостями. Топологічні характеристики дають можливість оцінити положення вершин у мережі (показники центральності та ієрархічності) та мережу в цілому (показники цілісності та зв'язності).

Топологічні особливості мереж тісно пов'язані з інваріантними властивостями досліджуваної динамічної системи. Проте, інтерпретація отриманих мережних характеристик можлива лише на основі ретельного вибору ε [4].

Топологія вивчає модальні співвідношення просторових образів, закони зв'язності, взаємного розташування і слідування точок, ліній та їх сукупностей незалежно від значень їх величин. Вона поділяється на локальні та глобальні характеристики. Локальні топологічні міри стосуються окремих вузлів або зв'язків між ними, серед них відстань між вузлами, коефіцієнт кластерності, ексцентричність, посередництво. Глобальні характеристики описують мережі в цілому – середня довжина найкоротшого шляху, щільність зв'язків, транзитивність тощо.

Однак, можна також спробувати для ідентифікації складних нелінійних об'єктів застосувати одну з класичних схем прогнозування, що базується на методах спектрального аналізу.

У спектральному аналізі використовуються такі матриці:

– Матриці суміжності A ;

– Матриці Лапласа $L=A-D$, де D – діагональна матриця ступенів вершин з елементами:

$$d_{ii} = \sum_j a_{ij} = k_i, \quad d_{ij} = 0 \text{ для } i \neq j$$

– Нормалізовані матриці $N = D^{-1}A$.

Спектральні міри ґрунтуються на алгебраїчних інваріантах графу – його спектрах. Спектром графу G називається множина власних значень матриці, що відповідає цьому графу.

Зі спектром матриці суміжності графу пов'язано багато різних характеристик, які надають інформацію про мережу цілому. Такими характеристиками є величина спектрального розриву, енергія графу, спектральний радіус, а зі спектром лапласіана - алгебраїчна зв'язність, ефективний опір та ін. [5].

В роботі для дослідження було обрано валютні пари USD/EUR та USD/GBP, а також фондові індекси США (S&P) та Німеччини (DAX). Розрахунки мережних мір відбувалися за допомогою програмного комплексу GraphInWindow у середовищі Matlab, обравши тип моделі `crp with auto eps`, з вікном 250 точок та кроком 5 за період з 2004 року. Порівнюємо динаміку вихідного ряду з мірою (spectral gap) спектральний розрив (рис. 1).

Міра спектральний розрив (спектральна щілина) описує, як швидко динамічні процеси будуть сходитися до стійкого стану. Вона дорівнює різниці між двома найбільшими власними значеннями матриці суміжності. За допомогою міри спектрального розриву (spectral gap) обчислюються окремі показники складних систем, а саме, вона допомагає визначити як швидко динамічні процеси будуть сходитися до стійкого стану мережі.

Спектральний розрив визначається за формулою:

$$M_k = \sum_{i=1}^n (\lambda_i)^k$$

де λ_i – власні числа матриці суміжності графу G .

При аналізі кризових явищ за допомогою спектральної міри spectral gap, ми спостерігаємо зміни на графіках, що відображають поведінку та зміну стану фінансових ринків.

Відомими вітчизняними та зарубіжними науковцями було доведено, що ця мережна характеристика використовується як індикатор-передвісник негативних тенденцій.

Результати дослідження валютних ринків, які відображені на рис.1 (a, b) засвідчують, що міра – спектральний розрив – різко спадає перед настанням кризи (падінням курсу валют), це чітко проглядається в околі точок 220, 300, 400 (рис. 1 a) та точок 230, 300, 480 (рис. 1 b).

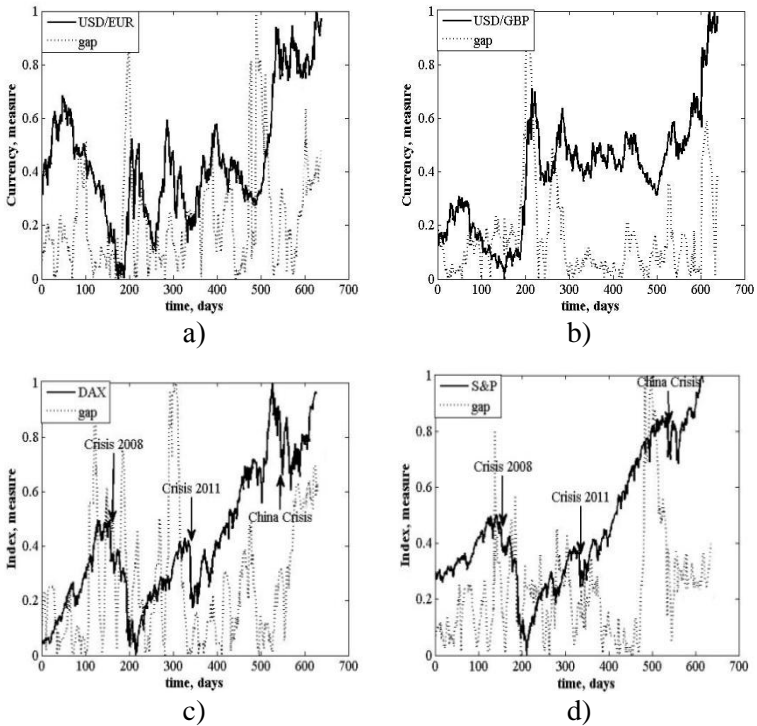


Рис. 1. Порівняльна динаміка поведінки міри: спектральний розрив на фінансових ринках (a: USD/EUR, b: USD/GBP, c: DAX, d: S&P)

На рис. 1 (c, d) відображені результати дослідження вище описаних фондових індексів. Їх аналіз засвідчує, що ця міра поводить себе аналогічно як і на валютному ринку, тобто

стрімко спадає в передкризовий період. Це досить добре видно в період кризи 2008 року (окіл точки 140 – рис. 1 с та 160 - рис. 1 d), її другої хвилі в 2011 році (окіл точки 320) та, так званої, «китайської кризи» (окіл точки 500). Така закономірність, як і в першому випадку, свідчить, що за допомогою цієї спектральної характеристики ми можемо спостерігати зміну динаміки на досліджуваних фінансових ринках.

Далі здійснимо аналіз обраних попередньо валютних пар USD/EUR та USD/GBP, а також фондових індексів США (S&P) та Німеччини (DAX) за допомогою топологічних характеристик. Порівняємо динаміку вихідного ряду з мірою (Link Density) щільність зв'язків (рис. 2.), яка також на фінансових ринках є індикатором-передвісником кризових явищ.

Щільність зв'язків (link density) це - відношення кількості ребер до кількості вузлів. Ця міра відображає, наскільки розріджений або щільний граф згідно числа зв'язків на один вузол.

Для орієнтованого графа G щільність зв'язків розраховується так:

$$\delta(G) = \frac{m}{n(n-1)},$$

де n – кількість вузлів, m – кількість зв'язків.

Значення цієї міри варіюється від 0 (немає зв'язків) до 1 (всі вузли з'єднані). Реальні мережі, як правило, є дуже розрідженими, з щільностями близькими до 0,1.

Щільність зв'язків для неорієнтованого графа обчислюється за формулою:

$$\delta(G) = \frac{2m}{n(n-1)}.$$

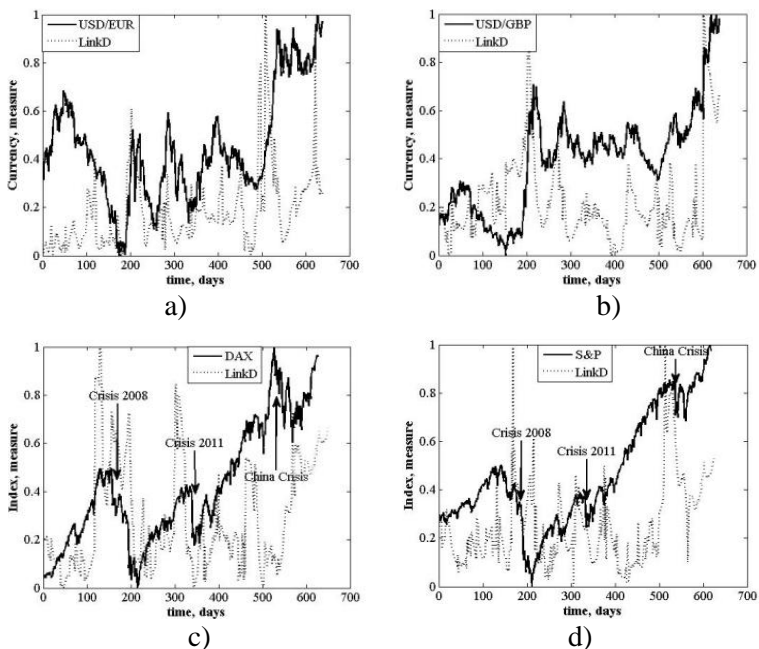


Рис. 2. Порівняльна динаміка поведінки міри: щільність зв'язків на фінансових ринках (a: USD/EUR, b: USD/GBP, c: DAX, d: S&P)

На рис. 2 (a, b) зображено порівняльну динаміку курсів валютних пар та топологічної міри – щільність зв'язків. Показники цієї міри засвідчують тенденцію падіння в передкризовий період, що можна бачити в околі точок 130, 230, 300, 550 (рис. 1 a) та точок 50, 230, 400 (рис. 2 b). Така поведінка свідчить про можливість використання цієї топологічної характеристики при аналізі валютних ринків.

Що ж до рис. 2 (c, d), де відображено результати дослідження фондових ринків, то на них спостерігається схожа динаміка цієї міри, зокрема в період появи вище описаних криз на фондових ринках.

Аналіз даних рис. 2 засвідчує схожість поведінки міри – щільність зв'язків, з попередньо розглянутою спектральною характеристикою, що також підтверджує можливість їх

використання в подальшому для спостереження зміни динаміки на досліджуваних фінансових ринках.

Висновки. Результати дослідження засвідчують, що мережний підхід є альтернативою до методів аналізу нелінійної динаміки часових рядів. Ці характеристики є чутливими до структурних і динамічних змін складних систем, зокрема у стані кризи, оскільки порівнюючи динаміку вихідного ряду з відповідними мірами, можна аналізувати системні зміни на фінансових ринках, а також передбачати подальші коливання на них.

Доведено, що комплексне застосування спектрального розриву та щільності зв'язків, як мір складності на фінансових ринках дозволяє мінімізувати можливість появи похибок та підвищує точність прогнозів.

Результати цього конкретного дослідження не вичерпують порушену проблематику, а передбачають необхідність спрямування подальших наукових розробок на застосування мережних методів для аналізу фінансових ринків.

Список використаних джерел:

1. Соловійова В. В. Динаміка мережних мір складності в умовах фінансових криз / В. В. Соловійова. // Економіко-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2013. – С. 276 – 280.
2. Мезенцев О. М. Моделювання кризових явищ на валютному ринку / О. М. Мезенцев. // Проблеми матеріальної культури. Економічні науки. – 2013. – С. 83 – 86.
3. Complex network approach for recurrence analysis of time series/ N. Marwan, J. F. Donges, Y. Zou, R. V. Donner // Physics Letters A, 373(46), 4246–4254 (2009). [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~dswc09/CONTRIBUTIONS/donges_talk
4. Соловійов В. М. Моделювання складних економічних систем: навч. посібник / В. М. Соловійов, В. В. Соловійова, Н. А. Хараджян. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – 119 с.
5. Синергетичні та екофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. Монографія / В. Д. Дербенцев, О. А. Сердюк, В. М. Соловійов, О. Д. Шарпапов. - Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 300 с.

1.7. ІНТЕГРАЛЬНА СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЗРОСТАННЯ І РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

Вступ. Економічне зростання може здійснюватися екстенсивно, тобто за рахунок залучення більшого об'єму ресурсів до виробництва, або інтенсивно, за рахунок підвищення ефективності використання наявних ресурсів і впровадження у виробництво результатів і досягнень науково-технічного прогресу (НТП) і розвитку.

Розширене відтворення на базі НТП є прогресивнішим способом забезпечення економічного зростання, тобто, усе більш вирішальна роль в зростанні національної економіки відводиться досягненням науки і техніки, втіленим в інноваціях.

Саме інновації, як визначальний результат НТП, стимулюють зростання продуктивності і ефективності використання чинників виробництва, підвищення якості і конкурентоспроможності продукції країни. Тому із середині ХХ ст. уряди провідних країн світу, які відносяться до розвинених країн світу, узяли відкритий курс на інновації, створення інноваційних економік, поєднуючи інтенсифікацію НТП з інституціональними перетвореннями в економіці і секторі державного управління, спрямованими на підвищення якості організації і управління економічною системою.

Науково-технічний прогрес, як безперервний і системний процес впровадження в господарську практику результатів розвитку науки і техніки, а також нових методів організації виробництва і праці, впливає на економічне зростання і розвиток декількома способами: по-перше, поліпшення технологій дозволяє збільшити валовий випуск продукції без зміни сукупних витрат; по-друге, технологічні перетворення виробництва призводять до зміни структури продукції, що випускається, на користь високоякісних товарів і послуг з високою доданою вартістю; по-третє, НТП обумовлює великі зміни в предметах і засобах праці; нарешті, НТП вносить істотний вклад в підвищення добробуту суспільства і якості життя населення.

Розробка інтегрованих моделей на базі використання математичних методів, моделей і інноваційних технологій з метою управління і прогнозування нелінійної динаміки еколого-економічних і соціально-гуманітарних систем в сучасних умовах нестійкості і криз є актуальною проблемою. Такий підхід у повному обсязі підтверджується думками багатьох видатних учених, відображеною у концепції сталого розвитку, яка з'явилася в результаті об'єднання трьох основних моделей і точок зору (триєдина модель): економічної, соціальної і екологічної, а також із обліком знань, технологій і випадкових факторів впливу зовнішнього середовища та інші [1-6].

Величезний вплив на формування фундаментального уявлення про характер і структуру економічного зростання зробили роботи Р. Солоу [7] і його послідовників. В той же час неокласична модель зростання Р. Солоу відносить НТП до екзогенних чинників, що не дозволяє пояснити природу зростання ефективності праці на базі цієї концепції.

Осмилення НТП як чинника зростання і розвитку економіки характерно і для засновників «нової теорії економічного зростання» П. Ромера і Р. Лукаса [24, 25]. Так, в ендогенних концепціях економічного зростання підвищення ефективності праці зв'язують із зростанням інвестицій в дослідження і розробки, збільшенням числа дослідників і учених, а також вкладень в людський капітал. Ці концепції, у тому числі їх сучасні інтерпретації, про які мова піде нижче, дозволяють прогнозувати рівень НТП і визначати його вплив на економічне зростання в середньостроковій і довгостроковій перспективі.

Таким чином, існуючі методи обліку НТП в макромоделях можна умовно розділити на два класи: ендогенний і екзогенний. Ключова відмінність ендогенних концепцій від екзогенних полягає в тому, що в перших рівень технічного прогресу визначається усередині моделі, а в других він є заданим ззовні параметром.

Сучасні моделі економічного зростання враховують можливість інвестування не лише у фізичний капітал, але і в ряд інших важливих ресурсів та активів, зокрема в людський і інтелектуальний капітал [9].

Крім того, останніми роками з'являється все більше робіт, в яких досліджується як зростання виробництва відбивається на екологічній ситуації, як екологія впливає на можливість зростання, як рівень економічного розвитку пов'язаний з різними показниками, що характеризують стан соціальної сфери. Проте, не приділяється належної уваги взаємному впливу економіки, екології і соціальної сфери, особливо враховуючи прагнення багатьох країн світу до стійкого розвитку, під яким розуміють розвиток, що задовольняє потреби як сьогодення, так і майбутнього поколінь в економічних і в екологічних благах, що означає зростання ВВП при одночасному зниженні антропогенного навантаження на довкілля. Поняття стійкого розвитку також включає проблеми скорочення розриву в рівнях економічного розвитку різних країн і добробуту їх населення, безпеки і так далі.

Рішення цих проблем вимагає використання методів економіко-математичного моделювання економічного зростання з урахуванням екологічного, соціального і інноваційних факторів. У зв'язку з вищесказаним дана проблема є актуальною.

Проблемами математичного моделювання взаємного впливу економічної системи і екології займався і займається велике число зарубіжних учених таких, як В. Леонт'єв, Д. Форд, Я. Цукуї, Й. Мураками, В. Брок, О. Тавонен, Я. Куулувайнен, Х. Зіберт та ін. Великий вклад в еколого-економічне моделювання внесли такі вчені: К. М. Гофман, А. Б. Горстко, О. П. Бурматова, А. А. Ляпіна, В. Н. Сидоренко та ін. В. І. Гурман, О. В. Рюміна, О. Ф. Балацкий та ін. розробили різноманітні моделі соціо-еколого-економічного розвитку підприємств і регіонів.

Впливу знань і наукового потенціалу на економіку присвятили свої роботи В.М. Геєць [14], Т.С. Клебанова [15], І.М. Ляшенко [16] та інші. О.Г. Голіченко [17] досліджував роль інновацій в економічному розвитку. Методи обліку НТП в агрегованих моделях економіки описали С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьєв, В.А. Руденко [18], Г.Б. Клейнер [19] й інші. Проблемами математичного моделювання взаємного впливу економічної системи та екології займається велика кількість

зарубіжних учених, таких як Д. Форд, В. Леонт'єв [20], Я. Цукуї, Й. Муракамі [26], В. Брок [22], О. Тавонен, Я. Куулувайнен [27].

Найбільш усеосяжною є модель Я.Я. Вагаповою [21], що являє собою опис національної економіки системою нелінійних диференціальних рівнянь, за її основу було взято модель А.М. Моїсеєва [8].

На підставі вищевикладеного витікає, що в сучасній науковій літературі ще не представлені інтегральні і агреговані стохастичні моделі економічного зростання і розвитку економіки з виробничим сектором, секторами НДОКР і утворення, в яких враховувалися б екологічний, соціальний, інноваційні та інші чинники.

Отже, розробка і дослідження інтегрованих моделей на базі використання математичних методів, моделей і інноваційних технологій з метою прогнозування нелінійної стохастичної динаміки еколого-економічних і соціально-гуманітарних систем в сучасних умовах невизначеності і ризиків є актуальною проблемою.

Метою роботи є розробка, дослідження та створення інтегральної стохастичної моделі динаміки зростання і розвитку соціально-еколого-орієнтованою інноваційної економіки, яка включає усі ресурси і активи : виробничі, науково-дослідні, освіти, соціальні, екологічні і природні для умов системних криз. Відмітимо, що дана робота є розвитком результатів автора в [1].

Виклад основних результатів. Запропонований огляд і аналіз деяких отриманих останніми роками різними авторами результатів по макро- і мікромоделюванню стохастичної динаміки соціально-економічних, інноваційних і гуманітарних систем і процесів, які функціонують і розвиваються в складних умовах нестабільності і криз.

Введемо основні позначення змінних, чинників і параметрів: $Y(t)$ - обсяг виробництва, тобто кінцевий продукт («корисний» вихід); $K(t)$ - об'єм фізичного капіталу (основні фонди); $L(t)$ - об'єм трудових ресурсів: $L_1(t)$ - запас кваліфікованої праці, а $L_2(t)$ - об'єм некваліфікованої робочої сили (некваліфікований трудовий ресурс); $C(t)$ - сукупне

споживання; $Z(t)$ - об'єм усіх видів забруднення; $I(t)$ - інвестиції; $R(t)$ - допоміжні ресурси; $\tau(t)$ - індекс рівня науково-технічного і технологічного розвитку, а $T(t)$ - об'єм інноваційного потенціалу і технологій (тобто увесь потенціал НДОКР) в даний момент t ; $z(t)$ - індекс стану екологічної сфери, а $Z_i^c(t)$ - загальний об'єм забруднень в усі екосфери (атмосфера, вода, ґрунт); $s(t)$ - індекс соціального розвитку, а $S_s^i(t)$ - стан усього соціального сектора; t - чинник часу: $t_0 \leq t \leq t_k$.

Математичні моделі і рівняння динаміки зростання і розвитку

0. Нелінійна стохастична моделі соціально-еколого-орієнтованою інноваційної економіки.

Стохастична модель системної динаміки. Принцип системної динаміки стохастичних процесів або метод системної динаміки при наявності екзогенних та ендогенних стохастичних факторів можна представити як стохастичне диференціальне рівняння (СДУ) [1,3]: $\dot{X}_j = F(X_j^+, X_j^-, W_{jt})$, де W_{jt} - стандартний броунівський рух; $\sigma_j(X_j, t)$ - коефіцієнт волатильності. Зокрема, рівняння стохастичної динаміки j -го агента можна представити як $\dot{X}_j = \alpha_j X_j^+ - \beta_j X_j^- + \sigma_j(X_j, t) dW_{jt}$. При прийнятті поняття білого шуму з безперервним часом, рівняння стохастичної динаміки можна представити як:

$\frac{dx}{dt} = F(x, t) + \sigma(x, t)e(t)$, де $\{e(t), t \in T\}$ - білий шум з

безперервним часом. Для представлення стохастичної моделі динаміки системи в дискретному випадку можна використати різницеве рівняння у виді [1,4,6,10,11]: $x(t+1) = f(x(t), t) + w(x(t), t)$, $t \in T$, де f - умовне середнє від $x(t+1)$ при заданому $x(t)$, а w - випадкова величина з нульовим середньому. Якщо умовний розподіл $w(t)$ при заданому $x(t)$ є нормальним законом, то модель можна переписати як: $x(t+1) = f(x(t), t) + \sigma(x(t), t)e(t)$, $t \in T$, де

$\{e(t), t \in T\}$ - послідовність незалежних однаково розподілених випадкових величин з параметрами $(0,1)$.

Загальні стохастичні моделі динаміки економіки [1]:

Модель капіталу: $\dot{K}(t) = W(K, R, D, L, C, I, \xi_k)$, $K(0) = K_0$.

Модель забруднення: $\dot{Z}(t) = J(K, L, Y, Z, D, \xi_z)$, $Z(0) = Z_0$.

Модель ресурсів: $\dot{R}(t) = G(R, K, L, Y, \xi_R)$, $R(0) = R_0$.

Модель праці: $\dot{L}(t) = S(L, C, Z, \xi_L)$, $L(0) = L_0$.

Тут J, G, Φ, S - деякі задані функції, а $(\xi_k, \xi_z, \xi_R, \xi_L)$ - стохастичні зміни, які описують нестабільну зовнішню середовище. Модель процесів $\{\xi(t)\}$ може бути представлена як стохастичне диференціальне рівняння $\dot{\xi}(t) = A(t)\xi(t) + \zeta(t)$ - динаміка поведінки зовнішнього середовища.

1. Модель загального випуску виробничого сектору:

$$Y_0(t) = Y(t) + Z(t), \quad Y(t) = C(t) + I(t), \quad I(t) = \rho(t)Y(t),$$

де $Y_0(t)$ - сумарний вихід; $\rho(t)$ - норма накопичення; $0 \leq \rho(t) \leq 1$, $Z(t)$ - об'єм забруднень («шкідливий» вихід).

Інтегральну модель виходу/випуску по усіх капіталах (ресурсам) можна визначити як, наприклад, у разі мультиплікативної залежності, виробничо-технологічну функцію (ВТФ), що матиме вигляд:

$$Y(t) = A(t)K^{d_1}(t)L^{d_2}(t)H^{d_3}(t)N^{d_4}(t)\Phi^{d_5}(t)S^{d_6}(t)I^{d_7}(t),$$

Тут використані наступні позначення: K - фізичний капітал, L - робоча сила, H - людський капітал, S - соціальний капітал, Φ - фінансовий капітал, N - природні ресурси (земля, вода і тому подібне), $A(t)$ - функція рівня науково-технічного і технологічного розвитку, наприклад, $A(t) = a[T(t)]^d$, де $T(t)$ - об'єм інноваційних технологій (ресурсів).

У загальному випадку, інтегральний випуск можна представити як нелінійну функцію:

$$Y(t) = F[K(t), L(t), H(t), N(t), \Phi(t), S(t), I(t); \bar{c}]$$

Приватні варіанти моделі ВТФ. *Модель Менкью-Ромена-Уйела* є варіантом обліку людського капіталу $H(t)$ у

виробничій функції, разом з фізичним капіталом $K(t)$, трудовими $L(t)$ і природними ресурсами $R(t)$ є $Y(t) = K^\alpha(t) \cdot H^\beta(t) \cdot [A(t) \cdot L(t)]^{1-\alpha-\beta}$, де $\alpha, \beta > 0, \alpha + \beta < 1$; $A(t)$ - функція/показник науково-технічного прогресу. Помітимо, що α - показник еластичності, частка капіталу, яка забезпечується за рахунок зростання інвестицій; аналогічно визначається або задається β .

Модель випуску по трьом активам:

$$Y(t) = A \tau(t) \left[(1 - \alpha_K^1(t) - \alpha_K^2(t) - \alpha_K^3(t)) K(t) \right]^{\alpha_1} \cdot \left[(1 - \alpha_{L_2}^1(t) - \alpha_{L_2}^2(t)) L_2(t) \right]^{\alpha_2} + \sigma_Y(Y, t) e_Y(t) \quad (1)$$

де $Y(t)$ - обсяг «корисного» випуску; $K(t)$ - об'єм фізичного капіталу; $L_2(t)$ - об'єм некваліфікованої робочої сили (точніше - робочої сили відносно невисокої кваліфікації); $\tau(t)$ - індекс НТП, залежний від обсягу передових виробничих технологій $w(t)$, що використовуються у виробництві, наприклад, $\tau(t) = [w(t)]^d$, де $d = const$; $\alpha_K^1(t), \alpha_K^2(t), \alpha_K^3(t)$ - долі використання об'єму фізичного капіталу в секторах НДОКР, екологічному і соціальному відповідно, причому $0 \leq \alpha_K^1(t) < 1$, $0 \leq \alpha_K^2(t) < 1$, $0 \leq \alpha_K^3(t) < 1$, а також $0 \leq \alpha_K^1(t) + \alpha_K^2(t) + \alpha_K^3(t) < 1$; $\alpha_{L_2}^1(t)$ і $\alpha_{L_2}^2(t)$ - долі використання об'єму некваліфікованої робочої сили в екологічному і соціальному секторах $0 \leq \alpha_{L_2}^1(t) < 1$, $0 \leq \alpha_{L_2}^2(t) < 1$, $0 \leq \alpha_{L_2}^1(t) + \alpha_{L_2}^2(t) < 1$; α_1, α_2 - показники міри виробничої функції (еластичності випуску по $K(t)$ і $L_2(t)$), $0 \leq \alpha_1 \leq 1$, $0 \leq \alpha_2 \leq 1$; A - параметр масштабу: $A > 0$; $\{e_Y(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом, $\sigma_Y(Y, t)$ - коефіцієнт волатильності. Тут $L(t) = L_1(t) + L_2(t)$ - загальне число працюючих.

Приріст випуску залежить від початкового запасу капіталу і випадкової складової, пропорційної його об'єму. Передбачається, що середній запас капіталу за даний період

визначається з урахуванням його вибуття по фіксованій нормі. Тоді рівняння приросту випуску продукції можна записати в наступному виді [13]:

$$dY(t) = A(t)K(t)dt - \alpha K(t)dt + A(t)K(t)dW_Y(t), \quad (1^*)$$

де $dY(t)$ - приріст валового випуску продукції за період $[t, t+dt]$; α - фіксована норма вибуття капіталу; $dW_Y(t)$ - приріст вінерівського випадкового процесу з середнім, рівним нулю, і дисперсією dt .

Помітимо, що в моделі (1), а також і в моделях соціального і екологічного розвитку об'єм кваліфікованої праці $L_1(t)$ явно не є присутнім. Проте на ефективність зростання і розвитку виробництва, він впливає, але побічно, тобто наприклад, через індекс і рівень науково-технічного і інноваційного розвитку. Це показана нижче.

2. Рівняння динаміки капіталу.

Модель капіталу є моделлю економічного зростання. Математична формалізація виходить від робіт Солоу, Свена, Рамсея. Детальну побудову моделі описано в роботах [1, 3, 6, 12]. Підсумкова модель записується таким чином:

$$\frac{d}{dt}[K(t)] + \alpha K(t) = I(t) - C(t) - D(t) - B(t) - \alpha K(t)W_K(t), K(0) = K_0, \quad (2)$$

де $K(t)$ - капітал, $C(t)$ - об'єм споживання, $I(t)$ - інвестиції, $R(t)$ - інші ресурси, $D(t)$ - витрати на моніторинг і скорочення забруднень, $B(t)$ - витрати на безпеку і стабільного розвитку, α - фіксована норма вибуття капіталу.

Наприклад, $I(t) = e^{\omega t} F(K(t), L(t), R(t))$, $R(t)$ - допоміжні (супутні) ресурси, а параметри α - норма амортизації ω - темп технологічного прогресу. F - виробнича функція. Найчастіше застосовується виробнича функція з постійною еластичністю заміни (ПЕЗ):

$$F(K, L, R) = \left[\beta_1 K^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_2 L^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_3 R^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}}.$$

Проста форма запису у детермінованому випадку динаміки капіталу є:

$$\frac{d}{dt}[K(t)] + \alpha K(t) = \rho(t)Y(t) \quad \text{або} \quad \dot{K}(t) = -\alpha K(t) + \rho(t)Y(t),$$

де α - темп вибуття фізичного капіталу $\alpha \geq 0$, $\rho(t)$ - доля інвестицій від випуску.

3. Рівняння динаміки праці.

У *моделі праці* традиційно припускають експоненціальну зміну трудових ресурсів, тобто $L(t) = L_0 \exp(\gamma t)$, $L_0 \equiv L(t_0)$, де γ - параметр темпу зростання, тобто $\dot{L} = \gamma L$. Ця модель необмеженого зростання трудових ресурсів не завжди знаходить відображення в практичному застосуванні. Проте з урахуванням ефекту «насичення» має місце реалістичніша модель динаміки трудових ресурсів (ТР) у вигляді логістичного рівняння (тобто рівняння Ферхюльста):

$$\dot{L}(t) = \gamma L(t) \left(1 - \frac{L(t)}{L_{\max}} \right), \quad \text{де } L_{\max} - \text{максимально допустима кількість}$$

ТР (гранична допустима кількість працівників).

Міні модель функціонування і розвитку економіки матимемо в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} Y(t) &= F[K(t), L(t), R(t)], \quad C(t) = (1 - \alpha)Y(t), \\ \dot{K}(t) &= -\alpha K(t) + \rho Y(t), \quad K(t_0) = K_0, \\ \dot{L}(t) &= \gamma L \left(1 - L / L_{\max} \right), \quad L(t_0) = L_0. \end{aligned}$$

де K_0 - початковий об'єм основних фондів, L_0 - початкова кількість трудових ресурсів.

Таким чином, маємо нелінійну динамічну модель [1-3]:

$$\begin{cases} \dot{k}(t) = \alpha f(k) - \gamma(1 - \eta(t))k(t), & k(t_0) = k_0, \\ c(t) = (1 - \alpha)f(k), \\ \dot{\eta}(t) = \gamma \eta(t)(1 - \eta(t)), & \eta(t) \equiv L(t) / L_{\max}, \\ \eta(t_0) = L_0 / L_{\max}. \end{cases}$$

Дотримуючись логіки моделювання, розширену модель трудових ресурсів можна представити одним з наступних видів:

$$\begin{aligned} \dot{L}(t) &= \gamma L(t) - \gamma_Z Z(t) + \gamma_C C(t), \quad \dot{L}(t) = \gamma L(t) \left(1 - \frac{L(t)}{\tilde{L}^0(Z, C)} \right), \quad (3) \\ \dot{L}(t) &= \gamma L(t) \ln \left(\frac{\tilde{L}^0(Z, C)}{L(t)} \right), \quad L(0) = L_0. \end{aligned}$$

У першому рівнянні константи γ_Z, γ_C - характеризують зміну чисельності населення (у тому числі у зв'язку зі зміною рівня смертності, рівня народжуваності і міграції) внаслідок екологічної ситуації і рівня споживання в регіоні. У другому і третьому - функція $\tilde{L}^0(Z, C)$ визначає зміну верхньої межі чисельності усього працюючого населення регіону. Окрема проблема полягає у визначенні виду функції $\tilde{L}^0(Z, C)$.

Динаміка усіх трудових ресурсів (ТР). Розглянемо тепер динаміку усіх трудових ресурсів, тобто, $L(t) = L_1(t) + L_2(t)$, де $L_1(t)$ і $L_2(t)$ - відповідно, об'єми кваліфікованого і некваліфікованого трудового капіталу, тобто трудового ресурсу.

Зростання об'єму кваліфікованої праці $L_1(t)$ моделюється ендегенно, тоді як зростання об'єму некваліфікованої робочої сили $L_2(t)$ передбачається екзогенно заданим: $\dot{L}_2(t) = \gamma L_2(t)$, де γ - темп приросту чисельності трудового ресурсу (константа $\gamma \geq 0$). Тут також розглянута модифікована логістична модель.

Нехай $\alpha_{L_1}^1(t)$ - доля кваліфікованої робочої сили, зайнятої в секторі НДОКР, причому $0 \leq \alpha_{L_1}^1(t) \leq 1$, а $\alpha_{L_1}^2(t)$ - доля кваліфікованої робочої сили (людського капіталу), зайнятого в освіті, причому $0 \leq \alpha_{L_1}^2(t) \leq 1$. Зауважимо, що умова $0 \leq \alpha_{L_1}^1(t) + \alpha_{L_1}^2(t) < 1$ робить можливою наявність в $L(t)$

кваліфікованої робочої сили $L_1(t)$.

Тому

$$L(t) = (1 - \alpha_{L_1}^1(t) - \alpha_{L_1}^2(t))L_1(t) + L_2(t). \quad (3^*)$$

Тоді отримаємо, що динаміка $L_2(t)$ визначається із співвідношення:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}[L_2(t)] - \gamma L_2(t) = & -\frac{d}{dt}[(1 - \alpha_{L_1}^1(t) - \alpha_{L_1}^2(t))L_1(t)] + \\ & \gamma(1 - \alpha_{L_1}^1(t) - \alpha_{L_1}^2(t))L_1(t) + \sigma_{L_2}(L_2, t)e_{L_2}(t). \end{aligned} \quad (3^{**})$$

Тут $\{e_{L_2}(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом, $\sigma_{L_2}(L_2, t)$ - коефіцієнт волатильності.

Проте, незважаючи на присутність кваліфікованої робочої сили $L_1(t)$ в $L(t)$, вона не робить впливу на ефективність випуску у виробничому, соціальному і екологічному секторах, тому в цих секторах не робиться відмінності між кваліфікованою і некваліфікованою робочою силою і для простоти викладу величина $L(t)$ тут і далі називається об'ємом некваліфікованої робочої сили.

4. Рівняння динаміки природних ресурсів.

Нехай $R(t)$ – допоміжні (супутні) ресурси. **Моделі природних ресурсів** складаються з двох підсистем. Це обумовлено наявністю двох типів ресурсів: поновлюваних і не поновлюваних.

Для моделювання поновлюваних ресурсів використовують моделі, аналогічні моделям праці, тобто *модель Мальтуса, модель Ферхюльста, модель Гомперця, модель Монада, також модель Лоткі-Вольтерра*, що враховує динаміку двох взаємно впливаючих ресурсів [1-3].

Облік дії інших підсистем соціально-еколого-економічної моделі приведе до розширення типової моделі поновлюваних ресурсів. Таке розширення можна провести шляхом додавання в модель додаткових змінних:

$$\frac{d}{dt}[R(t)] = \gamma_R R(t) + \gamma_K K(t) - Y(t) - \gamma_L L(t) + \sigma_R(R, t)e_R(t), \quad R(0) = R_0. \quad (4)$$

Тут $\{e_R(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом, $\sigma_R(R, t)$ - коефіцієнт волатильности.

Модель не поновлюваних ресурсів на відміну від попередньої моделі не міститиме доданку, що враховує відновлення ($\gamma_R R(t)$), але враховуватиме розвідку нових родовищ:

$$\dot{R}(t) = d(K(t), L(t), R(t)) + \gamma_K K(t) - \gamma_L L(t) - Y(t), \quad R(0) = R_0, \quad (4^*)$$

$d(K(t), L(t), R(t))$ - деяка функція, що визначає загальний об'єм витрат на розвідку природних ресурсів залежно від витраченого капіталу $K(t)$ і притягнутої праці $L(t)$.

5. Рівняння динаміки потенціалу сектора НДОКР:

$$\frac{d}{dt}[\dot{\phi}(t)] - \delta_\phi \dot{\phi}(t) = G[\phi(t)]^{\gamma_1} \cdot [\alpha_{L_1}^1(t) L_1(t)]^{\gamma_2} \cdot [\alpha_K^1(t) K(t)]^{\gamma_3} \cdot [s(t)]^{\gamma_4} + \sigma_\phi(\phi, t)e_\phi(t), \quad (5)$$

де $\phi(t)$ - запас знань і технологій в економіці - число винаходів, які не втратили свою актуальність до року t ; $\dot{\phi}(t)$ - приріст запасу знань в одиницю часу - число нових винаходів за рік t за вирахуванням застарілих; $L_1(t)$ - об'єм кваліфікованої (точніше - висококваліфікованої) праці (кваліфікована робоча сила з урахуванням кваліфікації, тобто твір числа кваліфікованих працівників $L_1(t)$ і рівень кваліфікації середнього працівника $h(t)$), тобто $h(t)L_1(t)$; $s(t)$ - соціальний індекс; δ_ϕ - темп вибуття знань в силу їх застарівання $\delta_\phi > 0$; $\alpha_{L_1}^1(t)$ - доля об'єму кваліфікованої праці, зайнятий в секторі НДОКР $0 \leq \alpha_{L_1}^1(t) \leq 1$; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ - статичні

параметри $0 \leq \gamma_1 \leq 1$, $0 \leq \gamma_2 \leq 1$, $0 \leq \gamma_3 \leq 1$; G - параметр масштабу: $G > 0$. Тут $\{e_\phi(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом $\sigma_\phi(\phi, t)$ - коефіцієнт волатильності.

6. Рівняння динаміки об'єму кваліфікованої праці сектора освіти:

$$\frac{d}{dt}[L_1(t)] - \delta_{L_1} L_1(t) = D[\phi(t)]^{\eta_1} \cdot [\alpha_{L_1}^2(t) L_1(t)]^{\eta_2} + \sigma_{L_1}(L_1, t) e_{L_1}(t), \quad (6)$$

де $\dot{L}_1(t)$ - приріст об'єму кваліфікованої праці в одиницю часу (різниця між знову створеною кваліфікованою працею і його вибуттям); $\alpha_{L_1}^2(t)$ - доля об'єму кваліфікованої праці, зайнятої в освіті $0 \leq \alpha_{L_1}^2(t) \leq 1$, $0 \leq \alpha_{L_1}^1(t) + \alpha_{L_1}^2(t) \leq 1$; δ_{L_1} - темп вибуття кваліфікованої праці в силу припинення активної діяльності носієм кваліфікації $\delta_{L_1} > 0$; η_1, η_2 - статичні параметри $0 \leq \eta_1 \leq 1$, $0 \leq \eta_2 \leq 1$; D - параметр масштабу: $D > 0$. Тут $\{e_{L_1}(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом, $\sigma_{L_1}(L_1, t)$ - коефіцієнт волатильності.

7. Модель динаміки загального об'єму забруднень Z(t).

Загальна форма запису:

$$\frac{d}{dt}[Z(t)] + g(Z(t)) = f^*(c, K, L, R)(1 - \eta c) + \sigma_Z(Z, t) e_Z(t), \quad Z(0) = Z_0, \quad (7)$$

де Y - обсяг «корисного» випуску, K - капітал, L - число працюючих (обсяг праця) C - об'єм споживання, Z - об'єм забруднень («шкідливий» вихід), I - інвестиції, R - інші ресурси.

Оскільки приріст (зростання) забруднення дорівнює різниці між об'ємом зробленого забруднення і об'ємом знищеного забруднення за рахунок безпосередньої боротьби з ним, так і в результаті природного спаду (асиміляція), динаміку забруднення в загальному вигляді можна описати наступним диференціальним рівнянням: $\frac{d}{dt}[Z(t)] = Z^+ - Z^-$, де

для техногенного об'єкту (ТО):

$Z^+ = \gamma f(k)$, $Z^- = \lambda(1 - \alpha - \beta)f(k) + \delta z$, а для техногенної регіональної економіки в цілому (у разі взаємної незалежності ТО):

$$Z^+ = \sum_1^n \gamma_i f_i(k_i), \quad Z^- = \lambda \sum_1^n (1 - \alpha_i - \beta_i) f_i(k_i) + \delta z.$$

Рівняння екологічного індексу:

$$\frac{d}{dt}[z(t)] - \delta_z z(t) = E[\phi(t)]^{\nu_1} \cdot [\alpha_L^1(t)L(t)]^{\nu_2} \cdot [\alpha_K^2(t)K(t)]^{\nu_3} + \sigma_Z(Z, t)e_Z(t), \quad (7^*)$$

де $z(t)$ - екологічний індекс; $\dot{z}(t)$ - приріст екологічного індексу в одиницю часу; δ_z - темп зменшення екологічного індексу через забруднення довкілля $\delta_z > 0$; ν_1, ν_2, ν_3 - статичні параметри $0 \leq \nu_1 \leq 1$, $0 \leq \nu_2 \leq 1$, $0 \leq \nu_3 \leq 1$; E - параметр масштабу: $E > 0$.

8. Рівняння соціального індексу:

$$\frac{d}{dt}[s(t)] - \delta_s s(t) = H[\phi(t)]^{\nu_1} \cdot [\varepsilon_L^1(t)L(t)]^{\nu_2} \cdot [\varepsilon_K^2(t)K(t)]^{\nu_3} \cdot [\varepsilon_z^3(t)z(t)]^{\nu_4} + \sigma_s(s, t)e_s(t), \quad (8)$$

де $\dot{s}(t)$ - приріст соціального індексу в одиницю годині δ_s - темп зменшення соціального індексу у зв'язку із зростанням захворюваності населення, скороченням тривалості життя, збільшенням міри розшарування суспільства і інші $\delta_s > 0$; $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \nu_4$ - статичні параметри еластичності $0 \leq \nu_1 \leq 1$, $0 \leq \nu_2 \leq 1$, $0 \leq \nu_3 \leq 1$, $0 \leq \nu_4 \leq 1$, H - параметр масштабу: $H > 0$.

Відмітимо, що стан соціальної сфери залежить також і від екологічного стану.

9. Рівняння індексу НТП (множник НТП), який збільшує ефективність використання праці і капіталу у виробництві $\tau(t)$:

$$\frac{d}{dt}[\tau(t)] + \delta_\tau \tau(t) = B[\dot{\phi}(t) + \delta_\phi \phi(t)]^{\beta_1} [\dot{\sigma}(t) + \delta_\sigma \sigma(t)]^{\beta_2} \cdot$$

$$[\dot{s}(t) + \delta_s s(t)]^{\beta_3} [\dot{z}(t) + \delta_z z(t)]^{\beta_4}$$

де $\dot{\tau}(t)$ - приріст індексу НТП, викликаний зміною числа передових виробничих технологій, які використовуються у виробництві, в одиницю часу δ_τ - темп зменшення індексу НТП у зв'язку із застаріванням передових виробничих технологій $\delta_\tau > 0$; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ - статичні параметри $0 \leq \beta_1 \leq 1$, $0 \leq \beta_2 \leq 1, 0 \leq \beta_3 \leq 1, 0 \leq \beta_4 \leq 1$; B - параметр масштабу: $B > 0$.

Зауважимо, що $\tau(t)$ - індекс НТП, залежний від числа передових виробничих технологій $w(t)$ і що використовуються у виробництві, наприклад, $\tau(t) = [w(t)]^d$, де $d - const$.

10. Модель динаміки інвестицій $I(t)$. Якщо, наприклад, випуск визначається як $Y = F(K, L)$, $Y = I + C$, то модифікована модель динаміки фондів з урахуванням запізнювання інвестиційних потоків (з розподіленням лагом і коли функції ядра $h(t - \tau) = h_0 \exp(-r(t - \tau))$), тобто для стаціонарного випадку) приймає наступний вид [1-3]:

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + I_h(t) - C(t) - D(t), & K(0) = K_0, \text{ чи} \\ \dot{I}_h = -r I_h + h_0 I_0, & I_h(t_0) = h_0 I(t_0). \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{k} = -(\mu + \nu)k + i_h(t), & k(0) = k_0, \\ \frac{di_h}{dt} = -(r + \mu + \nu)i_h + h_0 \rho f(k), & i_h(0) = i_{h0}, \\ c = (1 - \rho)f(k), & (\rho \equiv \alpha). \end{cases} \quad (10)$$

При цьому зауважимо, що потік інвестицій також є стохастичним процесом. Тут, як і раніше: C - об'єм споживання, D - витрати на моніторинг і скорочення забруднень.

Рівняння (10) є основною динамічною моделлю керованої економічної системи і в якості змінної, що управляє, можна

узяти питоме споживання $c(t) = C(t)/L(t)$ чи норму накопичення ρ , а змінна стану - $k(t)$ - фондоозброєність, тобто $k(t) = K(t)/L(t)$.

11. Модель динаміки споживання. При аналізі і побудові траєкторії споживання вважатимемо, що приріст об'єму споживання за період $[t, t+dt]$ можна визначити так [13]:

$$dC(t) = A(t)K(t)dt - (1 - \alpha)K(t)dt + A(t)K(t)W_C(t). \quad (11)$$

Пропонована модель включає стохастичні обмеження, побудовані на основі умов базової динамічної моделі загальної рівноваги шляхом додавання випадкової змінної. Інший підхід до моделювання взаємозв'язків між споживанням і інвестиціями в умовах невизначеності припускає виділення ризикових активів і моделювання їх доходності у формі випадкової величини.

Випадкові процеси, що враховуються в рівняннях системи, є приростами вінерівських процесів, розподіленими за нормальним законом з середнім, рівним нулю, і дисперсією, пропорційній тривалості даного тимчасового інтервалу. Використовуючи вказану властивість приростів вінерівських випадкових процесів і застосовуючи метод Ейлера-Маруяма, можна побудувати дискретну апроксимацію стохастичних рівнянь системи у формі лінійних рекурентних співвідношень. При цьому відповідні рекурентні співвідношення, що мають дискретну апроксимацію обмежень системи, запишуться так:

$$\begin{aligned} Y_{t+\Delta} &= Y_t + (A_t - \alpha)K_t\Delta + A_tK_t\sigma_K\Delta\xi_t, \\ K_{t+\Delta} &= K_t + ((A_t - \alpha)K_t - C_t)\Delta + K_t\sigma_K\Delta\xi_t, \\ C_{t+\Delta} &= C_t + A_tK_t\Delta - (1 + \alpha)K_t\Delta + A_tK_t\sigma_K\Delta\xi_t, \end{aligned} \quad (12)$$

де Δ — крок тимчасової решітки, по яких проводитимемо розрахунки в режимі імітації; ξ_t — реалізація випадкової величини, що підпорядковується стандартному нормальному закону з середнім, рівним нулю, і дисперсією, рівній одиниці.

12. Інтегральна модель. Отже, у результаті комплексної формалізації отримаємо один з варіантів соціально-еколого-

економічною і інноваційною моделі динаміки у вигляді наступної системи рівнянь:

$$\frac{d}{dt}[K(t)] + \alpha K(t) = I(t) - C(t) - D(t) - B(t) - \alpha K(t)W_K(t), \text{ або}$$

$$\frac{d}{dt}[K(t)] + \alpha K(t) = e^{\omega t} F(K(t), L(t), R(t)) - C(t) - D(t) - B(t) + \sigma_k(K, t)e_k(t), K(0) = K_0,$$

$$Y = F(K, L, R, e_Y(t)) = \left[\beta_1 K^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_2 L^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_3 R^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}} + \sigma_Y(Y, t)e_Y(t) \text{ або}$$

$$Y(t) = A \tau(t) \left[(1 - \alpha_K^1(t) - \alpha_K^2(t) - \alpha_K^3(t)) K(t) \right]^{\alpha_1} \\ \left[(1 - \alpha_{L_2}^1(t) - \alpha_{L_2}^2(t)) L_2(t) \right]^{\alpha_2} + \sigma_Y(Y, t)e_Y(t),$$

$$\frac{d}{dt}[L(t)] - \gamma_L L(t) = -\gamma_Z Z(t) + \gamma_C C(t) + \sigma_L(L, t)e_L(t), L(0) = L_0,$$

$$\frac{d}{dt}[R(t)] - \gamma_R R(t) = \gamma_K K(t) - Y(t) - \gamma_L L(t) + \sigma_R(R, t)e_R(t), R(0) = R_0$$

чи

$$\frac{d}{dt}[R(t)] - d(K(t), L(t), R(t)) = \gamma_K K(t) - \gamma_L L(t) - Y(t) + \sigma_R(R, t)e_R(t),$$

$$\frac{d}{dt}[Z(t)] + g(Z(t)) = f^*(c, K, L, R)(1 - \eta c) + \sigma_Z(Z, t)e_Z(t), Z(0) = Z_0,$$

$$\frac{d}{dt}[\phi(t)] - \delta_\phi \phi(t) = G[\phi(t)]^{\gamma_1} \cdot [\alpha_\sigma^1(t) \sigma(t)]^{\gamma_2}.$$

$$[\alpha_K^1(t) K(t)]^{\gamma_3} \cdot [s(t)]^{\gamma_4} + \sigma_\phi(\phi, t)e_\phi(t),$$

$$\frac{d}{dt}[L_1(t)] - \delta_{L_1} L_1(t) = D[\phi(t)]^{\eta_1} \cdot [\alpha_{L_1}^2(t) L_1(t)]^{\eta_2} + \sigma_{L_1}(L_1, t)e_{L_1}(t),$$

$$\frac{d}{dt}[s(t)] - \delta_s s(t) = H[\phi(t)]^{\nu_1} \cdot [\varepsilon_L^1(t) L(t)]^{\nu_2} \cdot [\varepsilon_K^2(t) K(t)]^{\nu_3}.$$

$$[\varepsilon_z^3(t) z(t)]^{\nu_4} + \sigma_s(s, t)e_s(t),$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}[\tau(t)] + \delta_\tau \tau(t) &= B[\dot{\phi}(t) + \delta_\phi \phi(t)]^{\beta_1} [\dot{\sigma}(t) + \delta_\sigma \sigma(t)]^{\beta_2} \\ &[\dot{s}(t) + \delta_s s(t)]^{\beta_3} [\dot{z}(t) + \delta_z z(t)]^{\beta_4}, \\ \begin{cases} \dot{K} = -\mu K + I_h(t) - C(t) - D(t), & K(0) = K_0, \\ \dot{I}_h = -r I_h + h_0 I_0, & I_h(t_0) = h_0 I(t_0). \end{cases} \\ dC(t) &= A(t)K(t)dt - (1 - \alpha)K(t)dt + A(t)K(t)W_C(t). \end{aligned}$$

де $Y(t)$ - обсяг «корисного» випуску, $K(t)$ - капітал, $L(t)$ - число працюючих, $C(t)$ - об'єм споживання, $Z(t)$ - об'єм забруднень («шкідливий» вихід), $I(t)$ - інвестиції, $R(t)$ - інші ресурси, $D(t)$ - витрати на заходи по зниженню забруднень і моніторинг, $B(t)$ - витрати на забезпечення безпеки і сталого розвитку. Тут $d(K(t), L(t), R(t))$ - деяка функція, що визначає загальний об'єм витрат на розвідку природних ресурсів залежно від витраченого капіталу $K(t)$ і притягнутої праці $L(t)$.

13. Критерій оптимального управління.

Критерій вибору еколого-економічної стратегії розвитку:

$$M[\Phi(C, Y, D, B)] \rightarrow \max, \quad (13)$$

де $\Phi(C, Y, D, B)$ - функція благосостояння, а M - символ математичного сподівання.

Таким чином, отримуємо ієрархічну оптимізаційну модель системи у вигляді:

$$\begin{cases} M\{Z\} \rightarrow \min, M\{K\} \rightarrow \max, \\ \dot{Z} = \chi(Z, K, L, R, c), \\ \dot{K} = \phi(K, L, R, c). \end{cases}$$

У разі «малої» інтегральної моделі управління функція корисності (ФК) - це є функція параметрів/змінних $\tilde{y}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$, де $\{\alpha_k(t), k = 1, \dots, 4\}$ - долі витрат на невиробничі, екологічні витрати, НДОКР, на безпеку, інноваційні і інформаційні технології і т.п., а критерій оптимальності тоді є співвідношення:

$$\Lambda(c, k, z, L, \tau, S) = \int_{t_0}^T \tilde{u}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4) \exp(-\theta t) dt \rightarrow \max_{\{\alpha_i\} \in \tilde{\Omega}} .$$

Для вирішення завдань ЕЕУ на основі приведених стохастичних і детермінованих моделей можна скористатися відомими класичними методами оптимального управління з обмеженнями [1-3].

Загалом, критерій оптимізації можна представити як

$$\Lambda(\vec{a}) = \int_{t_0}^T \tilde{u}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots) \exp(-\theta t) dt \rightarrow \max_{\{\alpha_i\} \in \tilde{\Omega}} .$$

Тут потрібно ще більшої інтеграції моделей і критеріїв (і обмежень) оптимізації управління і ПР.

Важливо також врахувати в моделях і критеріях випадкові (стохастичні) чинники мультиплікативного і адитивного впливу.

Тобто

$$\Lambda(\vec{a}) = M \left[\int_{t_0}^T \tilde{u}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots) \exp(-\theta t) dt \right] \rightarrow \max_{\{\alpha_i\} \in \tilde{\Omega}} . \quad (14)$$

У якості критерію в задачах, подібних до тієї, що розглядається, зазвичай приймають цільовий функціонал максимізації середньодушового споживання працівника в тимчасовому проміжку $[0, T]$:

$$\int_0^T \frac{C(t)}{L_1(t) + L_2(t)} \exp(-\theta t) dt \rightarrow \max , \quad (15)$$

де $\theta > 0$ - коефіцієнт дисконтування, що відбиває міру віддання перевазі над справжнього споживання майбутнім.

Зауважимо, що критерій (15) є тільки приватним (економічним) критерієм.

Тому потрібні також і соціально-екологічні, інноваційні і інші критерії оптимальності !

Висновки. Розроблена інтегральна стохастична модель динаміки зростання і розвитку соціально-еколого-орієнтованої інноваційної економіки, яка складається із моделі динаміки

техногенних об'єктів, придатних для умов криз.

Приведені моделі динаміки капіталу, трудових ресурсів (як некваліфікованих, так і кваліфікованих), динаміки знань, технологій і освіти, динаміки інвестицій, споживання, природних ресурсів і т.д. Це як найповніша інтегрована стохастична соціально і екологічно орієнтована модель зростання і розвитку в інноваційній економіці.

Перспективною є також розробка і дослідження моделей, критеріїв і методів оптимального управління техногенними об'єктами і створення систем ухвалення рішень на основі запропонованої інтегральної моделі в просторі стану.

Список використаних джерел:

1. Рамазанов С.К., Сергієнко А.В. Інтегральна соціально – еколого - економічна стохастична модель динаміки техногенного регіонального підприємства в умовах кризи. Монографія./ Колектив авторів // За заг. ред. проф. Соловійова В.М.- Черкаси, 2015. - С. 89-108.
2. Рамазанов С.К., Рогоза Н.Є., Мусаєва Е.К. Нелінійний моделі та аналіз складних систем: навчальний посібник / Під ред. проф. С.К. Рамазанова. – Луганськ – Полтава: ПУЕТ, 2009. – 636 с.
3. Рамазанов С. К. Моделювання соціально–еколого-економічної динаміки в нестабільному середовищі / С. К. Рамазанов // Інформатика та системні науки (ІСН-2015): матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 19–21 берез. 2015 р.). – Полтава: ПУЕТ, 2015. – С. 284-287.
4. Остром К. Введение в стохастическую теорию управления. – М.: Мир, 1970. – 326 с.
5. Григоркив В.С. Моделирование многосекторной эколого-экономической системы// Кибернетика и системный анализ. – 1999. - №3. – С. 147-157.
6. Соловьев В.И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения: монография / В. И. Соловьев; ГУУ. — М.: Вега-Инфо, 2009. — 176 с.
7. Солоу Р. М. Теория роста // Панорама экономической мысли конца XX столетия; под ред. Д. Гринауэя, М. Блини,

- И. Стюарта. Т. 1. СПб.: Экон. шк., 2002. - С. 479–506.
8. Моисеев А. Н. Оптимальные и сбалансированные траектории в моделях экономического роста с эндогенной формой НТП // Актуальные вопросы экономико-математического моделирования; под общ. ред. М. В. Грачёвой. М.: ТЕИС, 2004. - С. 178–190.
9. Макаров В. Л. Вычислимая модель экономики знаний / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Н. В. Бахтизина // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45, № 1. - С. 70–82.
10. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488с.
11. Колемаев В. А. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем: учебник. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 295 с.
12. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: учеб. пособие / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – СПб.: Питер, 2006. – 346 с.
13. Воронцовский А. В., Вьюненко Л. Ф. Прогнозирование развития экономики на основе стохастической модели экономического роста с учетом точки поворота // Вестник СПбГУ. Серия 5. Экономика. - 2016. Вып. 4. - С. 4–32.
14. Геєць В.М. Інноваційні перспективи України / В.М. Геєць, В.П. Семиноженко. – Х.: Константа, 2006. – 272 с.
15. Клебанова Т.С. Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем: моногр. / под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФОП Лібуркіна Л. М., ВД«ІНЖЕК», 2010.
16. Ляшенко І.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: навч. посіб. / І.М. Ляшенко, М.В.Коробова, А.М. Столяр. – Тернопіль: Богдан, 2006. –304 с.
17. Голиченко О.Г. Экономическое развитие в условиях несовершенной конкуренции: подходы к многоуровневому моделированию / О.Г. Голиченко. – М.: Наука, 1999.
18. Айвазян С.А. Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал / С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев, В.А. Руденко // Прикладная

- эконометрика. – 2012. – № 3(27).
- 19.Клейнер Г.Б. Системная экономика и системно-ориентированное моделирование / Г.Б. Клейнер // Экономика и математические методы. – 2013. – № 3. – С. 71–93.
- 20.Леонтьев В. Межотраслевой анализ воздействия структуры экономики на окружающую среду / В. Леонтьев, Д. Форд // Экономика и математические методы. – 1972. – Т. 8, вып. 3. – С. 370–400.
- 21.Вагапова Я.Я. Моделирование экономического роста с учетом экологического и социального факторов / Я.Я. Вагапова. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 128 с.
- 22.Brock W.A. Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability / W.A. Brock, D. Hsieh. – MIT Press, 1991. - 238p.
- 23.Lucas R.E. On the mechanics of economic development / R.E. Lucas // Journal of Monetary Economics. – 1988, July. – № 22, № 1. – P. 3–42.
- 24.Romer P.M. Growth based on increasing returns due to specialization /P.M. Romer // American Economic Review. – 1987, May. – V. 77. – № 2.
- 25.Romer P.M. Increasing returns and long-run growth. / P.M. Romer // Journal of Political Economy. – October, 1986. – V. 94. – P. 1002-1037.
- 26.Tsukui J. Turnpike optimality in input-output system-theory and application for planning / J. Tsukui, Y. Murakami. – Amsterdam: North-Holland, 1979. - 242p.
- 27.Tahvonen O. Economic growth, pollution, and renewable resources / O. Tahvonen, J. Kuuluvainen // Journal of Environmental Economics and Management. – 1993. – V. 24.

1.8. НЕЙРОМАРКЕТИНГ: ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В DIGITAL-СЕРЕДОВИЩІ

Анотація. В статті проаналізовано інноваційні методи здійснення нейромаркетингових досліджень; розроблено авторську класифікацію цих методів; виділено розділи нейромаркетингу; наведено сфери застосування нейромаркетингової діяльності.

Ключові слова: digital-маркетинг, маркетингові дослідження, нейроеконіміка, нейромаркетинг.

Аннотация. В статье проанализированы инновационные методы осуществления нейромаркетинговых исследований; разработана авторская классификация этих методов; выделено разделы нейромаркетинга; приведены сферы применения нейромаркетинговой деятельности.

Ключевые слова: digital-маркетинг, маркетинговые исследования, нейроэкономика, нейромаркетинг.

В сучасних економічних умовах, емерджентності, ризику, невизначеності і непередбачуваності, маркетингові і комунікаційні процеси взаємодії зі споживачами повинні бути засновані на принципово нових ідеях, винахідливості і креативності виробників, максимально індивідуальному, особистісному підході до покупця, а також інтерактивних інформаційних технологій. Стрімко прогресуючі засоби інформаційного простору вийшли на новий рівень розвитку. Сьогодні інформаційні технології знаходять своє застосування в тих сферах маркетингової діяльності, в яких раніше були недоступними. Швидкозмінна ринкова ситуація, смаки і потреби клієнтів, мотиви при виборі товарів і їх постачальників приводять до того, що традиційні інструменти і механізми рішення маркетингових задач сьогодні перестають працювати і потребують оперативного застосування нових технологічних рішень у вирішенні таких питань: прогнозування та управління поведінкою споживачів при зміні маркетингової політики, перевірка ефективності реклами, розуміння споживача та його реакції на маркетингові подразники, вплив на почуття

споживачів, виявлення причини здійснення покупки, а також окреслення сегменту найбільш перспективних споживачів. Вивчення та дослідження поведінки споживача є основним фактором подальшої маніпуляції. Такі підходи ґрунтуються на дослідженнях нейрофізіології, когнітивної (пізнавальної) психології та маркетингу, що знайшли своє застосування в такій науці як нейромаркетинг, основним завданням якого є прогноз вибору споживачів.

Сьогодні мережа Інтернет є основним джерелом для видобутку маркетингової інформації, що є складовою digital-середовища та digital-маркетингу в цілому та об'єднує в собі найбільшу аудиторію потенційних споживачів.

Цифрова природа інформації призводить як до можливості її безмежного зберігання і обробки, так і до необмежених можливостей її застосування і управління в необхідному напрямку за допомогою комп'ютерних засобів інформаційних технологій. Перетворення даних і всього оточуючого простору в цифрову форму дають початок новій важливій тенденції в інформаційному суспільстві.

Digital-маркетинг – це використання різних способів просування продукту в широкі маси з використанням цифрових каналів (просування через пошукові системи, контекстна і тізерна реклама, медійна і банерна, просування в соціальних медіа і блогах, створення мобільних додатків для смартфонів, планшетів та інших носіїв, вірусна реклама). В ньому розроблено ряд технічних прийомів, що дозволяють досягти цільову аудиторію. Тому впровадження digital-маркетингу означає використання нових підходів боротьби за споживача.

Нейромаркетинг, в свою чергу, - це технологія, яка спрямована на формування та стимулювання попиту з урахуванням знань, отриманих завдяки дослідженню принципів роботи мозку та психології поведінки споживачів. Цей вид діяльності поєднує в собі результати досліджень мозку і психології з методиками традиційного маркетингу для створення нових, ефективніших маркетингових стратегій [1].

Концепцію нейромаркетингу розробили психологи Гарвардського університету у 1990-х рр., згідно з якою основна

частина осмисленої діяльності людини (90 %), знаходиться на підсвідомому рівні, зокрема і емоції. Це означає, що більшість рішень приймається підсвідомістю. Дана методика була розроблена професором Д. Залтманом і запатентована, як технологія ZMET – Zaltman metaphor elicitation technique. Суть методу полягає у виявленні в підсвідомості метафоричних образів, які мають безпосередній вплив на осмислення, розуміння та сприйняття інформації, що поступає в головний мозок. Базою методу ZMET є синергія нейробіології, психології, лінгвістики, поведінкових наук. Розшифрування людських думок, емоцій, страху, почуттів є важливим фактором у розумінні поведінки споживачів. Методологія ZMET має ж в собі значну базу для вирішення цієї проблеми [2].

Засновниками нейромаркетингу є А. Трайндл [3], Б. Оейман [4], які продемонстрували доцільність застосування наукових досліджень людських реакцій в торгівлі. Масштабні дослідження в даній сфері були проведені М. Ліндстромом [5].

В 2002 р. Д.Канеман і А.Тверські довели ірраціональність прийняття рішень і виявили механізм прийняття людиною рішень в ситуації невизначеності. В результаті з'явилася нова наука – нейроекономіка. Вона досліджує роботу людського мозку в момент прийняття економічного рішення.

Нейромаркетинг є інноваційним та сучасним інструментом маркетингу, специфіка якого полягає у використанні психотерапевтичних досліджень мозку й визначення нейрореакцій для здійснення впливу на поведінку споживачів. Об'єктом вивчення нейромаркетингу є широкий спектр реакцій у поведінці людини: дослідження змін динаміки пульсу, процесу потовиділення, струмів мозку, рухів зіниць та інших спонтанних реакцій.

У класичному вигляді нейромаркетинг передбачає роботу з роздрібною торгівлею і особистими продажами, але в сучасних реаліях ситуація складається принципово інша. У нейромаркетингових комунікаціях використовується 4 канали: слух, зір, дотик та нюх. Нейромаркетинг стосується насамперед візуального аспекту, оскільки зорова інформація має найбільше значення при сприйнятті навколишнього світу - і в тому числі в точках продажів. Вимірювання візуальної поведінки і

емоційної залученості дозволяють складати стратегічні рекомендації щодо оптимізації та ефективності конструкції візуальної комунікації (рис.1). В результаті цього ключове повідомлення реклами доходить до цільової групи.

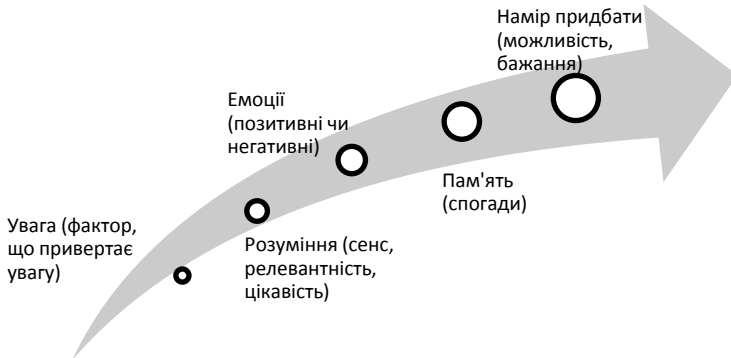


Рис.1. Конструкція візуальної комунікації

З тактильним контактом і ароматами в Інтернет-середовищі працювати не вийде. Значить, залишаються тільки два канали. Для роботи з ними доцільно використати інструменти digital-маркетингу, а саме: відтворення відео (інструкції, відгуки, рекламні ролики), графічний контент (інфографіка, анімація), інформери (спливаючі вікна з розумними налаштуваннями показу, лічильники, таймери), що доповнені знанням психології продажів і допоміжними напрямками нейромаркетингу. Таке поєднання дозволить донести інформацію з мінімумом втрат і спотворень.

Виділяють такі розділи нейромаркетингу [6]:

- 1) маркетингові дослідження з визначенням реакцій мозку - дослідження реакцій мозку на вплив зовнішніх подразників і фіксація підсвідомих процесів сприйняття, що дають можливість виявити закономірності, причинно-наслідкові зв'язки між таким впливом і поведінкою споживача;
- 2) аромамаркетинг – вивчає вплив запаху на поведінку споживачів;
- 3) аудіомаркетинг – вивчає вплив звуку на поведінку споживачів;

4) психологія кольору – ґрунтується на здійсненні впливу на поведінку споживачів за рахунок кольорових рішень.

Виходячи з вище сказаного, виділимо наступні сфери застосування нейромаркетингової діяльності:

Нейромаркетингові дослідження – новий напрям маркетингових досліджень, предметом якого є вивчення неусвідомлених, сенсорних, когнітивних і емоційних реакцій людини на маркетингові стимули (зразки реклами, упаковка, продукт, логотип) за допомогою спеціального обладнання (томограф, гальванометр, електроенцефалограф, ай-трекер та ін.).

Ціллю нейромаркетингових досліджень є об'єктивна оцінка нейрофізіологічних проявів реакцій респондентів. Ці прояви представляють цінність, так як достовірно відображають когнітивні (увага, пам'ять, впізнавання) і емоційні процеси в психіці споживача. Отримана таким чином інформація здатна суттєво розширити представлення про те, як приймаються рішення споживачем.

Брендинг – використання знань про сприйняття споживачами таких атрибутів бренду як назва бренду (ім'я, неймінг) та зовнішній вигляд товару, його фізичні характеристики (упаковка).

Маркетингові комунікації і просування. Можна виділити наступні елементи маркетингових комунікацій: рекламні ролики – обробка реакції респондентів на епізоди за допомогою інструментів нейромаркетингу та POS (друковані промо-матеріали) – тактильні відчуття і набір асоціацій, що пов'язані з кольоровими рішеннями.

Аналіз поведінки споживачів. При вивченні ключових параметрів поведінки респондентів виявляються особливості сприйняття. Дані результати дозволяють сформулювати інформацію про споживчий інтерфейс (накопичений поведінковий досвід) і спрогнозувати тренди поведінки. Також дозволяє змодельовати скрипти (набір поведінкових моделей), що покращують зовнішню комунікацію зі споживачами.

Створення веб-контенту. Нейромаркетинг дозволяє будувати теплові карти веб-ресурсу на основі даних очей користувача і реакцій що з'являються в результаті навігації по

ньому. Таким чином, можливо сформувати оптимальний сценарій користування веб-ресурсом, що покращує конверсію і підвищує рівень довіри до даного товару / послуги.

Нейромаркетинг - це застосування наукових методів вивчення і вимірювання поведінки людини як споживача і як покупця. Якщо ми хочемо впливати на людську поведінку, ми повинні вміти вимірювати і розуміти емоції, увагу та інші когнітивні процеси [7].

В результаті проведених маркетингових досліджень виділені методи нейрофізіологічних досліджень (рис. 2), які можуть активно застосовуватися на практиці за допомогою сучасних технічних засобів:

- eye tracking (система реєстрації руху очей і напрямку погляду) - технологія, що дозволяє визначати напрямок і послідовність руху очей, тривалість погляду і інші характеристики. Метод дозволяє спостерігати і оцінювати увагу і емоційну залученість об'єктивно і без зовнішнього впливу. Тобто, можливість отримувати результати, не спираючись на суб'єктивні відповіді респондентів і без впливу на поведінку людей;
- електроенцефалографія (ЕЕГ) - аналіз емоційної реакції. Вимірювання електричної активності головного мозку дозволяють зареєструвати об'єктивні емоційні реакції людини на продукт, рекламу або дизайн;
- оцінка емоційного стану по міміці обличчя – метод дослідження біоелектричних потенціалів, що виникають в скелетних м'язах при порушенні м'язових волокон за допомогою поверхневих або голчастих електродів. Накладення електродів відбувається на малу і велику виличні м'язи, на надчерепні м'язи і кругові м'язи рота;
- контентний лінгвістичний і когнітивно-психологічний аналізи текстів - дозволяє дізнатися про використання в тексті категорій слів, займенників, вживання часів дієслів, службових часток мови, тощо. Метод також дозволяє визначити, наскільки привабливий і зрозумілий текст для різних вікових груп; дозволяє побачити приховані негативні емоції, недолік або надлишок чуттєвої інформації та категорій сприйняття; характеристики стилістики тексту.

- імпліцитні асоціативні тести – використовується для вивчення множини прихованих асоціацій, таких, як імпліцитні расові та гендерні стереотипи, установки по відношенню до людей похилого віку і переваги певних політичних кандидатів;
- вимірювання варіабельності серцевого ритму – вимірювання частоти серцевих скорочень і варіабельності серцевого ритму, артеріального тиску, тонуусу судин. Зміни в даних параметрах можуть свідчити про зміну рівня концентрації уваги, а також емоційного стану респондента [8];
- викликані потенціали являють собою електричну активність нейронів мозку, що виникає у відповідь на роздратування відповідного аналізатора. Розділяють наступні класи викликаних потенціалів: когнітивні, зорові, слухові, сомато-сенсорні [9];
- функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ) - дає змогу скласти карту головного мозку для визначення особливостей областей головного мозку, які відповідають за мову, рухи, зір, пам'ять тощо. Можливості для маркетингу: дослідження уваги, емоційних реакцій, пам'яті та інші дослідження функціональних станів головного мозку;
- реєстрація шкірно-гальванічної реакції або зміни електричного опору шкіри. Через фізіологічне збудження відбувається викид поту на поверхню шкіри, в якому містяться солі електроліти, що і покращує електропровідність шкіри, знижуючи її опір. Це реакція вегетативної нервової системи у відповідь на емоційно-значущі стимули [10].

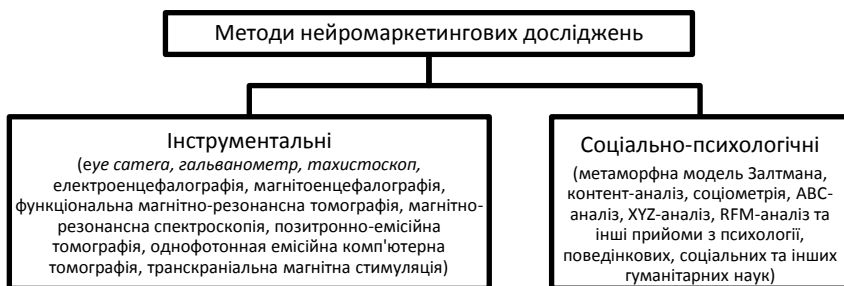


Рис.2. Методи нейромаркетингових досліджень

Кожна з технологій нейромаркетингу виявляє певні мотиви респондентів, у зв'язку з чим підприємство визначає необхідність проведення того чи іншого дослідження.



Рис. 3. Механізм прийняття споживчих рішень

Технології нейромаркетингу дозволяють здійснювати збір і обробку нового виду даних. При достатньому об'ємі цих даних формується основа для побудови маркетингових комунікацій. Спеціальні прилади дозволяють фіксувати емоції респондентів під час проведення досліджень. Можливість реєстрації нейробіологічних процесів прийняття рішень відкриває можливість оптимізації досліджуваного матеріалу і визначення споживчих рішень на всіх етапах його формування (рис. 3). Навіть з такої спрощеної моделі видно, що в ситуації вибору має місце ціла серія різноманітних нейробіологічних реакцій, що визначенню не може зробити відповідальною за прийняття рішення тільки одну зону головного мозку. Однак, це не виключає того факту, що деякі його області залучені в процес більше, ніж інші. За допомогою нейромаркетингових досліджень, що спираються на об'єктивні дані показників приладів (ай-трекер, поліграф, ЕЕГ, а також технології мікроміміки і нейропрофайлінгу) можна отримати достовірні дані про те, які емоції відчувають споживачі при контакті з досліджуваним матеріалом, а також однозначно визначати їх вподобання серед представлених ним варіантів для вибору. Отримані результати стають основою для створення рекламних повідомлень, які будуть прогнозовано ефективними. Дані, які отримують нейромаркетологи, дозволяють змінювати думки людини до того, як вона їх усвідомила і зробила своєю позицією.

У сучасному світі підприємству вже потрібно не просто знати потреби споживача, а їх на кілька кроків випереджати, формувати потребу та прогнозувати поведінку споживача.

Знання про закономірність купівельного сприйняття дозволяє підприємствам вибирати найбільш ефективний спосіб емоційного впливу.

Нейромаркетинг є однією з найефективніших сучасних технологій, що ґрунтується на статистичному опрацюванні даних, отриманих у процесі психофізіологічних досліджень та головна перевагою якого є доступ до інформації, недоступної звичними способами.

Список використаних джерел:

1. Закаблущька Е. Нейромаркетинг: to be, or not to be? / Е. Закаблущька. – 2010. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.artmanage.ru/articles/neiromarketing.html>.
2. Belden S. R. A. Neuroeconomics and Neuromarketing. Practical Applications and Ethical Concerns // Journal of Mind Theory. - 2008. - С. 249-258.
3. Арндт Трайндл. Нейромаркетинг:визуализация эмоций. / Пер. с англ. под ред. Е.К. Филиппенко. – М:Альпина Паблишер, 2007г. – 112с.
4. Арндт Трайндл, Барт Оейман. Нейромаркетинг – новая эра в ритейле. / Пер. с англ. под ред. О.В. Привойлова.– М:Альпина Паблишер, 2011г. – 213с.
5. Мартин Линдстром. Buyology./ Пер. с англ. под ред. Е. В. Фалюк. – М : Эксмо, 2010 г. – 84с.
6. Окландер М. Нейромаркетинг – теорія та практика впливу на підсвідомість споживача / М. Окландер, Ю. Губарева // Економіст. - 2014. - № 11. - С. 59-62.
7. А. С. Старостина. Векторы применения потенциала нейромаркетинга / Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2015. - № 6. - С. 137-140.
8. Блог о нейромаркетинге. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mindware.ru/neuromarketing.html>.
9. А. В. Фігун. Методологія нейромаркетингу: суть, класифікація, перспективи розвитку / Н. В. Фігун, // Науковий вісник НЛТУ України. - 2014. - Вип. 24.5.
10. Чернова М. Нейромаркетинг: мифы, реальные цели и ловушки / М. Чернова. – 2010. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.marketing.spb.ru/lib-around/science/neuromarketing.htm? Printversion](http://www.marketing.spb.ru/lib-around/science/neuromarketing.htm?Printversion).

1.9. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ КРИЗИ ПЛАТІЖНОГО БАЛАНСУ

Вступ. Криза платіжного балансу характеризується різким знеціненням валюти, скороченням міжнародних резервів, а також підвищенням відсоткових ставок. Найбільший вплив вона несе на країни, що розвиваються, з високою залежністю від кон'юнктури окремих товарних ринків. Саме так ми можемо охарактеризувати і Україну. Досвід нашої країни включає в себе кризи 1998, 2008 та 2014 року. Руйнівні наслідки кризи платіжного балансу українці могли відчутти не так давно, рік тому наша держава знаходилась на межі фактичного дефолту.

Актуальним залишається питання моделювання кризових процесів та можливості їх передбачення. Лише в другій половині ХХ століття, коли після поглиблення торгівельних зв'язків наслідки кризи стали вражати країни, що розвиваються, у наукових колах сформувався значний інтерес до даної проблематики. Підходи до пояснення механізмів просування кризи платіжного балансу були широко висвітлені в працях Г. Камінської, К. Рейнхарт [1, 2, 3] та П. Кругмана [4, 5]. Згодом почали з'являтися системи раннього попередження криз, які дозволили оцінити вірогідність виникнення кризи впродовж найближчого періоду. Для України питання створення адекватної моделі попередження кризи платіжного балансу залишається відкритим та найбільш актуальним, так як кризові процеси з 2014-го року значно поглибились.

Метою роботи є створення економіко-математичної моделі, що ґрунтується на сигнальному підході, для прогнозування кризи платіжного балансу. Для досягнення мети було визначено фактори, що є каталізатором до появи кризи платіжного балансу в Україні, проаналізовано тенденції поширення криз, визначено найбільш ефективну форму індексу валютного тиску в Україні, розв'язано оптимізаційну задачу для визначення порогових значень для кожного з індикаторів, що сигналізують наближення кризи платіжного балансу.

Теоретичний огляд. В процесі становлення теорії криз

виокремлюють три покоління моделей криз платіжного балансу.

Моделі «першого покоління» з'явилися як результат обґрунтування латиноамериканських криз у 70-80-х роках минулого століття. Дослідниками були П. Кругман [4], Р. Флуд і П. Гарбер [6].

В праці [4] П. Кругман описує поняття кризи платіжного балансу як результат накопичення дисбалансів у зовнішньому секторі, який не може компенсуватися ні внутрішніми резервами, ні зовнішніми запозиченнями. Суб'єкти ринкових відносин відчувають слабкість уряду й неможливість втримати фіксований курс, тому й починають збільшувати тиск на національну валюту (M_t/P_t), ґрунтуючись на власних раціональних очікуваннях і максимізуючи власний рівень добробуту ($W_t = M_t/P_t + F_t$). Зазвичай така ситуація супроводжується зростанням попиту на іноземну валюту (F_t) та відпливом іноземних інвестицій.

П. Кругман порівняв розвиток кризи за двох режимів валютного курсу: фіксованого та плаваючого. В графічній моделі (див. рис. 1) висхідна крива LL відображає умову портфельного балансу, ріст активів у іноземній валюті буде супроводжуватись ростом активів у національній валюті для відповідного рівня девальвації валюти. Спадаюча крива WW відображає рівень багатства. Для отримання іноземної валюти в будь-який момент, резиденти повинні знизити рівень їх реальних запасів в національній валюті.

Якщо у випадку гнучкого курсоутворення національна валюта знецінюється, тоді крива LL зміститься до $L'L'$. У випадку якщо F не можна змінити, девальвація зростає, переміщуючи рівновагу від точки А до В.

Якщо уряд має резерв іноземних грошей R і готовий обміняти іноземну валюту на національну за фіксованого курсу, тоді резиденти можуть торгувати вільно, рухаючись по кривій WW . Девальвація призведе до зміщення в портфелі вітчизняних резидентів зі зміною платіжного балансу від А до С.

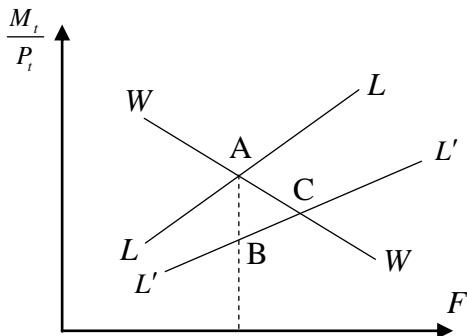


Рис. 1. Ефект впливу девальвації валюти за фіксованого та плаваючого курсу

Джерело: побудовано на основі [4]

Існує компенсуюча зміна резервної позиції уряду, оскільки уряд поставляє бажані іноземні гроші; зміни в запасах активів представлені формулою: $\Delta R = -\Delta F = \Delta M/P$. Таким чином, за гнучкими тарифами, зміни в очікуваннях відображені в короткостроковій перспективі в змінах валютного курсу; тоді як за фіксованими ставками вони відображаються у змінах резервів уряду

На основі праці П. Кругмана для України можна виявити такий механізм утворення кризи платіжного балансу: на першому етапі поступове зниження резервів, на другому етапі спекулятивну атаку і посткризовий період, протягом якого валюта поступово знецінюється.

Моделі «першого покоління» були також розглянуті у праці Р. Флуда та П. Гарбера [6]. Вони вважають, що одним з основних факторів утворення нестабільності виступає незбалансована внутрішня економічна політика.

Отже, основним досягненням моделей першого покоління є ідентифікація недоліків запобігання кризи при фіксованому курсі. А основним недоліком є спрощена модель очікування девальвації інвесторами та відсутність аналізу поширення валютної кризи по країнам-партнерам – «ефект інфікування».

Моделі «другого покоління» виникли після кризи європейської грошової системи в 1992-1993 роках та

мексиканської в 1993 році. Основоположником моделі кризи платіжного балансу «другого покоління» є М. Обстфельд [7], він вказував на те, що криза визначається діловими очікуваннями суб'єктів господарської діяльності, чий негативні очікування спонукають до відходу від стану рівноваги з фіксованим обмінним курсом. В свою чергу уряд продовжує утримувати стабільний обмінний курс для стабілізації ситуації, тому виникає висока ймовірність спекулятивної атаки. Економіка реагує підвищенням відсоткових ставок для нівелювання спекулятивної атаки. У випадку, коли економіка перебуває на циклі падіння, тоді зростання попиту на іноземну валюту призводить до дисбалансу, що призведе до розгортання кризових процесів.

Провал моделі «другого покоління», що не змогла пояснити кризу в Азії, а також процесу утворення «подвійних криз» вплинуло на перегляд фундаментальних припущень механізму утворення кризи платіжного балансу. Були розглянуті моделі «третього покоління», що базувалися на припущенні щодо поєднання валютних, кредитних ризиків та ризиків ліквідності, реалізація яких веде до банківських та валютних криз.

Моделі «третього покоління» з'явилися у результаті азійської та російської криз в 1997-1998 роках [9]. Вони ґрунтуються на ширшому діапазоні праць, серед яких оновлена праця П. Кругмана [5] та Дж. Корсетті [10], П. Пезент і [11] та Н. Рубіні [12].

Дослідники розглянули проблему регулювання банківської сфери на потрясіння фінансової системи та її взаємозв'язок з кризою платіжного балансу.

П. Кругман виділив три фактори, які призводять до виникнення кризи платіжного балансу:

1. Труднощі в управлінні зовнішнім боргом та утриманні його в певних межах для країн, що розвиваються.
2. Відсутня можливість запозичень з-за кордону в національній валюті.
3. Суттєвий розрив між активами та зобов'язаннями країни [5].

Н. Корсетті [10] стверджує, що існує лінійний зв'язок між

нормами прибутковості на фондовому ринку двох країн:

$$r_i = \beta_0 + \beta_1 r_j + v_i$$

де r_i, r_j – норми прибутковості на фондових ринках двох країн;

v_i – стохастичний шум, що не залежить від норми прибутковості; β_0, β_1 – деякі константи, при чому β_1 вказує на «силу» взаємовпливу двох ринків.

Ефект «інфікування» у його праці формується на основі істотної кореляції між фондовими ринками різних країн. Були створенні критерії перевірки взаємовпливу та оцінки «незалежності» двоступінчастим методом.

Ф. Канова [13] вважає, що інфікування відбувається через три канали: фінансова взаємозалежність між країнами, взаємозалежність реальних секторів та через зміни в очікуваннях учасників ринку.

Методологія досліджень. На початку 90-х років минулого століття Б. Айхенгрін, А. Роуз і К. Віплош [14] ввели таке поняття як «індекс валютного тиску» (далі – ІВТ). Різка зміна обмінного курсу, відсоткової ставки та обсягів міжнародних резервів є основними сигналами наближення кризи платіжного балансу [21]. Математична формалізація ІВТ на думку дослідників має вигляд:

$$EMP_t = \frac{1}{\sigma_e} \frac{\Delta \varepsilon_t}{\varepsilon_t} + \frac{1}{\sigma_m} \frac{\Delta r m_t}{r m_t} - \frac{1}{\sigma_r} \Delta r_t, \quad (1)$$

де EMP_t – індекс валютного тиску;

$r m_t$ – обсяг міжнародних резервів центрального банку;

σ_m – стандартне відхилення зміни резервів;

ε_t – обмінний курс;

σ_e – стандартне відхилення зміни обмінного курсу;

r_t – ринкова відсоткова ставка;

σ_r – стандартне відхилення зміни ринкової відсоткової ставки.

У 1998 році Г. Камінська та К. Рейнхарт [3] розробили підхід до визначення індексу валютного тиску за формулою

$$EMP_t = \frac{\Delta \varepsilon_t}{\varepsilon_t} - \frac{\sigma_e}{\sigma_m} \frac{\Delta r m_t}{r m_t} \quad (2)$$

Згодом Г. Камінська, С. Лізондо та К. Рейнхарт [2] створили деяку модифікацію ІВТ, що враховує номінальну ставку і має вигляд:

$$EMP_t = \frac{\Delta \varepsilon_t}{\varepsilon_t} - \frac{\sigma_e}{\sigma_m} \frac{\Delta r m_t}{r m_t} + \frac{\sigma_e}{\sigma_i} \Delta i_t, \quad (3)$$

де i_t – номінальна процентна ставка у країні;

σ_i – стандартне відхилення зміни номінальної процентної ставки.

Відсоткова ставка включається до індексу залежно від того, чи є вона ефективним каналом трансмісійного механізму в країні, для якої розраховується [14]. В даному випадку ІВТ зростає зі знеціненням національної валюти, зменшенням міжнародних резервів і ростом номінальних процентних ставок.

Модифікований індекс тиску на валютний ринок створили Дж. Сакс, А. Торнелл та А. Веласко [16]. Він має наступний вигляд:

$$EMP_t = \left(\frac{1/\sigma_e}{m} \right) \frac{\Delta \varepsilon_t}{\varepsilon_t} - \left(\frac{1/\sigma_m}{m} \right) \frac{\Delta r m_t}{r m_t} + \left(\frac{1/\sigma_i}{m} \right) \Delta i_t, \quad (4)$$

$$m = 1/\sigma_e + 1/\sigma_m + 1/\sigma_i$$

Більшість дослідників вважають кризовими моментами епізоди, коли значення ІВТ менше за середнє значення на два стандартні відхилення. Слід зазначити, що поріг вибирається для кожної країни індивідуально. Чим ближче країна наблизилась до переходу в групу «розвинені країни», тим менш волатильними є її показники. Для таких країн порогове значення може знижуватися й до рівня $1,5\sigma$ та буде оптимально сигналізувати про настання кризи.

Одним з актуальних підходів до моделювання індексу валютного тиску є також «метод Z», описаний у дослідженні М. Фратцшера [17]. На його думку, зміна міжнародних резервів та відсоткової ставки можуть взаємокомпенсувати одна одну. Тому найбільш доцільним є розкладення моделі Б. Айхенгріна на компоненти, та дослідження їх волатильності, а саме

порогових значень. Індекс набуває значення «1» у випадках:

$$\Delta r_{i,t} / r_{i,t} < \beta_2 \sigma_{r,t} + \mu_{r,t}$$

$$\Delta e_{i,t} / e_{i,t} < \beta_1 \sigma_{e,t} + \mu_{e,t}$$

$$\Delta i_{i,t} < \beta_3 \sigma_{i,t} + \mu_{i,t}$$

де $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – порогові значення для індикаторів.

Індекс валютного тиску як неперервна змінна може використовуватися для економетричного аналізу, але при сигнальному підході виникає потреба у змінній, яка заздалегідь інформує про те, що відбудеться криза платіжного балансу. Для цього вводиться змінна попередження кризи. Вона, набуваючи значення «1», сигналізує про те, що криза відбудеться впродовж наступних t місяців. Також сигнали не приймаються впродовж шести місяців після того, як кризова змінна, отримана на основі індексу валютного тиску, набула значення «1».

Було розглянуто як найефективніше підібрати форму індексу, який би описував кризу платіжного балансу для української економіки. Не виникає сумніву щодо використання обсягу міжнародних резервів як одного з компонент ІВТ. Що стосується відсоткової ставки, то найдоцільніше включити середню ставку за операціями на міжбанківському ринку, на відміну від облікової ставки. Вона є менш політизованою та швидко реагує на зміну ситуації на ринку [8].

Для побудови форми індексу валютного тиску, що найкраще описуватиме кризові явища, було розглянуто такі компоненти: міжнародні резерви, середня ставка за операціями на міжбанківському ринку, в якості обмінного курсу три альтернативи: РЕОК, НЕОК та середньозважений курс гривні до долара. В якості форм індексу були обрані моделі (1)-(4).

Всього було розглянуто 12 альтернатив представлення індексу валютного тиску. Для вибору найбільш ефективної форми ІВТ був запропонований власний критерій, що спирається на модифікацію індексу Камінської [2]:

$$L_t = \sum_{i=1}^n (0,25 \cdot SM_{III,t}^i + 0,5 \cdot SM_{II,t}^i + SM_{I,t}^i + 2SE^i) \quad (5)$$

де SE_t^i – кількість коректно виправданих «жорстких сигналів»,

коли після опускання ІВТ на рівень 2σ відбувались кризові процеси, SM_i^I – «м'яких сигналів», коли після опускання на рівень σ за більше як 6 місяців розпочинались кризові процеси.

Для «жорстких» $w_{SE} = 2$, для «м'яких», що подали сигнал за 6 місяців $w_{SM}^I = 1$; за 12-6 місяців $w_{SM}^{II} = 0,5$; за 24-12 місяців $w_{SM}^{III} = 0,25$. Розглядався період з 2002 по 2014 рік.

Така форма модифікації пов'язана з невизначеністю прогностичних властивостей ІВТ, адже він побудований на відносно невеликій вибірці.«Хибними» сигналами вважаються ситуації, коли після перетину ІВТ «жорсткої межі» не слідувала криза платіжного балансу.

Найбільш ефективною виявилась модифікована форма ІВТ (3), де компонентами виступають реальний ефективний обмінний курс (РЕОК), міжнародні резерви та середня відсоткова ставка на міжбанківських операціях (див. табл. 1). Саме така форма ІВТ пропонується в якості індикатора настання кризи платіжного балансу у сигнальному підході.

Таблиця 1

Порівняння форм індексу валютного тиску

Форма ІВТ	Компоненти	Значення L_t	Кількість хибних сигналів
Айхенгріна, Роуза, Віплоша	REER, IR, RM	5,50	1
	NEER, IR, RM	5,50	2
	Average ER, IR, RM	3,00	1
Камінська, Рейнхарт	REER, RM	6,25	4
	NEER, RM	7,75	4
	Average ER, RM	3,00	4
Камінська, Лізондо, Рейнхарт	REER, IR, RM	8,50	4
	NEER, IR, RM	7,75	5
	Average ER, IR, RM	9,50	7
Модифікований	REER, IR, RM	8,50	5
	NEER, IR, RM	7,75	5
	Average ER, IR, RM	7,50	4

Джерело: розрахунки авторів на основі [18], [19]

REER – реальний ефективний обмінний курс, IR –

відсоткова ставка, RM – міжнародні резерви; NEER – номінальний ефективний обмінний курс; Average ER – середній міжбанківський обмінний курс

Індекс чітко відображає кризовий період 2007-2008 років, а також посилення тиску й впродовж 2012-го року, коли кризовий стан був близьким (дефіцит платіжного балансу зріс на 70%), але за рахунок адміністративних заходів Національного банку України кризи вдалося уникнути (див. рис. 2). Така ж ситуація була наприкінці 2014, коли дефіцит платіжного балансу сягнув 4,6 млрд доларів США.

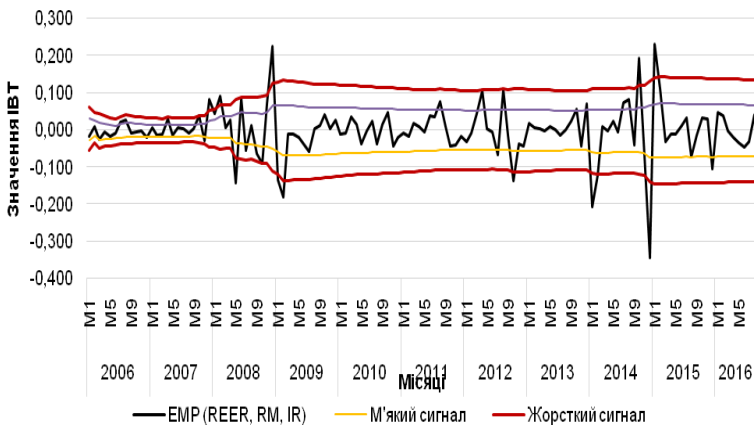


Рис. 2. Сигналізування кризи платіжного балансу на основі ІВТ

Джерело: розраховано авторами на основі [18], [19]

В 2015 році дефіцит поточного рахунку (5,22 млрд доларів США) був зумовлений зниженням експорту товарів за рік на 14,4% – до 55,6 млрд доларів у результаті призупинення виробничих потужностей і руйнування транспортної інфраструктури на сході країни, а також зниженням цін на світових товарних ринках. Як бачимо, в цей період індекс валютного тиску опустився до своєї історично найнижчої критичної межі, що зумовило наближення економіки країни до стану технічного дефолту.

Сигнальний підхід до передбачення кризи платіжного

балансу. Одним з найбільш ефективних методів знаходження індикаторів наближення кризи платіжного балансу є метод побудови непараметричних оцінок. При цьому підході розробляються різні числові характеристики, що дозволяють завчасно виявляти уразливість економіки перед кризою. В рамках зазначеного підходу можна виділити два основних напрямки: побудова граничних значень індикаторів – передвісників кризи платіжного балансу на основі різних критеріїв, а також розробку зведених індексів фінансової стабільності.

Першою роботою, в якій для прогнозування фінансової нестабільності були використані непараметричні оцінки, стало дослідження Г. Камінської, С. Лізондо і К. Рейнхарта [2], в якому проводиться емпіричний аналіз валютних криз 90-х років і пропонується ідея сигнального підходу. Він полягає в тому, що є певний набір індикаторів. При перетинанні критичного значення індикатор сигналізує про те, що через певний період часу відбудеться криза.

Завданням кожної системи раннього попередження є якомога раніше надсилання сигналу про зростаючу ймовірність того, що криза платіжного балансу відбудеться. У праці в якості сигнального горизонту, протягом якого динаміка показників може передбачати кризу, буде розглядатися період в 12 місяців.

Кожен індикатор може подати сигнал (перший рядок табл. 2) або не надати сигнал (другий рядок табл. 2). Якщо індикатор подає сигнал, за яким слідує криза протягом встановленого тимчасового горизонту (12 місяців), то сигнал називають «вірним» (комірка А). Коли індикатор подає сигнал, а криза не настає протягом 12 місяців, сигнал відносять до шуму або до «хибних» сигналів (комірка В). Якщо індикатор не подає сигнал, а криза трапляється, то сигнал вважається «пропущеним» (комірка С). Якщо ж індикатор подає сигнал, і криза не відбувається, то сигнал також відносять до «вірних» – комірка (D).

Кількість сигналів С також називають помилкою першого роду, а В – другого роду. З таблиці 2 для кожного індикатора можна отримати інформацію про частку вірних сигналів, яка

вимірюється як відношення кількості сигналів А до суми сигналів А й С. Також частка коректних прогнозів щодо відсутності кризи вимірюється як відношення D до суми В й D. Дані підходи дають можливість отримати максимальну інформацію про кожний з індикаторів й прийняти рішення, наскільки можна чи не можна йому довіряти.

Таблиця 2

Розподіл значень індикаторів в при подачі сигналів про кризу

Подія	Настання кризи протягом наступних 12 місяців	Не настання кризи протягом наступних 12 місяців
Є сигнал	A	B
Немає сигналу	C	D

Джерело: розподіл запропоновано у праці [2].

Слід зазначити, що існує кілька підходів щодо вибору порогових значень індикаторів для сприйняття сигналу про настання кризи платіжного балансу.

Розглянемо перший підхід. Для цього визначимо безумовну ймовірність настання фінансової нестабільності для кожного індикатора як відношення спостережень, за якими протягом 12 місяців слідувала нестабільність, до всіх спостережень:

$$P(C) = \frac{A+C}{A+B+C+D}$$

Якщо індикатор посилає велику кількість «хороших» сигналів, то можна очікувати, що ймовірність настання фінансової нестабільності за умови подання сигналу $P(C|S)$ (умовна ймовірність) буде більша, ніж $P(C)$. При цьому

$$P(C) < P(C|S) = \frac{A}{A+B} \tag{6}$$

Дана умова є необхідною для вибору оптимального порогового значення. Крім того, при виборі порогових значень треба мінімізувати відношення «поганих» сигналів до «хороших»:

$$N/S = \frac{B/(B+D)}{A/(A+C)} \quad (7)$$

Таким чином, ми розглядали всі можливі порогові значення для кожного індикатора за максимально можливий відрізок часу і вибирали то граничне значення, при якому значення показника (7) було мінімальним, а умова (6) виконувалась.

На практиці дуже часто дослідники зіштовхуються з тим, що сигнал, що має високе значення А, також має й значну кількість похибок. Тому необхідно балансувати між помилками I та II роду. Для вирішення цієї задачі застосовується другий підхід, що полягає у мінімізації критерію втрат регулятора [6]:

$$L(\theta) = \theta \cdot \frac{C}{A+C} + (1-\theta) \cdot \frac{B}{B+D}, \quad (8)$$

де $\theta \in [0;1]$

Для аналізу ситуації в Україні ми маємо тільки три чітко виражені кризові епізоди в 1998, 2008 та 2014 роках та передкризові епізоди. Тому досить важливо не пропустити періоди, що сигналізують про кризу, а отже, помилки I роду для нашого дослідження є значно гіршими за помилки II роду. Популярними є підходи вибору θ на рівні 0,3, 0,5 та 0,7 – але для України слід таки використати останнє значення рівню відповідно.

Сигнали, отримані кожним з показників, повинні бути агреговані таким чином, щоб дати можливість кількісно показати зростаючу чи спадаючу тенденцію ймовірності виникнення кризи платіжного балансу. Для цього розраховується зведений індекс попередження, який є сумою сигналів, надісланих кожним з індикаторів при перетинанні порогового значення. Для обчислення зведеного індексу попередження може використовуватися сигнальний або агрегований підхід.

Сигнальний підхід базується на тому, що зведений індекс попередження є зваженою сумою всіх сигналів.

Ваги розраховуються як S/N – обернене до статистики (7) й нормовані таким чином, щоб їх сума дорівнювала «1»:

$$L_t = \sum_{i=1}^k b_{i,t} w_i \quad (9)$$

де L_t – зведений індекс попередження (сигнальний);

w_i – ваги кожного з показників;

$b_{i,t}$ – бінарні значення кожного з індикаторів.

Інший підхід, який полягає в обчисленні агрегованого індексу попередження, передбачає суму не бінарних змінних кожного індикатора, а їх абсолютних значень. Це пояснюється тим, що відхилення певного індикатора на 1,5 чи на 3,0 стандартні відхилення при сумі бінарних змінних матимуть однакову вагу. У той же час глибоке падіння одного з індикаторів може доволі чітко вказувати на загрозу зростаючої кризи.

При використанні методів оцінки для неперервної змінної цей підхід є ефективнішим. Врахування таких різких падінь може штучно завищувати небезпеку кризи й не враховувати структурні та політичні зміни, що відбуваються в країні, але які призводять до різких змін того чи іншого індикатора. Індекс попередження на основі агрегованого підходу обчислюється згідно з підходом:

$$L_t = \sum_{i=1}^k l_{i,t} I_{i,t} \quad (10)$$

де L_t – зведений індекс попередження (агрегований);

$l_{i,t}$ – фактичне значення кожного індикатора;

$I_{i,t}$ – нормувальний індекс (максимальне історичне значення на заданому періоді дорівнює «1», а мінімальне – «0»), $I_{i,t} : N(0;1)$.

Для виявлення оптимального набору індикаторів, які б сигналізували про кризу платіжного балансу щодо включення в систему раннього попередження, була сформована широка вибірка показників, які були проаналізовані в рамках даного дослідження.

В даній роботі було розглянуто місячні часові ряди з 2004 року до 2016 року таких показників:

1. Темпи економічного розвитку:
 - зростання реального ВВП;

- зростання промислового виробництва.
- 2. Платіжний баланс:
 - індекс цін на метали CRU;
 - реальний ефективний обмінний курс (РЕОК);
 - номінальний ефективний обмінний курс (НЕОК);
 - міжбанківський та середньозважений курс гривні до долара;
 - сальдо поточного рахунку платіжного балансу;
 - сальдо фінансового рахунку;
 - прямі іноземні інвестиції;
 - торговельний баланс до ВВП;
 - зовнішній борг;
 - міжнародні резерви;
 - імпорт та експорт;
 - чистий відтік капіталу;
- 3. Відсоткові ставки:
 - відсоткова ставка (за операціями на міжбанківському ринку);
 - різниця між відсотковою ставкою та ставкою LIBOR;
 - відношення ставки по кредитах до ставки по депозитах;
 - індекс ПФТС.
- 4. Грошові індикатори:
 - індекс споживчих цін (ІСЦ);
 - відношення резервів до ВВП;
 - відношення M2, M3 і грошової бази до ВВП;
 - кредити, кредити у приватний сектор та депозити до ВВП.

На основі вищенаведених підходів: мінімізації N/S та $L(\theta)$ було обрано десять найкращих індикаторів.

У всіх значення N/S менше 1 (див. табл. 3). Показники впорядковані в міру своєї прогностичної здатності, під якою ми будемо розуміти перевищення умовної ймовірності передбачення настання фінансової нестабільності над безумовною ймовірністю. Іншими словами, чим «кращий» індикатор, тим більша ймовірність виникнення фінансової нестабільності за умови подачі сигналу i , отже, тим більше перевищення даної ймовірності над безумовною вірогідністю

настання фінансової нестабільності.

В даній таблиці також наведені результати оцінки сигнальних меж (кількість стандартних відхилень, що сигналізуватимуть про наближення кризи платіжного балансу).

Таблиця 3

Визначення найбільш ефективних індикаторів

Індикатор	Порогове значення	N / S	$P(C S) - P(C)$	$L(\theta)$	Межа (σ)
Знецінення РЕОК (за місяць), %	4,66	0,00	0,52	0,62	1,00
Міжнародні резерви (зміна до попереднього місяця) %	-5,75	0,07	0,45	0,55	0,60
Знецінення середнього міжбанківського курсу гривні до долара (за місяць), %	8,11	0,12	0,41	0,61	1,00
Дефіцит платіжного балансу, млн дол. США	-2774,36	0,20	0,34	0,40	0,60
Процентна ставка на міжбанківських операціях, %	14,51	0,40	0,22	0,54	1,00
Знецінення НЕОК (за місяць), %	1,99	0,53	0,16	0,59	0,60
Торгівельний баланс до ВВП, %	-0,10	0,54	0,15	0,56	0,60
Скорочення експорту (до відповідного місяця попереднього року), %	-3,76	0,68	0,10	0,56	0,41
Зростання ВВП (до відповідного кварталу попереднього року), %	-5,33	0,72	0,08	0,57	0,60
Приріст індексу ПФТС, %	2,36	0,90	0,03	0,42	0,20

Джерело: розрахунки авторів на основі [18], [19], [20]

Співставивши результати за двома підходами, можна

побачити, що не обов'язково індикатор, що має низьке співвідношення N/S несе малі втрати регулятора. До прикладу такий фактор як знецінення РЕОК має найбільше прогностичну здатність, проте значення $L(0,7) = 0,62$ вказує на найвищі втрати.

Слід зазначити, що індикатори, які характеризуються своєю високою прогноною здатністю, представляють основні групи змін наведені вище. Так дефіцит платіжного балансу, торговельний баланс до ВВП, знецінення РЕОКу відображають торговельну позицію України по відношенню до зовнішнього світу. Її погіршення є одним з передвісників розгортання кризи платіжного балансу.

Інша група індикаторів, до якої входять скорочення міжнародних резервів та експорту, свідчить про стійкість країни та можливість вистояти під тиском зовнішніх шоків. Різде зниження за квартал індексу ПФТС свідчатиме про «перегрів» економіки.

На основі порогових значень індикаторів був виведений індекс, що ілюстрував ймовірність настання кризи в конкретний місяць. Він був отриманий в результаті використання сигнального підходу на основі формули (9), наведений на рисунку 3. Бачимо, що значення індексу, що ґрунтується на сигнальному підході, почало різко зростати з кінця 2007-го року та в грудні досягло першого максимуму – 30%. Найбільш ймовірним періодом до настання кризи став кінець 2008-го року, тоді значення індексу стрибнули до 70%. Стрибки можна прослідкувати в нестабільні періоди з 2012-2015 рр. Слід зауважити, що на даний момент значення індексу стабілізувались на рівні 15%, що вказує на сталий обмінний курс протягом останніх місяців, зменшення темпів інфляції та вдалу політику НБУ.

Подібний результат був отриманий на основі агрегованого індексу кризи (10). Як вже зазначалось, при використанні методів оцінки для неперервної змінної цей підхід є ефективнішим. Адже врахування таких різких падінь може завищувати небезпеку кризи й не враховувати структурні та політичні зміни. Результат додавання значень сумування рядів нормованих індикаторів, а не їх сигналів, наведений на рис. 4.

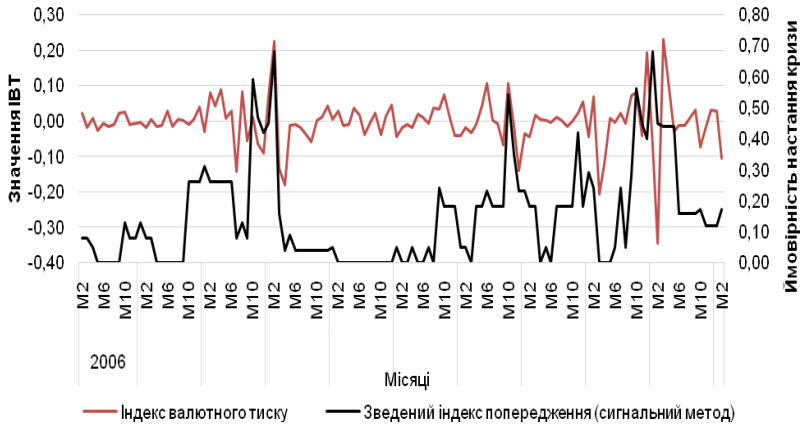


Рис. 3. Динаміка зведеного індексу попередження за сигнальним методом

Джерело: розраховано авторами на основі [18], [19]

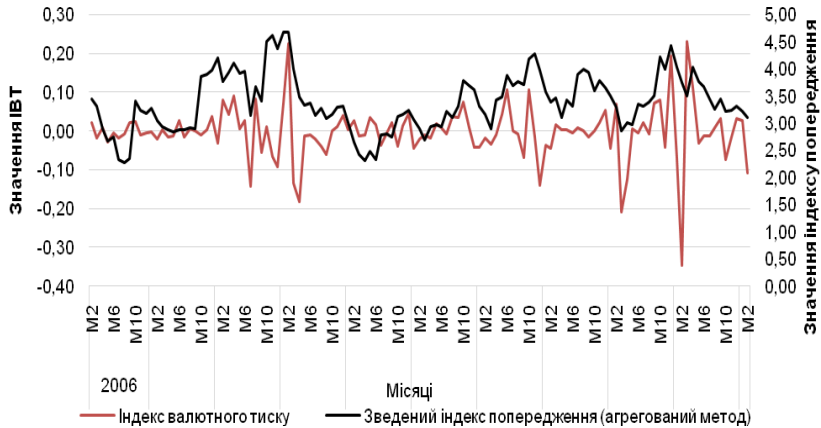


Рис. 4 Динаміка зведеного індексу попередження за агрегованим методом

Джерело: розраховано автором на основі [18], [19]

З рисунка 4 видно, що значення агрегованого індексу почали зростати також наприкінці 2007-го року, проте в червні

2008-го слідував спад. В той же час значення агрегованого індексу досягли майже передкризового стану у 2012 році, що об'єктивно відображало існуючу загрозу кризи платіжного балансу. А в 2014 році досягли критичного значення, що було близьким до стану пікового кризового становища в 2008 році.

Висновки. У роботі було розглянуто та виконано узагальнення теоретичних моделей кризи платіжного балансу кращих дослідників світу, досліджено найбільш ефективні способи моделювання кризи в Україні та запропонований сигнальний метод, що можна вважати пріоритетним серед підходів до передбачення нестабільності в Україні.

Перевагою даного методу є гнучкість, можливість врахувати останні структурні та політичні зміни для коригування критичних порогових значень. Він дає можливість формалізації стану платіжного балансу обчисленням зведеного індексу попередження кризи з рівномірним врахуванням кожного з індикаторів, що є ефективним методом в прогнозуванні. А недоліком є наявність долі «хибних сигналів» та неможливість врахування «інфікування» зі сторони країн-партнерів.

В майбутньому стоїть питання, яким чином можна було б поєднати взаємозалежність України від макроекономічної ситуації її країн-партнерів та можливість формалізації такого зв'язку за допомоги індикаторів.

На даний момент ситуація в Україні стабілізувалась, що підтверджує і динаміка індексу валютного тиску й зведених індексів попередження. Валютний ризик значно скоротився в порівнянні з груднем 2015-го року, показники чистих міжнародних резервів вказують на постійну позитивну динаміку з квітня 2016-го року. Загалом міжнародні резерви виростили за рік на 16% завдяки зовнішньому інвестуванню. Це надало можливість Україні перейти з класу СССдо В- за рейтингом Fitch.

Проте, у разі припинення співпраці з МВФ можуть виникнути суттєві ризики початку дестабілізаційних процесів. Накопичення державного боргу збільшило б навантаження на державний бюджет. Нестійкість фінансового ринку та криза ліквідності у комерційних банках підвищує ймовірність

настання кризи.

Тому політика НБУ повинна включати такі заходи щодо мінімізації загрози: підтримка обсягів міжнародних резервів, стабілізація національної валюти та банківської системи.

Список використаних джерел:

1. *Kaminsky G.* Currency and banking crises: the early warnings of distress / *G. Kaminsky* // IMF working paper 99/178. – 1999.
2. *Kaminsky G.* Leading Indicators of Currency Crises / *G. Kaminsky, S. Lizondo, C. Reinhart* // IMF Staff Paper. – 1998. – Vol. 45 (1). P. 1–48.
3. *Kaminsky G.* The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems / *G. Kaminsky, C. Reinhart* // *American Econ. Rev.* – 1999. – Vol. 89 (3). – P. 473–500.
4. *Krugman P.* A model of balance-of-payments crises / *P. Krugman* // *Journal of money, credit and banking*, Blackwell Publishing. – 1979. – Vol. 11 (3). – P. 311-325.
5. *Krugman P.R.* Currency crises / *P. R. Krugman, K. S. Rogoff, S. Fischer, W. J. McDonough* // *National Bureau of Economic Research, Inc. NBER Chapters.* – 1999. – P. 421-466.
6. *Flood R.P.* Collapsing exchange rate regimes. Some Linear examples / *R. P. Flood, P. M. Garber* // *Journal of International Economics.* – 1984. – № 17.- P.1-13.
7. *Obstfeld M.* Aggregate spending and the terms of trade: Is there a Laursen-Metzler effect? / *M. Obstfeld* // *Quarterly Journal of Economics.* – 1982. – Vol. 97. – P. 251-270.
8. *Черняк О.І.* Криза платіжного балансу: фактори, індикатори та способи попередження / *О. І. Черняк, В. Р. Хом'як* // *Економіка і прогнозування.* – 2011. – № 4. – С. 27-37.
9. *Bussière M.* Balance of Payment crisis in emerging markets. How early were the «early» warning signals? / *M. Bussière* // *Working paper European Central bank.* – January, 2007. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.suomenpankki.fi/pdf/128848.pdf>.
10. *Corsetti G.* Some contagion, some interdependence: more pitfalls in tests of financial contagion / *G. Corsetti, M. Pericoli, M. Sbracia* // *J. International money and Finance.* – 2005. – Vol. 24

(1). – P. 123-141.

11. *Pesenti P.* The economics of currency crises and contagion: An introduction / P. Pesenti, C. Tille // *Economic Journal*. – 2000. – № 4. – P. 140-152.

12. *Roubini N.* Current-Account sustainability in transition economies / N. Roubini, P. Wachtel // *NBER*. – 2000. – 69 p.

13. *Canova F.* Monetary disturbances matter for business fluctuations in the G-7 / F. Canova, G. de Nicolo // *J. Monetary Economics*. – 2002. – Vol. 49. – P. 1131-1159.

14. *Eichengreen B.* Contagious Currency crises: First Tests / B. Eichengreen, A. Rose, C. Wyplosz // *Scandinavian Journal of Economics*. – 1996. – Vol. 98 (4).- P. 463-484. DOI: dx.doi.org/10.2307/3440879

15. *Eichengreen B.* Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermaths of Speculative Attacks / B. Eichengreen, A. Rose, C. Wyplosz // *Econ. Policy*. – 1995. – Vol. 21. – P. 249–312.

16. *Sachs J.D.* Financial Crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995 / J.D. Sachs, A. Tornell, A. Velasco // *Brooking Papers on Economic Activity*. – 1996 – Vol. 1. – P. 47–215.

17. *Fratzscher M.* Asset prices, news shocks and the current account / M. Fratzscher, R. Straub // *CEPR [Discussion Paper]* № 8080. – 2010. – P. 34-40.

18. Державний служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua/.

19. Статистика [Електронний ресурс]: база НБ України. – Режим доступу: http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=65162&cat_id=36674

20. Database International financial statistics, International monetary Fund [Electronic resource]. – Access mode:<http://data.imf.org/>

21. *Chernyak O.* The Main Triggers of the Balance of Payment Crisis in the Eastern Europe / O.Chernyak, V.Khomyak, Y.Chernyak // *Procedia Technology*. – 2013. – vol.8. – P.47-50.

РОЗДІЛ 2 РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТ ТА БЕЗПЕКОЛОГІЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

2.1. СИТУАЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ ЦЕНТРОМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

В статті розглянуто задачу ситуаційного управління центром інформаційної безпеки на основі теорії прецедентів (Case Based Reasoning, CBR). Визначено, що методологія CBR є підходом, що дозволяє вирішити нову задачу, використовуючи або адаптуючи рішення вже відомої задачі. Виникаючі з плином часу ситуації й їхні методи вирішення зберігаються в спеціальній базі прецедентів. Коли виникає нова ситуація в базі прецедентів знаходять схожу ситуацію і метод її вирішення адаптується до ситуації, що розглядається.

В статті наведена ілюстрація реалізації моделі ситуаційного управління у Центрі інформаційної безпеки (ІБ), а також контрольний приклад взаємодії домену безпеки та Центру з вирішенням ситуації інциденту. В свою чергу, це дозволило виділити наступні проблеми: необхідність роботи досвідчених експертів з управління інцидентами ІБ в доменах безпеки; ризик прийняття помилкового рішення при управлінні інцидентом ІБ; відсутність централізованого джерела статистики за інцидентами ІБ.

Ключові слова: теорія прецедентів, інформаційна безпека, база прецедентів, ситуаційне управління.

Вступ. У сфері управління інформаційною безпекою, де важливою складовою є швидкість та адекватність реакції на постійно виникаючі загрози інформаційного об'єкту, розглядається здатність використання ситуаційного підходу до її керування. При застосуванні ситуаційного підходу до управління інформаційною безпекою організації згідно з її політикою здійснюється моніторинг інформаційної безпеки (ІБ). За допомогою моніторингу відбувається процес постійного спостереження за подіями ІБ з метою своєчасного виявлення та реагування на ті з них, які призвели або можуть

призвести до реалізації загроз ІБ.

Розглядаючи ситуаційне управління як метод управління складними технічними і організаційними системами, на практиці використовуються: а) логіко-лінгвістичні моделі для рівня представлення знань про об'єкт управління і способи управління ним; б) моделі навчання в якості основних процедур при побудові процедур управління поточними ситуаціями; в) моделі дедуктивних систем для побудови багатокрокових рішень. Одним із ефективних засобів, який залучає запропоновані моделі в загальний процес дослідження, є використання елементів теорії прецедентів.

З розвитком теорії ситуаційного управління практика показала, що при виникненні нової проблемної ситуації доцільно використовувати метод міркувань на основі прецедентів (Case Based Reasoning, CBR).

Метод CBR виник з досліджень в когнітивній науці, і перш за все, в дослідженнях з динамічної пам'яті Роджера Шенка [1] і його учнів в Єльському університеті. Було встановлено, що люди зазвичай вирішують проблеми, спираючись на свій попередній досвід, пам'ятаючи, як вони вирішували подібні проблеми в минулому. Методологія CBR є підходом, що дозволяє вирішити нову задачу, використовуючи або адаптуючи рішення вже відомої задачі. Розуміння універсальності й широких можливостей цього підходу призвело до створення і швидкого розвитку теорії прецедентів [2].

Сутність методології CBR полягає в наступному. Прецедент є парою «ситуація» та «метод рішення». Виникаючі з плином часу ситуації й їхні методи вирішення зберігаються в спеціальній базі прецедентів. Коли виникає нова ситуація в базі прецедентів знаходять схожу ситуацію і метод її вирішення адаптується до ситуації, що розглядається.

Методологія CBR здійснюється у вигляді циклічної процедури, що складається з таких чотирьох процесів, які ще називаються «4Re-процеси» (рис. 1):

- 1) Retrieve: пошук схожого прецеденту для конкретного інциденту;
- 2) Reuse: застосування методу рішення прецеденту до конкретної ситуації;

3) Revise: перевірка отриманого рішення і адаптація рішення при необхідності;

4) Retain: збереження отриманого рішення в базі прецедентів для подальшого використання.

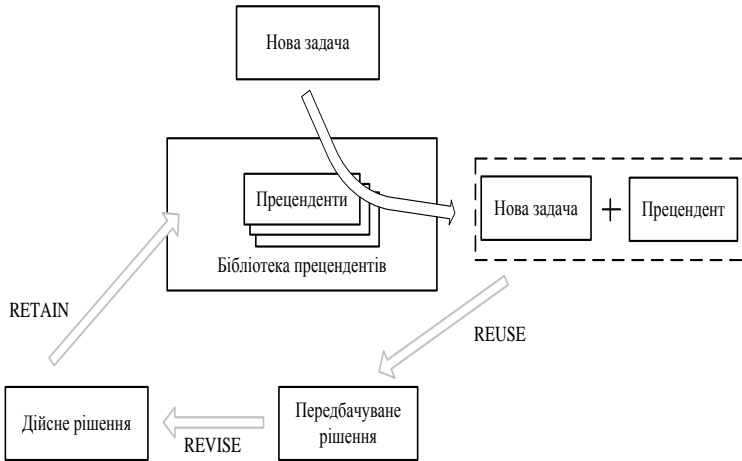


Рис. 1. Циклічні процедури «4Re-процеси»

Джерело: [1]

До переваг міркувань на основі прецедентів можна віднести наступні аспекти:

- можливість безпосередньо використовувати досвід, накопичений системою без інтенсивного залучення експерта в тій чи іншій предметній області;
- спроможність скорочення часу пошуку вирішення поставленого завдання за рахунок використання вже наявного рішення для такого завдання;
- існує здатність виключити повторне отримання помилкового рішення;
- відсутня необхідність повного та поглибленого розгляду знань про конкретну предметну область.

Зворотній зв'язок, який виникає при збереженні рішень для нових проблем, означає, що CBR-метод за сутністю є «самонавчальною» технологією, завдяки чому робочі

характеристики кожної бази прецедентів з часом й накопиченням досвіду безперервно поліпшуються.

Оскільки методологія CBR застосовувалася і показала гарні результати в предметних областях для класифікації, діагностики, прогнозування, планування і проектування, то її залучення в дослідженні різноманітних напрямів інформаційної безпеки, особливо при оцінці ризиків, виявлення вторгнень, аналізу стану мережевої безпеки та інших аспектів, дозволить прийняти зважене управлінське рішення.

Постановка задачі. Нехай в Центрі Інформаційної безпеки підприємства збираються дані з усіх доменів та проводиться їх аналіз. Збір даних відбувається з використанням електронної пошти та інших сервісів, шляхом отримання електронних листів від адміністраторів доменів безпеки, які містять заявку з відомостями про інцидент.

Інформація, яку необхідно надати домену у зворотній заявці має таку структуру: наслідки інциденту; можливий рівень збитків; служба реагування, до якої необхідно звернутись; дії з ліквідації наслідків; етапи розслідування інциденту; фактичний час обробки інциденту; дії для попередження інциденту; коментарі команди реагування Центру ІБ.

Реалізація поставленої задачі. Перший кроком у вирішенні поставленої задачі є розробка онтології – процесу формалізації області знань про інциденти ІБ за допомогою концептуальної схеми; визначення термінів предметної області та відносин між ними.

Етапи розробки онтології:

1. Визначення класів;
2. Організація ієрархії класів;
3. Визначення атрибутів та властивостей класів;
4. Визначення індивідів та призначення їх атрибутам та властивостям конкретних значень.

Для розробки онтології пропонується редактор Protege (версія: 3.4.) - відкритий редактор онтологій і фреймворк для побудови баз знань.

Опишемо процес створення онтології в Protege 3.4.

Отже, нам необхідно створити базу знань прецедентів, де одним прецедентом є дані про один інцидент інформаційної безпеки.

Для суперкласу owl: Thing створюємо три непересічні підкласи верхнього рівня (рис. 2.).

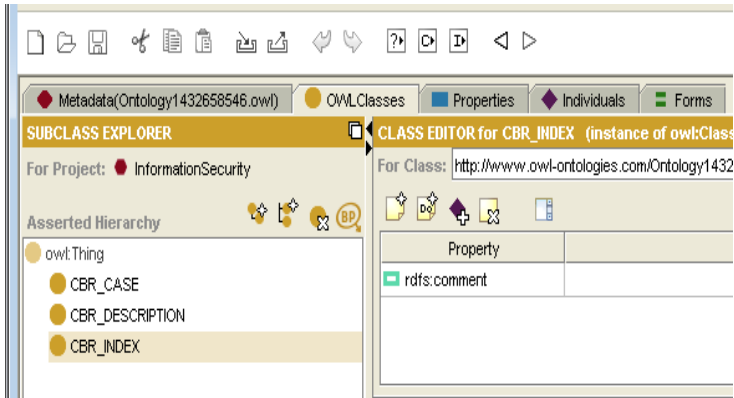


Рис. 2. Підкласи верхнього рівня

Запропонована структура необхідна для виконання завдання у програмному продукті jColibri. До підкласів верхнього рівня слід віднести:

- а) CBR_CASE - клас, що містить екземпляри прецедентів;
- б) CBR_DESCRIPTION – клас, що описує обмеження;
- в) CBR_INDEX - клас, який включає в себе параметри прецедентів.

На верхньому рівні концепти не перетинаються, тобто є непересічними класами.

Класи CBR_DESCRIPTION і CBR_CASE мають в якості підкласу нащадка - Інцидент_ІБ - два класи ідентичних один одному. Підклас Інцидент_ІБ класу CBR_CASE зберігає в собі самі прецеденти.

Для класу CBR_INDEX створено два підкласу-нащадка (рис. 3.):

- 1) Атрибути;
- 2) Рішення.

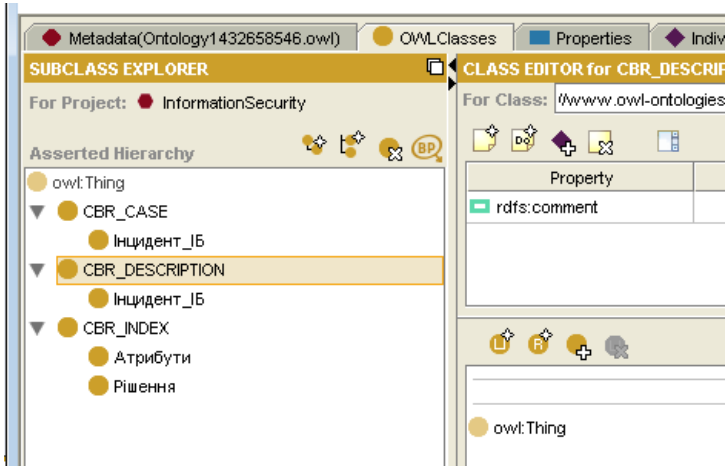


Рис.3. Підкласи класів верхнього рівня

Клас Атрибути містить підкласи, які відповідають параметрам та характеризують інцидент ІБ (рис. 5.):

- 1) а_Тип_інциденту;
- 2) б_Механізм_реалізації;
- 3) в_Група_підприємств;
- 4) г_Активи_під_загрозою;
- 5) д_Елементи_інформаційної_інфраструктури_під_загрозою;
- 6) е_Клас_інформації_під_загрозою;
- 7) ж_Порушена_властивість_інформації;
- 8) з_Джерело_загрози;
- 9) к_Кількість_джерел_загроз_ІБ;
- 10) л_Тип_джерела_загрози;
- 11) м_Категорія_персоналу_джерела_загрози.

Клас Рішення містить підкласи, що відповідають параметрам, які характеризують наслідки та дії з ліквідації наслідків інциденту ІБ (рис. 4.):

- 1) а_Наслідки;
- 2) б_Можливий_рівень_збитків;
- 3) в_Служба_реагування;
- 4) г_Дії_по_ліквідації_наслідків;
- 5) д_Етапи_розслідування_інциденту;

- 6) е_Фактичний_час_обробки_інциденту;
- 7) ж_Дії_для_попередження_інциденту.

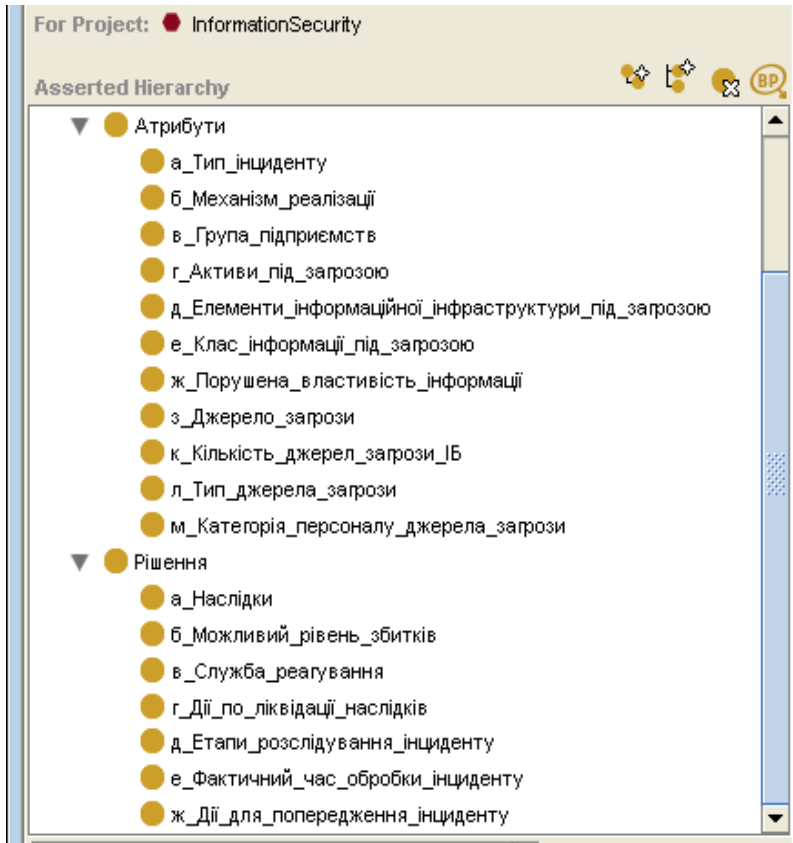


Рис. 4. Підкласи класів Атрибути та Рішення

Використовуючи вкладку Properties визначимо властивості, які матиме кожен індивід - прецедент. Властивостей стільки ж, скільки і класів у CBR_INDEX (рис. 5). Це параметри кожної конкретної ситуації-інциденту та її рішення.

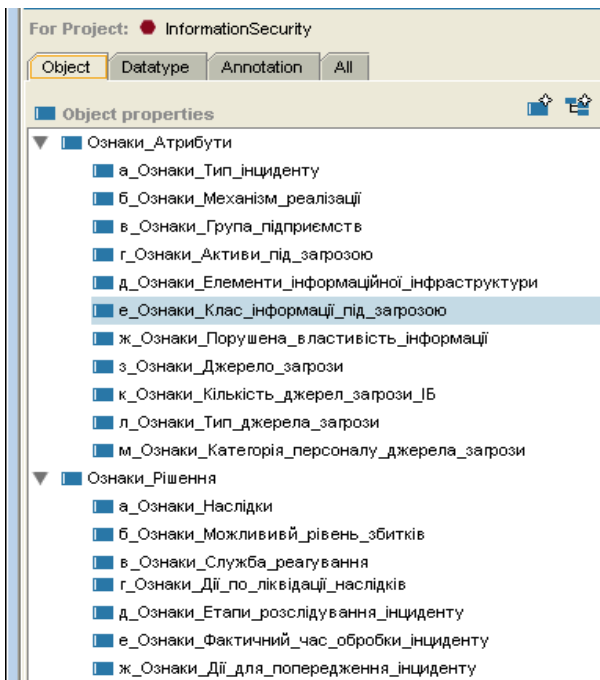


Рис. 5. Властивості індивідів - прецедентів

Створимо список можливих значень для кожного класу/властивості (рис. 6).

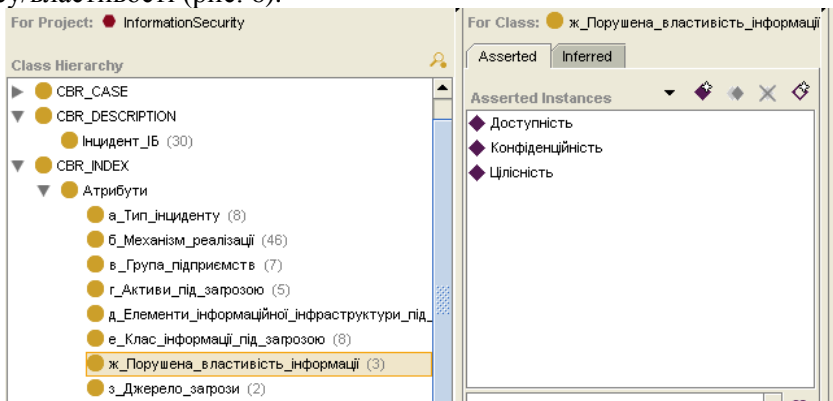


Рис. 6. Значення підкласу «ж_Порушена_властивість_інформації»

На вкладці Individuals, для кожного підкласу класів Атрибути та Рішення з CBR_INDEX заповнюємо можливі значення для кожного класу/властивості.

Так, наприклад, клас

ж_Порушена_властивість_інформації може приймати такі властивості:

- 1) Цілісність;
- 2) Доступність;
- 3) Конфіденційність.

Перелік значень для кожного підкласу класів Атрибути та Рішення наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

Значення підкласів класів «Атрибути» та «Рішення»

№	Назва підкласу	Значення
Клас: Атрибути		
1	a_Тип_інциденту	DDoS-атака, Phishing, Несанкціонований_доступ, Перевищення_повноважень, Шахрайство, Шпигунство, Недбалість_співробітників, Загрози_природного_походження
2	б_Механізм_реалізації	DDoS_атаки_на_DNS-сервери, HTTP-флуд, ICMP-флуд, UDP-флуд, SYN-флуд, Зараження_AC_вірусами, Ботнет, Malware, Масові_розсилки_електронних_листів, Масові_розсилки_особистих_повідомлень_в_межах_сервісу, Зараження_імтованих_IP-протоколів_вірусами_або_шкідливими_програмами, Фальсифікування_протоколів_маршрутизації, перехоплення_IP-протоколів_іншого_абонента, Підміна_даних_IP-протоколів_через_вразливості_протоколів_стеку_TCP/IP, НСД_до_сервісів_передачі_даних, Розвідка_IP-протоколів, Несанкційоване_копювання_інформації, Підкуп_персоналу, Шантаж_персоналу, Фізичне_руйнування_ел-пів_інф_інфраструктури, Модифікація_технічної_інформації, НСД_неавторизованих_осіб,

№	Назва підкласу	Значення
		<p>НСД авторизованих осіб, Крадіжка елементу інф. інфраструктури, Крадіжка носія інформації, Виведення з ладу інформаційно-телекомунікаційної системи, Втрата кінцевого пристрою користувача, Втрата носія інформації, Розголошення атрибутів розмежування доступу, Втрата атрибутів розмежування доступу (паролів, ключів шифрування), Викрадення атрибутів розмежування доступу, Ненавмисне пошкодження елементів інф. інфраструктури, Навмисне пошкодження елементів інф. інфраструктури, Помилки системного адміністратора у зміні конфігурації, Помилки адміністратора безпеки при призначенні прав доступу, Помилки розробників при розробці ПЗ, Злочинні дії персоналу, Помилкові дії персоналу, Відмова в роботі веб-серверу, Відмова в роботі XML-серверу, Відмова в роботі серверу баз даних, Виведення з ладу операційної системи, Помилки конфігурації, Помилки маршрутизації, Пожежа, Повінь, Землетрус, Техногенна аварія</p>
3	в Група підприємств	<p>Державні та комунальні структури, Промисловість і виробництво, Торгівля і послуги, Транспорт та зв'язок, Освіта та культура, Охорона здоров'я, Фінансові установи</p>
4	г Активи під загрозою	<p>Виробничі основні засоби, Невиробничі основні засоби, Фінансові активи, Об'єкти інтелектуальної власності, Товарно-матеріальні запаси</p>
5	д Елементи інформаційної інфраструктури під загрозою	<p>Апаратне забезпечення, Програмне забезпечення, Елементи локальної мережі, Елементи корпоративної мережі, Елементи зовнішньої мережі, Носії інформації, Інформація, Сервер, Системні ресурси, Обчислювальна система</p>
6	е Клас інформації під загрозою	<p>Державна таємниця, Комерційна таємниця, Конфіденційна інформація, Інформація внутрішнього обліку,</p>

№	Назва підкласу	Значення
	грозою	Персональні дані клієнтів, Відкрита інформація, Персональні дані співробітників
7	ж_Порушення властивість інформації	Конфіденційність, Цілісність, Доступність
8	з_Джерело з агрови	Зовнішній, Внутрішній
9	к_Кількість джерел загроз ІБ	Один, Більше одного
10	л_Тип джерела загрози	Персонал підприємства, Зовнішнє природне середовище, Представники сторонніх організацій (конкуренти), Представники сторонніх організацій (партнери), Представники сторонніх організацій (посередники), Клієнти, Кримінальні структури, Хакер, Програмне забезпечення, Апаратно-програмні комплекси, Невідомо
11	м_Категорія персоналу джерела загрози	Адміністратор системи, Адміністратор безпеки, Персонал IT-відділу, Персонал служби ІБ, Керівники проміжних ланок, ТОП-менеджмент, Технічний персонал, Обслуговуючий персонал, Персонал функціонального відділу, Відсутня
Клас: Рішення		
1	а_Наслідки	Матеріальні збитки, Збитки репутації компанії, Порушення закону, Простої сервісів, Відмови сервісів, Порушення недоторканності приватного життя клієнтів, Крадіжка особистості, Крадіжка інтелектуальної власності, Загрози здоров'ю, Зниження акціонерної вартості, Судові процеси
2	б_Можливий рівень збитків	Збитки відсутні, Низький рівень, Середній рівень, Високий рівень, Неприпустимо високий рівень.
3	в_Служба реагування	Служба IT, Служба ІБ, Відділ кадрів, Юридична служба, Служба безпеки, Бізнес-менеджери, ТОП-менеджмент, Служба зв'язків з громадськістю, Правоохоронні органи, Стороння організація з Розслідування інцидентів ІБ, Провайдер послуг Інтернет
4	г_Дії по ліквідації наслідків	Блокування атаки, Реєстрація DoS-атаки для подальшого аудиту,

№	Назва підкласу	Значення
	джів	<p>Оповіщення співробітників про інцидент, Відновлення даних, Додати інформацію в антифішингові фільтри браузерів, Зміна параметрів конфігурації ПЗ компонент АС, Зміни конфігурації програмно-апаратних засобів РС, Зміна атрибутів доступу користувача, Встановити число «напіввідкритих» з'єднань, Підрахувати кількість підключень на 80 порт, Підрахувати кількість процесів Apache, Подивитися список IP-адрес, Провести аналіз пакетів за допомогою команди tcpdump, Скинути з'єднання на маршрутизаторі, Заміна пошкоджених ел-тів інф. Інфраструктури, Відновлення інформації з резервних копій, Подати заяву в міліцію про втрату, Подати заяву в міліцію про крадіжку, Подати заяву в міліцію про шахрайство, Ремонт пошкодженого обладнання, Заміна пошкодженого обладнання</p>
5	д_Етапи розслідування і нциденту	<p>Звернення до правоохоронних органів, Звернення до сторонньої організації з Розслідування інциденті в ІБ, Повідомлення про інцидент до CERT-UA, Збір свідчень інциденту для паперових документів: зберігаєм оригінал з записами про особу, яка знайшла документ, Збір свідчень інциденту для паперових документів: зберігаєм оригінал з записами про місце, де документ був виявлений, Збір свідчень інциденту для паперових документів: зберігаємо оригінал з записами про час, коли документ був виявлений, Збір свідчень інциденту для паперових документів: зберігаєм оригінал з записами про особу, що засвідчила виявлення, Збір свідчень інциденту для електронних документів: копія н осія інформації для забезпечення доступності. Збір свідчень інциденту для електронних документів: копія ін формация на жорстких дисках для забезпечення доступності. Виявлення фішингового домену, Відновлення хронометражу подій, Пошук доказів на носіях інформації, Порушення кримінальної справи,</p>

№	Назва підкласу	Значення
		Подача позову проти порушника, Адміністративний вплив, Пошук замовника атаки, Пошук виконавця атаки, Визначення конкретного джерела: хакер чи клієнт (банківський сектор), Отримати юридичний супровід розслідувань в правоохоронних органах, Результат: Адміністративні стягнення Результат: Догода працівнику Надати лог-файли web-сервера, Надати лог-файли ядра самого комп'ютера, Надати лог-файли брандмауера Надати списки виявлених IP-адрес
6	е Фактичний час обробки інциденту	до 24-х годин, від 1 до 7 діб, від 1 до чотирьох тижнів, від 1 місяця до 6 місяців, більше 6 місяців
7	ж Дії для попередження інциденту	Розробка системи захисту інформації, Архівация даних, Розмежування доступу, Відслідковувати правові рішення в області комп'ютерних злочинів, Встановлення режиму інформаційної безпеки, Створення Helpdesk, Налаштувати систему журналювання в ІС, Налаштувати процедуру реагування на інцидент ІБ, Посилення захисту паролів, Посилення захисту ключів ЕЦП, Вдосконалення системи криптографічного захисту інформації, Вдосконалення системи технічного захисту інформації на програмному рівні, Вдосконалення системи технічного захисту інформації на апаратному рівні, Вдосконалення системи технічного захисту інформації на мережевому рівні, Оцінка та переоцінка ризиків ІБ, Підготовка переліку захисних заходів для мінімізації виявлених

№	Назва підкласу	Значення
		<p>х ризиків, Актуалізація політик, регламентів та правил ІБ, Навчання персоналу основам та правилам ІБ, Налаштування оповіщень в консолі антивірусу, Налаштування оповіщень в консолі IDS системи, Налаштування оповіщень в консолі DLP системи Використання браузерів, що попереджають про загрозу фішингу, Ускладнення процедури авторизації, Установка системи виявлення DoS-атак на мережових магістральних каналах, Відключити відповіді на запити ICMP_ECHO, Збільшити одночасну кількість максимальних підключень до бази даних сервера, Встановити перед Web-сервером Apache продуктивний Nginx для кешування запитів, Встановити обмеження на кількість з'єднань до DNS-сервера, Відключити відсилання UDP-пакетів на різні UDP-сервіси, Відключення черги напіввідкритих TCP-з'єднань, Включення механізму TCP_syncookies, Обмеження максимального числа «напіввідкритих» з'єднань з одного IP до конкретного порту, Налаштування системи аналізу трафіку, яка допоможе вчасно дізнатися про наблизнення DoS-атаки, Підготовка усіх серверів, які мають доступ в зовнішню мережу до віддаленого аварійного перезавантаження, Забезпечення другого мережового інтерфейсу, через який по ssh-з'єднанню можна швидко отримати доступ до сервера, Підтримка актуальності програмного забезпечення, Захист всіх мережових сервісів брандмауером, Своєчасна установка оновлень, Користуватись режимом автоматичних оновлень, Використовувати ліцензовані копії ОС та ПЗ, Обмежити фізичний доступ до комп'ютера сторонніх осіб, Робити резервне копіювання важливої інформації, Установка пароля на завантаження ОС, Використання засобів шифрування жорсткого диска, Застосування біометричних засобів контролю, Ознайомлення персоналу з правилами техніки безпеки</p>

№	Назва підкласу	Значення
		Використання <u>SYN cookie</u> , Використання мережевого протоколу SCTP замість TCP.

Джерело: розроблено авторами самостійно

Кожна властивість конкретного прецеденту може приймати одне або більше значень, які задаються для підкласів. Тобто, властивість певного прецеденту ж Порушена_властивість_інформації може приймати значення «Цілісність», або «Доступність», або «Конфіденційність», або «Цілісність» та «Доступність», тощо. Тому задані попередньо властивості необхідно зв'язати із підкласами з CBR_INDEX. Для цього використовуємо логічний оператор \exists , або *some*, який означає, що властивість приймає значення принаймні одного елемента області визначення класу. Результати прийнятих значень представлені рис. 7.

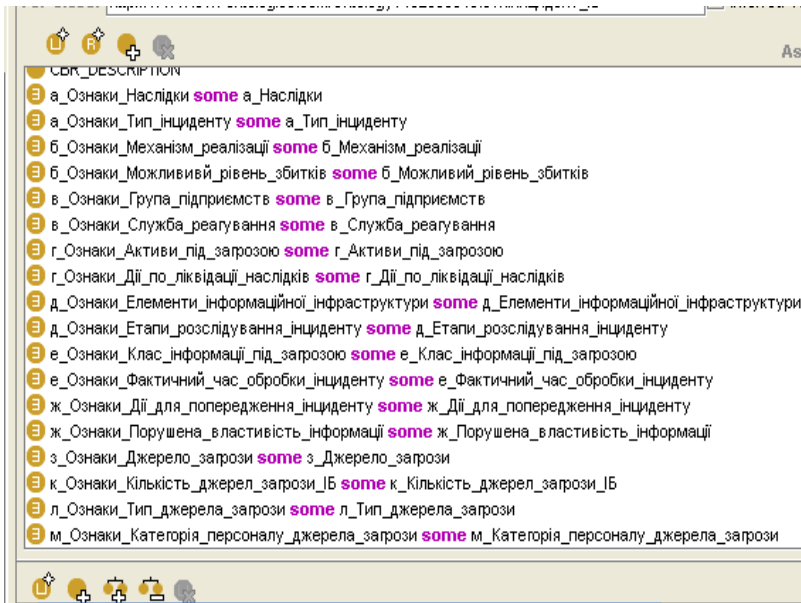


Рис. 7. Зв'язка властивостей із підкласами з CBR_INDEX за допомогою оператора *some*

Після представлення задамо Individuals для підкласу Інцидент_ІБ класу CBR_CASE, який містить екземпляри прецедентів. Тобто створимо базу прецедентів. Для кожного прецеденту визначимо значення окремої властивості (рис. 8).

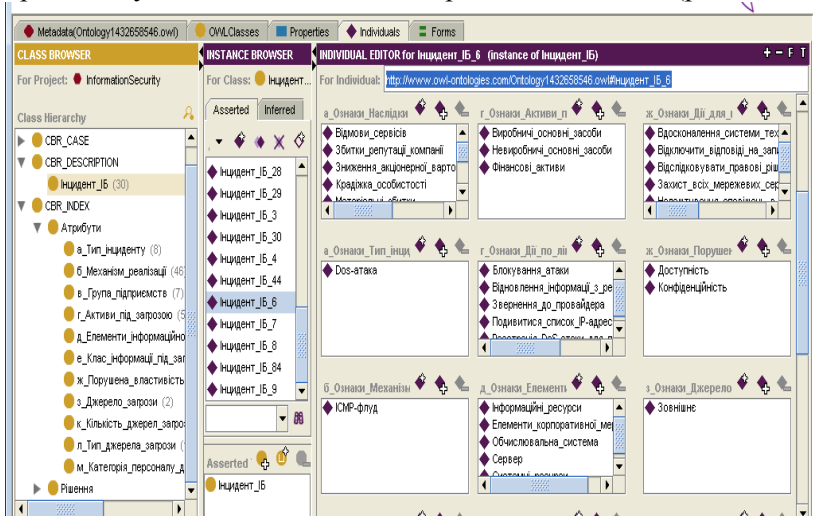


Рис. 8. Визначення властивостей для прецеденту «Інцидент_ІБ_6»

В результаті, нами була створена база прецедентів із 30 екземплярів. На цьому робота з Protégé завершена. Маємо owl-файл онтології. Подальше використання онтології передбачає застосування інструментарію jColibri.

Міркування з прецедентами будемо використовувати для пошуку найбільш схожих прецедентів із заданим інцидентом у створеній базі прецедентів.

Ступінь близькості інциденту та прецеденту визначається на основі ступеня близькості відповідних параметрів, ознак ситуацій. Кожному параметру присвоюється ваговий коефіцієнт, який відображає його відносну важливість.

Для визначення ступеня близькості інциденту та прецеденту за всіма ознаками використовуємо наступну формулу:

$$sim(i, p) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j * sim(e_{ij}, e_{pj})}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad (1)$$

де sim – метрика подібності;

i, p – інцидент і прецедент відповідно;

w_j – ваговий коефіцієнт j -ої ознаки;

e_{ij}, e_{pj} – значення ознаки e_j для інциденту та прецеденту відповідно.

Вибір метрики подібності ознак (1) є дуже важливим завданням, оскільки пошук схожих ситуацій значно залежить від цього вибору. В дослідженні була обрана метрика EQUAL, яка означає рівність ознак інциденту та прецеденту.

Ваги слугують для балансування важливості і впливовості параметра прецеденту. Значення кожного вагового коефіцієнта задаємо в межах від 0 до 1: $w_j \in [0; 1]$.

Для створення індивідуальної CBR-системи перейдемо до програмного продукту jColibri. jColibri - об'єктно-орієнтована платформа мовою Java для створення CBR-систем, в тому числі, базуючись на онтологіях з описовою логікою. В даному дослідженні для створення CBR-системи була використана версія 1.1.

Після створення нової CBR-системи «InformationSecurityIncidents» з розширенням Description Logic Extension (використання описової логіки) відбувається налаштування структури онтології та кожного параметра прецеденту (рис. 9).

Як бачимо, в якості основних параметрів прецеденту обрано підкласи класу Атрибути зі створеної попередньо онтології. Саме ці характеристики інциденту будуть вхідним даними для нашої CBR-системи.

На основі інструментарію jColibri був згенерований клас мовою Java. Після створення всіх необхідних java-методів, було отримано успішно функціонуючий Java-додаток, який має вигляд форми для введення параметрів інциденту.

Після проведення тестування створеної системи шляхом введення параметрів існуючого в базі знань прецеденту – Інцидент_ІБ_21 отримуємо результат - тестування пройшло успішно – значення міри подібності прецеденту із самим собою становить 1 або 100-відсоткова подібність.

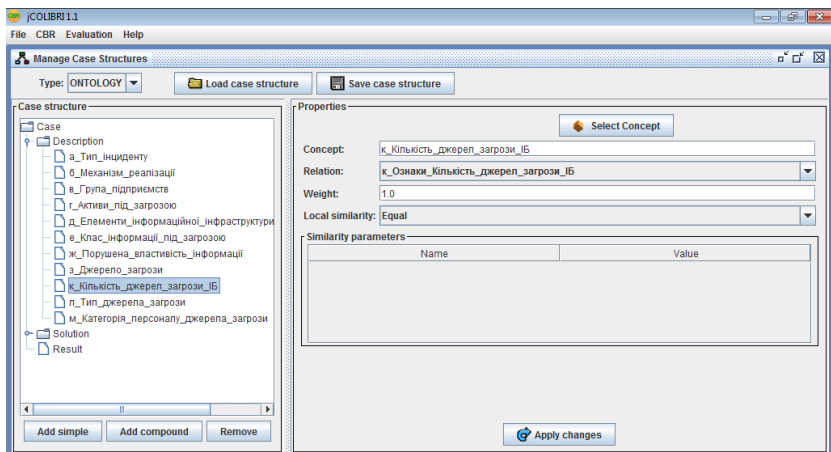


Рис .9. Налаштування параметрів прецеденту

В якості прикладу виявимо найбільш схожі прецеденти для конкретного інциденту, параметри якого наведемо в Таблиці 2.

Таблиця 2

Заявка на обробку інциденту ІБ від домену безпеки

№	Поле	Дані
1.	Тип інциденту	Dos-атака
2.	Механізм реалізації	SYN-флуд
3.	Активи під загрозою	Фінансові активи
4.	Елементи інформаційної інфраструктури під загрозою	Системні ресурси
5.	Клас інформації під загрозою	Витік інформації відсутній
6.	Порушена властивість інформації	Доступність
7.	Джерело загрози	Зовнішнє
8.	Кількість джерел загроз	Більше одного

№	Поле	Дані
9.	Тип джерела загрози	Хакер
10.	Категорія персоналу – джерела загрози	Відсутня
11.	Дата та час виявлення інциденту	25.05.2015, 15:34
12.	Місце виявлення інциденту	Сервер
13.	Примітки	Проблеми з встановленням зв'язку, затримки встановлення зв'язку

У темі листа зазначено назву домену та групу підприємств, до якої воно відноситься – «Торгівля і послуги».

В Центрі ІБ дані отриманої заявки вводяться в форму прецеденту, приклад якої представлено на Рис. 10 .

The screenshot shows a window titled "Query" with a list of parameters to be set for a query. Each parameter has a dropdown menu and a slider control set to 1.0. The parameters and their values are:

- a_Тип_інциденту: Dos-атака
- б_Механізм_реалізації: SYN-флуд
- в_Група_підприємств: Торгівля_і_послуги
- г_Активи_під_загрозою: Фінансові_активи
- д_Елементи_інформаційної_інфраструктури_під_загрозою: Системні_ресурси
- е_Клас_інформації_під_загрозою: Витік_інформації_відсутній
- ж_Порушена_властивість_інформації: Доступність
- з_Джерело_загрози: Зовнішнє
- к_Кількість_джерел_загрози_ІБ: Більше_одного
- л_Тип_джерела_загрози: Хакер
- м_Категорія_персоналу_джерела_загрози: Відсутня

Рис. 10. Введення параметрів інциденту ІБ в форму CBR-системи

Результатом роботи CBR-системи є звіт, в якому вказуються значення мір подібностей даного інциденту з кожним прецедентом (рис. 11).

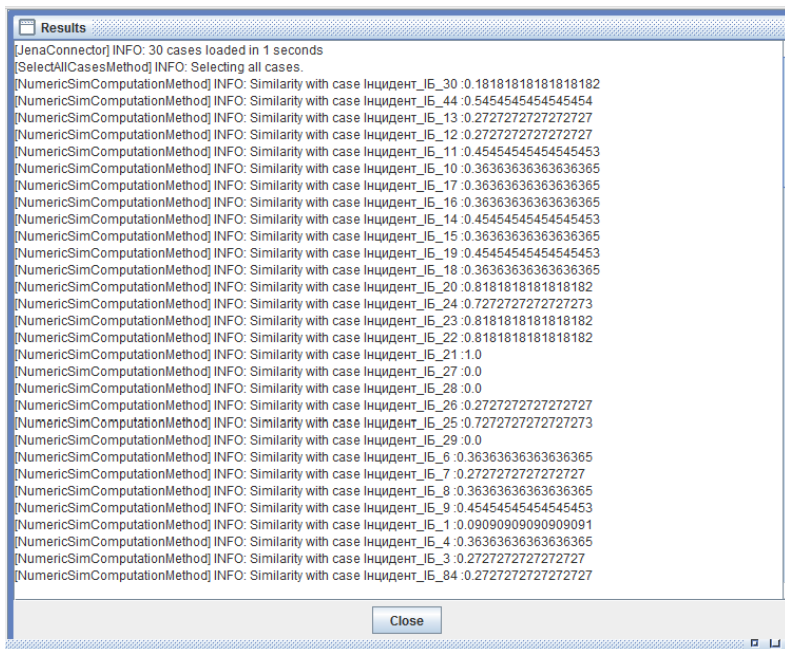


Рис. 11. Звіт з проведення тестового запиту

Як бачимо із згенерованого звіту, найбільше значення міри подібності Similarity with case: 0,818182 інцидент має з прецедентами: Інцидент_ІБ_4, Інцидент_ІБ_8, Інцидент_ІБ_9.

Команда реагування Центру ІБ звертається до бази знань і аналізує параметри зазначених інцидентів, які відносяться до класу Рішення.

Результат аналізу – лист-відповідь від команди реагування Центру ІБ, який містить рекомендації та коментарі за даним інцидентом. Приклад відповіді наведено в Таблиці 3.

В домені безпеки рекомендації Центру ІБ аналізуються системним адміністратором, приймаються рішення і здійснюються відповідні заходи для ліквідації наслідків інциденту. Дані про інцидент заносяться до Журналу інцидентів ІБ. В домені безпеки рекомендації Центру ІБ аналізуються системним адміністратором, приймаються рішення і здійснюються відповідні заходи для ліквідації наслідків інциденту. Дані про інцидент заносяться до Журналу

інцидентів ІБ. Після закриття інциденту до Центру ІБ надсилається звіт з інформацією про інцидент, способи і результати усунення наслідків.

Таблиця 3

Відповідь від Центру ІБ

Тип інциденту: Dos-атака		
Механізм реалізації: SYN-флуд		
№	Поле	Дані
1.	Наслідки	Простої сервісів, Відмови сервісів, Матеріальні збитки
2.	Можливий рівень збитків	Низький - Середній
3.	Служба реагування	Системний адміністратор, Служба ІТ, Служба ІБ
4.	Дії по ліквідації наслідків	1. Встановити число напіввідкритих з'єднань 2. Збільшити чергу напіввідкритих з'єднань 3. Зменшити час очікування з'єднань 4. Додати обмеження чиста SYN-пакетів на 1 часу
5.	Етапи розслідування інциденту	1.Встановлення джерела атаки 2. Визначення виконавця атаки 3.Визначення замовника атаки 4. Надання лог-файлів сервера 5. Надання списку шкідливих IP-адрес 6. Звернення до правоохоронних органів
6.	Фактичний час обробки інциденту	Від 1 до 7 діб
7.	Дії для попередження інциденту	1. Використання <u>SYN cookie</u> 2. Обмеження кількості запитів на нові підключення від конкретного джерела за певний проміжок часу 3. Використання мережевого протоколу SCTP замість TCP
8.	Коментарі	Виявлення атаки: команда netstat надає список напіввідкритих з'єднань

Висновки. Методологія CBR особливо важлива для забезпечення прийняття рішень в екстремальних ситуаціях, які характеризуються гострим дефіцитом часу і швидко мінливою обстановкою, яка характерна для ситуацій загрози інформаційній безпеці. Частина завдань екстремальних ситуацій може виявитися вже раніше розв'язаною, а наявні рішення можуть бути основою для оперативного отримання варіантів ситуаційного управління на даний момент часу. Повторне використання інформації та досвіду дозволить зменшити час, який витрачається на вирішення нової проблеми, поліпшити якість прийнятого рішення.

Таким чином, ілюстрація реалізації моделі ситуаційного управління у Центрі інформаційної безпеки й наведений контрольний приклад взаємодії домену безпеки та Центру з вирішення ситуації інциденту дозволив звернути увагу на такі проблеми: необхідність роботи досвідчених експертів з управління інцидентами ІБ в доменах безпеки; ризик прийняття помилкового рішення при управлінні інцидентом ІБ; відсутність централізованого джерела статистики за інцидентами ІБ.

Список використаних джерел:

1. Шенк Р. К. Обработка концептуальной информации : пер. с англ. / Роджер К. Шенк ; Пер. Г.В. Сенин ; Под ред. В.М. Брябрин . – Москва : Энергия, 1980 . – 361 с.
2. Имамвердиев, Я. Н. Модель ситуационного управления информационной безопасностью электронного правительства / Я. Н. Имамвердиев // Информационные технологии. - 2014. - № 8.
3. Бегун А.В. Інформаційна парадигма безпеки економічної системи/А.В. Бегун// Моделювання та інформаційні системи в економіці:[зб. наук. праць]/відп. ред. Галіцин ВК–К.: КНЕУ.– 2011.–Вип. 78.–с. 182-190
4. Бегун А.В., Ігнатова Ю.В. Моделювання проактивного визначення ddos-атаки/ А.В. Бегун, Ю.В. Ігнатова// Моделювання та інформаційні системи в економіці : Зб. наук. праць – К. : КНЕУ, 2015. – Вип. 91.– с. 262-274

2.2. ВПЛИВ ЛАГУ НА ЧИННИКИ ЕВОЛЮЦІЇ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ НА ПІДГРУНТІ МАТРИЧНОЇ ЛІНІЙНОЇ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ

Анотація. Розглядається лагова матрична модифікація класичної динамічної моделі Харрода-Домара з постійним темпом приросту споживання. Описується математичний інструментарій знаходження оптимальних параметрів моделі в контексті відтворення цільової динаміки показників. Наводиться результат моделювання еволюції української економіки на підґрунті розглядуваної моделі у координатах «ВВП – податки». Оцінюється покоординатний ризик втрати економічною системою стійкості.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, модель Харрода-Домара, економічна динаміка, макроекономічна система, ризик.

Постановка проблеми. Аналіз еволюції національної економіки в часовому розрізі є важливою задачею у виконанні стратегічних завдань державного управління, зокрема, формування податкової та монетарної політики, планування державного бюджету, встановлення цілей довгострокового розвитку економіки. Ефективним інструментарієм у вирішенні зазначеної задачі виступає математичне і комп'ютерне моделювання еволюційних процесів нелінійної економіки. На сьогоднішній день значну увагу економістів-практиків привертає ортодоксальна динамічна лінійна модель Харрода-Домара, що дозволяє оцінювати зміну національного доходу в довгостроковому періоді. Принципові недоліки даної моделі звужують спектр її застосування, тому їх усунення є важливим завданням економіко-математичного моделювання, вирішення якого відкриває нові можливості макроекономічного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З моменту представлення науковому загалу класичної моделі Харрода-Домара, в літературі поставала велика кількість її різних модифікацій. Автори намагались зробити вихідну модель більш коректною в контексті дослідження тих чи інших

аспектів макроекономічної динаміки, деталізуючи і вдосконалюючи її складові. Згадувана модель і тепер представляє для науковців інтерес як базис для подальших досліджень.

Так, у роботі [2] представлено декілька варіантів модифікації моделі Харрода-Домара, які вводять науково-технічний прогрес як чинник економічного зростання і водночас як результат інвестицій за попередні періоди. У [3] пропонується вдосконалення класичної моделі шляхом встановлення гіперболічної залежності накопичення капіталу від часу, а також врахування амортизації, що потенційно усуває концептуальний недолік вихідної моделі, пов'язаний з лінійною залежністю накопичення капіталу від інвестицій того ж часового періоду. У праці [5] наведено фрактально-лагову модифікацію моделі Харрода-Домара, що дозволяє, з одного боку, врахувати запізнення приросту доходу стосовно інвестицій, а з іншого – реалізувати нелінійну залежність обсягу інвестицій від доходу.

Інтерес до вдосконалення класичної моделі Харрода-Домара проявляють й іноземні дослідники. У статті [9] авторами здійснено спробу вирішити проблему закритості економічної системи, що притаманна класичній моделі, шляхом включення іноземних інвестицій у функцію приросту капіталу (доходу); також розглядається амортизація як додатковий чинник зміни доходу. У праці [11] розглядається модифікація моделі Харрода-Домара з розподіленням доходом, що передбачає використання різних норм заощадження для різних груп економічних суб'єктів (приватні підприємства, домогосподарства тощо).

Виокремлення невирішених раніше аспектів загальної проблеми. Існування лагових явищ у процесах взаємодії різних економічних чинників є актуальним питанням, що часто постає у наукових дискурсах – на жаль, переважно теоретичного характеру. Запізнення реакції економічного середовища на різноманітні збурення, такі як виникнення інвестиційних потоків, інноваційних технологій, коливання індексів на фондовому ринку тощо, спричиняє вплив на динаміку економічної системи. Попри те, що значимість

подібного впливу важко переоцінити, на даний момент представлено небагато спроб врахувати часовий лаг у динамічних економіко-математичних моделях. З метою вдосконалення інструментарію для аналізу систем макроекономічного рівня доцільно розвивати лагові модифікації моделі Харрода-Домара зі збереженням (ненульового) споживання як складової національного доходу.

Окрім того, простежується обмаль досліджень, спрямованих на усунення принципового обмеження класичної моделі Харрода-Домара – фігурування національного доходу як єдиного показника макроекономічної системи, тобто одновимірності моделі. Хоча простота моделі була важливим критерієм успішного вивчення економічної системи на початковому етапі, дослідження, на сьогоднішній день системний підхід до моделювання вимагає цілісного представлення об'єкта в процесі абстрагування від його другорядних властивостей.

Серед значущих показників функціонування макроекономічної системи, що дають можливість більш цілісно описати її в зв'язці з національним доходом, доречно виділити доходи до державного бюджету. Вдалість вибору зазначеної пари показників обґрунтовується тим фактом, що діяльність держави як економічного суб'єкта відіграє важливу роль в еволюції національної економіки. Відсутність держави у класичній моделі Харрода-Домара робить її неповною для ґрунтового економічного аналізу і зумовлює необхідність відповідної модифікації вихідної моделі.

Постановка завдання. Науково-дослідницьке завдання полягає у формалізації модифікованої моделі Харрода-Домара, що задовольняє наступним вимогам: 1) описує економічну систему у двовимірному просторі з координатами «ВВП – податки»; 2) долучає невиробниче споживання, що зростає з постійними темпами; 3) враховує величину лагу між дією економічних чинників та зміною результуючих показників. Подальше дослідження передбачає розроблення методу знаходження параметрів моделі для апроксимації реальної економічної динаміки, моделювання української економіки на підґрунті розробленого інструментарію, а також оцінювання

ризик у на підставі побудованої комп'ютерної моделі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Динамічна модель економічного зростання типу Харрода-Домара у найбільш загальному вигляді записується наступним чином:

$$\frac{dY(t)}{dt} = a \cdot Y(t) + \frac{dC(t)}{dt}, \quad (1)$$

де $Y(t)$ – національний дохід у момент часу t , a – гранична продуктивність капіталу, $C(t)$ – невиробниче споживання у момент часу t .

Динаміка обсягу споживання $C(t)$ задається екзогенно. Цей показник може вважатися постійним у часі, зростати з заданим постійним темпом або мати якусь іншу динаміку (у перших двох випадках набагато простіше отримати розв'язок моделі). [4, с. 44-45]

У праці [1] відображено узагальнення одновимірної моделі (1) шляхом її представлення у матричній формі. Подібна модифікація дає змогу описувати систему з довільним числом змінних. Нижче приведено варіант матричної форми динамічної моделі Харрода-Домара з незмінним темпом приросту невиробничого споживання.

$$\dot{Y}(t) = A \cdot Y(t) + B, \quad (2)$$

де $Y(t)$ – вектор-стовпчик значення змінних моделі у момент часу t розмірності $n \times 1$, A – матриця коефіцієнтів, що описують лінійні взаємозв'язки між кожною парою змінних, розмірності $n \times n$, B – вектор-стовпчик незалежного приросту змінних (багатовимірний аналог приросту споживання) розмірності $n \times 1$, n – кількість змінних моделі, що представляють різні макроекономічні показники.

Оскільки в реальній економіці спостерігається лаг між зміною чинників та їх впливом на показники, наприклад, запізнення приросту доходу по відношенню до інвестицій, що зумовили даний приріст, доцільно вдосконалити модель (2) з метою врахування лагових явищ. Тоді система (2) набуває наступного виду:

$$\dot{Y}(t) = A \cdot Y(t - \tau) + B, \quad (3)$$

де $Y(t)$ – вектор-стовпчик значень змінних моделі у момент t , A – матриця коефіцієнтів лінійних взаємозв'язків змінних, $\tau \geq 0$ –

величина лагу взаємозв'язку змінних, B – вектор-стовпчик незалежного приросту змінних.

Модель (3) представляє собою систему диференційних рівнянь. Для знаходження розв'язку даної системи її необхідно переписати таким чином, щоб позбутися запізнення $(-t)$ у складі аргументу функції $Y(t - \tau)$. У праці [5, с. 795] подібне перетворення виконувалось за допомогою ряду Тейлора. Нагадаємо, що рядом Тейлора для функції $f(x)$ називається степеневий ряд наступного виду:

$$f(x) = f(a) + \frac{f'(a)}{1!}(x-a)^1 + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n + \dots \quad (4)$$

де $f(x)$ – функція, що нескінченно диференційована в околі точки a .

Виконаємо розклад функції $Y(t - \tau)$ в околі точки t в ряд Тейлора, використовуючи лише лінійні доданки (похідні першого порядку):

$$Y(t - \tau) = Y(t) + \frac{Y'(t) \cdot (t - \tau - t)}{1} = Y(t) - \tau \cdot Y'(t), \quad (5)$$

Підставивши праву частину виразу (5) у рівняння (3), отримуємо:

$$Y'(t) = A \cdot Y(t) - \tau \cdot A \cdot Y'(t) + B, \text{ або}$$

$$Y'(t) + \tau \cdot A \cdot Y'(t) = A \cdot Y(t) + B, \text{ і нарешті:}$$

$$(E + \tau \cdot A) \cdot Y'(t) = A \cdot Y(t) + B, \text{ тобто}$$

$$Y'(t) = (E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot Y(t) + (E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot B, \quad (6)$$

де $Y'(t)$ – похідна $Y(t)$ по часу t , E – одинична матриця тієї ж розмірності, що й матриця A .

Інтегруванням рівняння (6) по незалежній змінній t отримується його аналітичний розв'язок:

$$Y(t) = e^{(E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot t} \cdot Y_0 + (E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot (e^{(E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot t} - E) \cdot B, \quad (7)$$

де $Y(t)$ – вектор-стовпчик значень змінних моделі у момент часу t , $e^{(E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot t}$ – експонента матриці $(E + \tau \cdot A)^{-1} \cdot A \cdot t$, E – одинична матриця, τ – скалярна величина лагу, A – матриця коефіцієнтів лінійних взаємозв'язків змінних, t – момент часу, для якого розв'язується рівняння, Y_0 – вектор-стовпчик значень змінних у момент $t = 0$, B – вектор-стовпчик незалежного

приросту змінних, n – кількість змінних моделі.

Динаміка змінних моделі (7) залежить від конкретних значень матриці A , векторів Y_0 і B , а також величини лагу τ . Для відтворення реальної динаміки національної економіки у координатах «ВВП – податки» на підґрунті моделі (7) необхідно знайти такі значення A , B і τ , щоб розрахункові значення змінних $Y(t)$ максимально наближалися до реальних значень відповідних показників для кожного часового періоду. Значення скалярних компонент вектору Y_0 встановлюються на рівні статистичних значень показників, що відповідають першому періоду спостережень.

Для вирішення даної задачі скористаємося однією із модифікацій методу найменших квадратів (МНК). У зв'язку з нелінійним характером динаміки змінних моделі (7), для знаходження достатнього наближення виникає необхідність в ітеративному процесі на базі МНК.

Нехай θ_0 – вектор-стовпчик, що містить початкові значення налаштовуваних параметрів моделі (7):

$$\theta_0 = \{a_{11} \ a_{12} \ a_{21} \ a_{22} \ b_1 \ b_2 \ \tau\}, \quad (8)$$

де $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ – початкові значення матриці A , b_1, b_2 – початкові значення вектору B , τ – початкове значення величини лагу.

Початкові значення скалярних компонентів A і B обираються довільно в інтервалі $[-1; 1]$, а початкове значення лагу τ – емпірично, виходячи з приблизної тривалості запізнення взаємовпливу розглядуваних економічних змінних. Тоді результатом кожної ітерації МНК буде вектор-стовпчик $\Delta\theta_i$, що представляє необхідну зміну значень параметрів моделі з метою наближення до цільової динаміки:

$$\theta_{i+1} = \theta_i + \Delta\theta_i, \quad (9)$$

де θ_i – вектор-стовпчик параметрів моделі на i -тій ітерації МНК, $\Delta\theta_i$ – результат i -тої ітерації МНК.

З наближенням розв'язків моделі (7) до цільової динаміки з використанням класичного МНК, існує ризик виникнення хаотичних явищ, пов'язаних з проходженням розрахункової

матриці через окіл однієї із точок її виродження. Подібна поведінка може спричинити низьку точність результатів МНК, тому для вирішення задачі по оптимізації параметрів моделі (7) доцільно скористатися модифікацією методу МНК, відому як алгоритм Левенберга–Марквардта (в зарубіжній літературі часто фігурує назва методу Damped Least Squares). Згідно із зазначеним алгоритмом розв’язок задачі оптимізації зводиться до наступного рівняння [10, с. 39]:

$$\Delta\theta = J^T (J \cdot J^T + \lambda^2 I)^{-1} e, \quad (10)$$

де $\Delta\theta$ – вектор-стовпчик розмірності $p \times 1$, що представляє зміну параметрів системи наприкінці даної ітерації,

$J = \{J_{ij}\} = \left\{ \frac{\partial e_i}{\partial \theta_j} \right\}$ – матриця Якобі розмірності $m \times p$, що

характеризує величину зміни помилки e_i у разі нескінченно малої зміни значення параметра θ_j , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, p}$, $\lambda \geq 0$ – демпфуюча константа, значення якої вибирається емпірично і повинно бути якомога меншим, але достатньо великим, щоб усунути нестійкість в околі точки виродження матриці $J \cdot J^T$, e – вектор-стовпчик розмірності $m \times 1$, що представляє помилку по кожному із критеріїв оптимізації, m – кількість критеріїв оптимізації, p – кількість параметрів системи, що оптимізуються.

У розглядуваній задачі оптимізації в якості помилки обрано суму квадратів відхилень розрахункових значень від статистичних для кожної із змінних моделі (7):

$$e_i = \sum_{t=1}^T (Y_t^{(i)} - \hat{Y}_t^{(i)})^2, \quad (11)$$

де e_i – i -тий елемент вектора помилок e , $i = \overline{1, 2}$, $Y_t^{(i)}$ – розрахункове значення i -того показника за період t , $\hat{Y}_t^{(i)}$ – цільове (статистичне) значення i -того показника за період t , T – кількість періодів спостереження.

Оскільки аналітичний розрахунок похідних помилки e моделі (7) по кожному з її налаштовуваних параметрів θ_i є занадто складною математичною задачею, для знаходження

елементів матриці Якобі $\{J_{ij}\} = \left\{ \frac{\partial e_i}{\partial \theta_j} \right\}$ використовується

числовий метод розрахунку похідних. У такому випадку значення елементів матриці Якобі обчислюються за наступною формулою:

$$\{J_{ij}\} = \frac{e_i(\theta_1, \dots, \theta_{j-1}, \theta_j + h, \theta_{j+1}, \dots, \theta_p) - e_i(\theta_1, \dots, \theta_p)}{h}, \quad (12)$$

де $\{J_{ij}\}$ – елемент матриці J , що знаходиться в i -тому рядку j -того стовпчика, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, p}$, $e_i(\dots)$ – величина помилки i -того показника при заданих значеннях параметрів моделі (7), θ_j – значення параметра моделі (7), що оптимізується, h – крок обчислення похідної, значення якого повинно обиратися якомога меншим, але й достатньо великим, щоб похибка комп'ютерного обчислення залишалась на прийнятному рівні, $m = 2$ – кількість змінних моделі (7), $p = 7$ – кількість параметрів моделі (7), що підлягають оптимізації.

Розглянемо статистичні дані розвитку української економіки, на базі яких можна відтворити динаміку еволюції національної економіки в координатах «ВВП – податки». У таблиці 1 представлено значення номінальних обсягів ВВП та доходів до зведеного державного бюджету за 1996-2016 рр., а також реальні обсяги відповідних показників у цінах 1996-го року, що дають змогу оцінити їх динаміку з урахуванням інфляції.

З метою більш коректного (з точки зору математичного моделювання) представлення даних наявні часові ряди макроекономічних показників варто нормалізувати. Нами використано наступну формулу нормалізації для ВВП:

$$Y_t^{(n)} = \frac{Y_t^{(s)}}{\min_{i=1, T} (Y_i^{(s)})}, \quad (13)$$

де $Y_t^{(n)}$ – нормалізоване значення ВВП за t -ий період, $Y_t^{(s)}$ – значення реального ВВП за t -ий період, T – кількість періодів спостережень.

Таблиця 1

Показники макроекономічного розвитку
України за 1996-2016 рр.

Рік	Номинальний обсяг ВВП, млрд. грн.	Номинальний обсяг податків*, млрд. грн.	Дефлятор ВВП, %	Акумуляований дефлятор **, %	Реальний обсяг ВВП, млрд. грн.	Реальний обсяг податків, млрд. грн.
1996	81.519	30.200	–	100.0	81.519	30.200
1997	93.365	28.100	118.1	118.1	79.056	23.793
1998	102.593	28.900	112.1	132.4	77.493	21.829
1999	130.442	32.900	127.3	168.5	77.399	19.521
2000	176.128	49.100	123.1	207.5	84.896	23.667
2001	211.175	54.900	110.2	228.6	92.367	24.013
2002	234.138	61.900	105.3	240.7	97.257	25.712
2003	277.355	75.300	108.2	260.5	106.477	28.908
2004	357.544	91.500	115.3	300.3	119.048	30.466
2005	457.325	134.200	124.1	372.7	122.700	36.006
2006	565.018	171.800	114.9	428.3	131.936	40.116
2007	751.106	219.900	122.8	525.9	142.824	41.814
2008	990.819	297.893	129.0	678.4	146.051	43.911
2009	947.042	272.967	112.6	763.9	123.977	35.734
2010	1120.585	314.506	113.7	868.5	129.020	36.211
2011	1349.178	398.554	114.2	991.9	136.024	40.182
2012	1459.096	445.525	107.8	1069.2	136.462	41.668
2013	1465.198	442.789	104.3	1115.2	131.383	39.705
2014	1586.915	456.067	115.9	1292.5	122.776	35.285
2015	1988.544	652.031	138.9	1795.3	110.763	36.318
2016	2383.182	782.749	117.1	2102.3	113.360	37.233

* Під податками маються на увазі доходи до зведеного державного бюджету. ** Під акумульованим дефлятором мається на увазі дефлятор ВВП з 1996 роком в якості базового періоду.

Джерело: розрахунки авторів на основі [6], [7]

Для розрахунку нормалізованих значень податків було використано ту ж базу нормалізації, що й у випадку з ВВП, що обумовлено необхідністю збереження співвідношення між обсягами ВВП та податків у нормалізованих часових рядах:

$$G_t^{(n)} = \frac{G_t^{(s)}}{\min_{i=1, \overline{T}} (Y_i^{(s)})}, \quad (14)$$

де $G_t^{(n)}$ – нормалізоване значення податків за t -ий період, $G_t^{(s)}$ – значення реального обсягу доходів до зведеного державного бюджету за t -ий період, $Y_i^{(s)}$ – значення реального ВВП за i -ий період, T – кількість періодів спостережень.

Результатом нормалізації вихідних рядів статистичних даних є часові ряди, представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Нормалізовані значення показників
макроекономічного розвитку України за 1996-2016 рр.

Рік	Нормалізовані значення реального обсягу ВВП	Нормалізовані значення реального обсягу доходів до зведеного державного бюджету
1996	1.053	0.390
1997	1.021	0.307
1998	1.001	0.282
1999	1.000	0.252
2000	1.097	0.306
2001	1.193	0.310
2002	1.257	0.332
2003	1.376	0.373
2004	1.538	0.394
2005	1.585	0.465
2006	1.705	0.518
2007	1.845	0.540
2008	1.887	0.567
2009	1.602	0.462
2010	1.667	0.468
2011	1.757	0.519
2012	1.763	0.538
2013	1.697	0.513
2014	1.586	0.456
2015	1.431	0.469
2016	1.465	0.481

Джерело: розрахунки авторів

Для подальшого моделювання динаміки української економіки на підґрунті (7) було виконано комп'ютерну реалізацію математичного інструментарію (9) – (12) у програмному пакеті Mathcad 14. Для розв'язку задачі

оптимізації моделі (7) використано наступні значення параметрів оптимізаційного алгоритму: $A = \begin{pmatrix} 0.15 & -0.10 \\ 0.05 & -0.05 \end{pmatrix}$ – початкова матриця коефіцієнтів лінійних взаємозв’язків між змінними, $B = \begin{pmatrix} 0.85 \\ 0.00 \end{pmatrix}$ – початковий вектор незалежного приросту змінних, $\tau = 2.5$ – початкова величина лагу взаємозв’язку між змінними, $\lambda = 0.1$ – демпфуюча константа, $h = 0.00001$ – крок обчислення елементів матриці Якобі.

Особливу увагу слід приділити обґрунтуванню вищезазначеного вибору початкового значення τ . Глибокий економіко-математичний аналіз проблеми лагу між виникненням інвестиційних потоків та відповідним приростом валового випуску продукції в межах української економіки було проведено у праці [8], де з використанням економетричних моделей встановлено, що для більшості галузей економіки України спостерігається лаг в межах від 2 до 3 років. На підставі цих даних вирішено використовувати значення лагу, рівне 2,5 року, на початковій ітерації на базі рівняння (10) з припущенням, що вказане значення з великою ймовірністю сприятиме найбільш швидкій і точній збіжності моделі (7) з цільовою динамікою змінних.

У результаті проведення 211 ітерацій методу (10) отримано наступний вектор, що містить оптимізовані значення параметрів моделі (числа округлені до 3-го знаку після коми):

$$\theta_{211} = \begin{Bmatrix} -0.047 & -0.398 & 0.080 \\ -0.308 & 0.134 & -0.119 & 2.462 \end{Bmatrix}, \quad (15)$$

Згідно зі значеннями скалярних компонент вектора (15), оптимізовані параметри моделі (7) отримують такі значення:

$$A = \begin{pmatrix} -0.047 & -0.398 \\ 0.080 & -0.308 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0.134 \\ -0.119 \end{pmatrix}, \tau = 2.462.$$

$$\text{Вектор початкових значень змінних дорівнює } Y_0 = \begin{pmatrix} 1.053 \\ 0.390 \end{pmatrix}.$$

Підставивши вказані значення параметрів у аналітичний розв’язок (7) динамічної моделі (6), отримуємо числові

закономірності (16), якими описується еволюція макроекономічної динаміки України у координатах «ВВП – податки» за 1996-2016 роки.

$$\begin{pmatrix} y(t) \\ g(t) \end{pmatrix} = \exp \left\{ \begin{pmatrix} 0.164 & -0.979 \\ 0.196 & -0.478 \end{pmatrix} \cdot t \right\} \cdot \begin{pmatrix} 1.053 \\ 0.390 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.595 & 2.410 \\ -0.483 & 2.177 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0.134 \\ -0.119 \end{pmatrix}, \quad (16)$$

де $y(t)$ – значення обсягу ВВП у момент часу t , $g(t)$ – значення обсягу податків у момент часу t , $\exp \{ \dots \}$ – експонента матриці, $t \geq 0$ – розглядуваний момент часу.

Проаналізувавши отримані значення скалярних компонент матриці A , можна зробити висновок, що за розглядуваний період виробничі потужності української економіки схильні до постійного, хоча і незначного спаду в результаті перевищення амортизації над інвестиціями в капітал ($a_{11} = -0.047 < 0$). Податкове навантаження справляє істотно більший негативний вплив на накопичення національного капіталу ($a_{12} = -0.398 < 0$). Динаміка доходів до державного бюджету, як і варто було очікувати, знаходиться у прямо пропорційній залежності від обсягу національного доходу ($a_{21} = 0.080 > 0$). А державний сектор економіки не є самодостатнім: доходи до державного бюджету не збільшуються в результаті використання бюджетних коштів, а, навпаки, схильні до швидкого зниження ($a_{22} = -0.308 < 0$).

Аналіз отриманих значень вектора B вказує на значне зростання ВВП за рахунок зростання невиробничого споживання ($b_1 = 0.134$), а також істотне скорочення доходів до державного бюджету через чинники, не враховані у моделі ($b_2 = -0.119$). Усереднена тривалість запізнення між зміною розглядуваних показників (національного доходу та податків) та їх впливом один на одного становить $\tau = 2,462$ роки. Підкреслимо, що даний лаг також стосується впливу змінних самих на себе, наприклад, інвестування у капітал за рахунок доходів приватного сектору, що зумовлюватиме майбутнє

зростання виробничих потужностей і подальше збільшення доходів.

На основі моделі (16) отримано розрахункові значення обсягів ВВП та доходів до зведеного державного бюджету за 1996-2016 рр. (діапазон незалежної змінної $t = [0; 20]$), динаміка яких представлена на рис.1. З метою порівняння на графіку також показано динаміку нормалізованих реальних значень зазначених показників згідно табл. 2. Окрім того, було проведено екстраполяцію обсягів ВВП та податків на три роки після останнього періоду ($t = [20; 23]$), що дало змогу отримати прогноз їх динаміки на 2017-2019 рр., який також представлено на рис.1. Наголосимо, що подібно лінійним регресійним моделям, розглядувана модель довгострокового розвитку дає можливість отримати лише очікуваний тренд, хоча його точність значно вища порівняно з результатами моделей типу лінійної регресії.

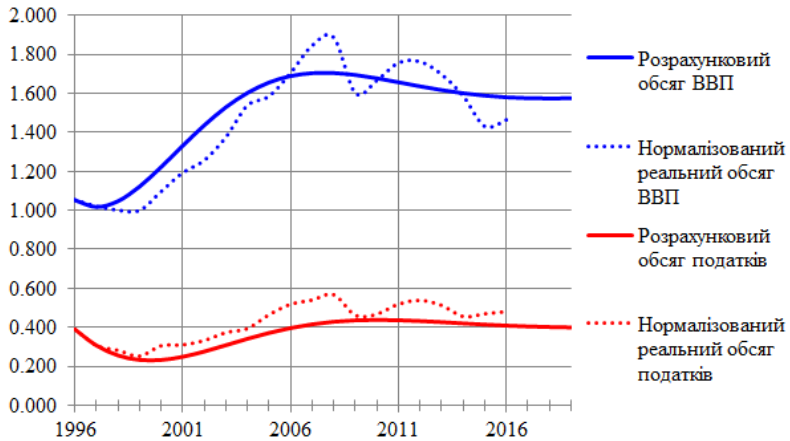


Рис. 1. Динаміка розрахункових та нормалізованих реальних значень ВВП і доходів до зведеного державного бюджету України за 1996-2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Для більш ґрунтовного аналізу української економіки доцільно оцінювати ризик по кожній із координат моделі (16).

Для виконання даної задачі було використано формули, наведені нижче.

$$r_*^{(j)} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{(m_k^{(j)})^2 - (m_g^{(j)})^2}{(m_a^{(j)})^2}}, \quad (17)$$

де $r_*^{(j)}$ – величина ризику для j -того показника, $j = \overline{1, s}$, s – кількість показників (залежних змінних) розглядуваної моделі, $m_k^{(j)}$ – середнє квадратичне значень j -того показника, $m_g^{(j)}$ – середнє геометричне значень j -того показника, $m_a^{(j)}$ – середнє арифметичне значень j -того показника. Тобто:

$$m_k^{(j)} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i^{(j)})^2}, \quad (18)$$

де $m_k^{(j)}$ – середнє квадратичне значень j -того показника, $x_i^{(j)}$ – значення j -того показника за i -тий період, n – кількість рівнів часового ряду.

$$m_g^{(j)} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i^{(j)}}, \quad (19)$$

де $m_g^{(j)}$ – середнє геометричне значень j -того показника, $x_i^{(j)}$ – значення j -того показника за i -тий період, n – кількість рівнів часового ряду.

$$m_a^{(j)} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i^{(j)}, \quad (20)$$

де $m_a^{(j)}$ – середнє арифметичне значень j -того показника, $x_i^{(j)}$ – значення j -того показника за i -тий період, n – кількість рівнів часового ряду.

Кожен із показників ступеня ризику, оцінений згідно з (17), може приймати значення в інтервалі від 0 до 1.

За формулою (17) з використанням значень показників моделі (16), розрахованих для періоду 1996-2016 рр. (діапазон незалежної змінної $t = [0; 20]$), отримано наступні величини ризику: $r_*^{(1)} = 0.330$ – для ВВП, $r_*^{(2)} = 0.418$ – для податків. Для періоду 1996-2019 рр., що включає прогнозовані значення показників на майбутні роки (діапазон незалежної змінної $t =$

[0; 23]), ризик набуває значень $r_*^{(1)} = 0.311$ і $r_*^{(2)} = 0.395$ для ВВП та податків відповідно. Наведені результати вказують на очікуване зниження ризику (збільшення стійкості) динаміки розвитку української економіки у найближчі роки. Хоча значення ризику є досить значними (критичними).

Висновки. Проведено модифікацію класичної динамічної лінійної моделі Харрода-Домара (1), в результаті чого успішно усунуто такі принципові недоліки вихідної моделі, як одновимірність та безлагова реалізація впливу чинників на показники. Отримана внаслідок модифікації модель (7) дозволяє описати макроекономічну систему у двох координатах із врахуванням середньої величини лагу між дією чинників економічного розвитку та відповідною зміною залежних показників.

З метою налаштування моделі (7) для відтворення реальної динаміки економічних показників на базі методу найменших квадратів розроблено математично-програмний інструментарій, що дозволяє знаходити оптимальні значення параметрів зазначеної моделі. З використанням даного інструментарію на підґрунті статистичних даних української економіки за 1996-2016 роки отримано модель (16), що описує динаміку розвитку економіки України у координатах «ВВП – податки». Параметрам моделі надано економічну інтерпретацію. Побудовано прогноз динаміки вказаних показників на 2017-2019 роки. Проведено оцінювання так званого покоординатного ризику для кожного із показників економічної системи.

Можна виокремити наступні перспективи подальших досліджень у напрямку вдосконалення представлені модифікації моделі Харрода-Домара. По-перше, дослідницький інтерес представляє подальше збільшення числа залежних змінних динамічної моделі з метою більш цілісного опису макроекономічної системи. По-друге, доцільно провести диверсифікацію величини лагу по кожній із залежних змінних моделі, оскільки використання єдиної величини для всіх показників є істотним спрощенням об'єкту моделювання. По-третє, автоматизація процедур знаходження оптимальних

значень параметрів моделі має принципове значення для класу динамічних моделей на базі диференціальних рівнянь, тому актуальною залишається проблема вдосконалення математичного і програмного інструментарію оптимізації параметрів моделі з метою відтворення цільової динаміки показників.

Список використаних джерел:

1. Вітлінський В. В. Матричне узагальнення класичної моделі Харрода-Домара / В. В. Вітлінський, Ю. В. Коляда, В. А. Бондар // Прикладні аспекти прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем: Монографія / За ред. О. І. Черняка, П. В. Захарченка. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В. – 2015. – С. 30-40.
2. Диленко В. А. Некоторые подходы к учету и анализу влияния научно-технического прогресса в модели экономического роста Харрода-Домара [Текст] / В. А. Диленко, Н. А. Гуляева // Проблемы економіки. – 2016. – № 4. – С. 238-243.
3. Малярець Л. М. Теоретические проблемы экономического роста [Текст] / Л. М. Малярець, А. В. Воронин, О. В. Гунько // Управляющие системы и машины. – 2016. – № 1. – С. 50–55. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/USM_2016_1_7
4. Математичні моделі та методи ринкової економіки [Текст] : навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова. – К. : КНЕУ, 2010. – 531 с.
5. Коляда Ю. В. Ризики настання кризового стану на підґрунті ортодоксальних моделей економічної динаміки [Текст] / Ю. В. Коляда, В. А. Бондар // Молодий вчений. — 2016. — № 12.1 (40) — С. 795-799.
6. Офіційний веб-сайт Державної казначейської служби України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.treasury.gov.ua/main/uk/doccatalog/list?currDir=146477>
7. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Черненко О. Л. Дослідження взаємозв'язку між інвестиціями в основний капітал і валовою доданою вартістю в економіці

України [Текст] / О. Л. Черненко // Актуальні проблеми економіки. – 2013. – № 9. – С. 75-81. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2013_9_12

9. Bankole, A.S., and Ayinde, T.O. (2014), «Capital Account Liberalisation and Foreign Direct Investment in Nigeria: A Bound-Testing Approach». Botswana Journal of Economics, Botswana. Vol. 12, No. 2, Pp. 14-32.

10. Buss, Samuel R., and Kim, Jin-Su (2005), «Selectively Damped Least Squares for Inverse Kinematics». In Journal of Graphics Tools. Vol. 10, No. 3, pp. 37-49.

11. Giovannoni, Olivier G. (2014), «Income Distribution Macroeconomics». Levy Economics Institute, Working Papers Series No. 807. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2445975>

2.3. МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЮВАННІ ЛОГІСТИЧНОГО РИЗИКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОЇ ІМУННОЇ СИСТЕМИ

Анотація. Аналізується актуальність проблеми управління логістичного ризику як одного із основних ділових ризиків за сучасних умов ведення бізнесу. Наведені існуючі підходи до оцінювання логістичного ризику. Описано основні поняття штучних імунних систем. Побудовано модель оцінювання логістичного ризику з використанням клонового алгоритму відбору в штучній імунній системі для умовного прикладу.

Логістичний ризик за сучасних умов ведення бізнесу.

Проблема управління ризиками в бізнесі наразі є актуальною як ніколи. Це підтверджує, зокрема, той факт, що великі міжнародні аудиторські та страхові компанії, впливові світові організації на своїх сайтах розміщують різні звіти, аналітичну інформацію, повідомлення тощо, які присвячені різним аспектам управління ризиками. Зокрема, провідна страхова компанія «Allianz Global Corporate & Specialty» (AGCS) випускає щорічник Allianz Risk Barometer – збірник

різних актуальних рейтингів ризиків за низкою ознак, які побудовані на основі обробки думок фахівців з різних країн світу (було опитано близько 1200 фахівців з більше ніж 50 країн світу [1]), а на сайті цієї компанії [2] можна ознайомитися з іншими звітами, статтями, оглядами тощо стосовно проблеми управління ризиками. Ризикам присвячено окремий розділ «Risk Advisory» (консультації щодо ризику) на сайті компанії «Deloitte» [3], в якому розміщена інформація стосовно різних аспектів управління репутаційними, фінансовими, операційними ризиками, кібер-ризиками тощо. На сайті Світового економічного форуму за ключовим словом «risk» можна знайти низку актуальних статей щодо ризиків, зокрема, 12-е видання Звіту з глобальних ризиків за 2017 рік [5].

Підвищений інтерес до аналізу ризиків викликаний, зокрема, мінливістю сучасного світу, що у свою чергу зумовлює різноманітні структурні зрушення в економіці та суспільстві, які мають значний вплив на їх подальший розвиток. Наприклад, Інтернет і постійний розвиток інформаційно-комунікаційних засобів і технологій змінюють способи комунікації між людьми у побуті та бізнесі, зумовлюють появу нових товарів (смартфони, планшети, електронні книги тощо) та послуг (мобільний банкінг, купівля електронних квитків на різні види транспорту, в кіно, до театру, на концерти).

У реальному секторі економіки до таких зрушень можна віднести новий тренд розвитку економіки «Індустрія 4.0», який зумовлює зміни не лише у виробництві, а й інших сферах економіки, освіти, науки та робить проблему управління ризиками ще більш актуальною, зокрема, через цілковиту його (тренду) інноваційність [6, 7]. Одним із ризиків, який наразі є основним глобальним діловим ризиком за версією [1] і буде таким, на нашу думку, й надалі (навіть, в умовах впровадження у реальне виробництво концепції «Індустрія 4.0»), є логістичний ризик.

Логістичний ризик підприємства – це економічна категорія, яка відображає особливості сприйняття менеджментом підприємства існуючих невизначеності та конфліктності, відсутності повної (вичерпної) інформації на

момент прийняття рішень, які притаманні процесам прогнозування, планування, управління, координації та контролю матеріальних, сервісних, інформаційних, фінансових потоків та потоку інтелектуально-трудоових ресурсів [8]. Управління логістичним ризиком може здійснюватися на підґрунті різних концептуальних підходів з дотриманням відповідних принципів, проте у будь-якому випадку одне із головних місць займає оцінювання такого ризику [8-10].

Класичні підходи до оцінювання логістичного ризику.

Якщо збитки (небажані наслідки, невдачі, непередбачені витрати тощо), які виникли в результаті прояву деякого логістичного ризику, можна кількісно оцінити, то в абсолютному вираженні такий ризик можна визначити як добуток значень ймовірності небажаних наслідків та величини цих можливих збитків:

$$L = p \cdot x, \quad (1)$$

де L – величина логістичного ризику, p – ймовірність небажаних наслідків, x – величина (обсяг) цих небажаних наслідків [9].

Зокрема, за допомогою формули (1) можна оцінити логістичний ризик як непередбачені витрати на доставку продукції (що може бути виражено у грошових одиницях та в одиницях часу).

Приклад. Припустимо, доставка продукції від логістичного центру до супермаркету здійснюється протягом 5 годин і коштує дистриб'ютору 1 тис. грн (включаючи витрати на паливо, амортизацію, вартість роботи водіїв, експедиторів тощо). З ймовірністю 0,3 очікується, що, в результаті можливих заторів на дорогах, погіршення погодних умов тощо, обсяг непередбачених витрат може становити близько 200 грн та призвести до збільшення часу доставки на 2 години. У цьому випадку величина відповідного логістичного ризику дорівнює у грошовому виразі $0,3 \cdot 200 \text{ грн} = 60 \text{ грн}$ та в одиницях часу $0,3 \cdot 120 \text{ хв} = 36 \text{ хв}$.

Величину (ступінь) логістичного ризику в деяких ситуаціях можна визначити як ймовірність настання небажаних

наслідків:

$$L = p, \quad (2)$$

де L – величина логістичного ризику, p – ймовірність небажаних наслідків [9].

Приклад. Припустимо, що серед доставленої продукції, з попереднього прикладу, зазвичай виявляється 1% продукції, що не може бути реалізована кінцевому споживачеві та повернена виробникові з вини дистриб'ютора (втрачено товарний вигляд упаковки продукції, суттєво пошкоджено продукцію під час транспортуванні без права повернення виробникові тощо). Отже, ймовірність того, що буде повернено продукцію дистриб'ютору дорівнює 0,01. Тобто, логістичний ризик, який пов'язаний зі збитками від повернення пошкодженої продукції, дорівнює 0,01.

Коли для деякого одного рішення (події) у сфері логістики можна оцінити величини небажаних наслідків, що можуть мати місце за різних умов його (рішення) реалізації, та ймовірності їх настання, то оцінити логістичний ризик можна як величину ризику очікуваної (сподіваної) невдачі з використанням формули математичного сподівання:

$$L = M(X) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i, \quad (3)$$

де L – величина логістичного ризику; $M(X)$ – математичне сподівання випадкової величини X ; x_i – величина (обсяг) небажаних наслідків в i -их умовах реалізації рішення, $X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}$ – досліджувана дискретна випадкова величина, що відповідає небажаним наслідкам рішення; p_i – ймовірність небажаних наслідків в i -их умовах реалізації рішення, $P = \{p_1, \dots, p_i, \dots, p_n\}$ – розподіл ймовірностей

настання можливих значень випадкової величини X , $\sum_{i=1}^n p_i = 1$

[9, 11].

Приклад. Дистриб'ютор здійснює доставку продукції до супермаркету тривалий час та хоче оцінити можливі збитки,

що зумовлені невчасною доставкою продукції, з метою перегляду умов доставки, якщо ці витрати перевищують 100 гривень. Кожна хвилина затримки доставки продукції зумовлює обсяг додаткових непередбачених витрат для дистриб'ютора в сумі 5 грн. Можливі затримки в процесі доставки продукції пов'язані з заторами на дорогах, виникнення яких спрогнозувати досить складно, проте дистриб'ютор, володіючи деякою власною статистичною інформацією доставки продукції за минулі періоди, сформував таблицю даних (див. табл.1), на основі якої можна визначити сподівану величину можливих збитків (ризик).

Таблиця 1

Можливі ситуації на дорогах	Величина можливих затримок (хв)/ Величина можливих збитків (грн)	Значення ймовірності
Без заторів	0 / 0	0,15
Незначні затори	20 / 100	0,25
Значні затори	60 / 300	0,4
Суттєві затори	100 / 500	0,2

У даному випадку, випадкова величина X може відповідати можливим збиткам у грошових одиницях $X = \{0;100;300;500\}$, а відповідні ймовірності їх настання $P = \{0,15;0,25;0,4;0,2\}$. Тоді величина ризику, що відповідає величині сподіваних збитків, може бути обчислена за формулою (3):

$$L = 0,15 \cdot 0 + 0,25 \cdot 100 + 0,4 \cdot 300 + 0,2 \cdot 500 = 245(\text{грн}) .$$

Величина ризику (сподіваних збитків) дорівнює 245 грн, що в 2,45 рази перевищує 100 грн, а тому дистриб'ютору необхідно переглянути умови доставки продукції до супермаркету.

Класичним підходом щодо оцінювання величини ризику, зокрема й логістичного, є використання дисперсії (варіації) чи середньоквадратичного відхилення, що характеризують розсіювання значень випадкової величини відносно її

сподіваної величини (математичного сподівання) [9, 11]:

- дисперсія випадкової величини $X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, для якої відомі відповідні ймовірності настання їхніх значень

$P = \{p_1, \dots, p_i, \dots, p_n\}$, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, обчислюється за формулою:

$$V(X) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot (x_i - M(x))^2; \quad (4)$$

- середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma(X) = \sqrt{V(X)}. \quad (5)$$

Вважають, чим більше значення дисперсії (або середньоквадратичного відхилення), тим більший ступінь логістичного ризику. В оцінюванні логістичного ризику можна використати також семіваріацію та семіквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт семіваріації, формули розрахунку яких наведено, зокрема в [9, 11]. Дані показники доречно використовувати, наприклад, коли є кілька можливих результатів (альтернативних варіантів) деякого рішення та існує потреба в їх порівнянні з урахуванням ризику.

Приклад. Дистриб'ютор, з попереднього прикладу, має дані щодо доставки продукції до іншого супермаркету (див. табл. 2) та бажає оцінити роботу системи доставки продукції до кожного із супермаркетів.

Таблиця 2

Можливі ситуації на дорогах	Величина можливих затримок (хв)/ Величина можливих збитків (грн)	Значення ймовірності
Без заторів	0 / 0	0,1
Незначні затори	38 / 190	0,5
Значні затори	70 / 350	0,3
Суттєві затори	90 / 450	0,1

Для другого супермаркету величина сподіваних збитків дорівнює $L = 0,1 \cdot 0 + 0,5 \cdot 190 + 0,3 \cdot 350 + 0,1 \cdot 450 = 245(\text{грн})$.

Тобто, в обох випадках величина сподіваних збитків є однаковою і не можна віддати перевагу одній із двох доставок.

Дисперсія випадкових величин збитків під час доставки продукції до супермаркетів дорівнює:

- для першого супермаркету:

$$V(X) = 0,15 \cdot (0 - 245)^2 + 0,25 \cdot (100 - 245)^2 + 0,4 \cdot (300 - 245)^2 + 0,2 \cdot (500 - 245)^2 = 85050$$

- для другого супермаркету:

$$V(X) = 0,1 \cdot (0 - 245)^2 + 0,5 \cdot (190 - 245)^2 + 0,3 \cdot (350 - 245)^2 + 0,1 \cdot (450 - 245)^2 = 82100$$

Середньоквадратичне відхилення випадкових величин збитків під час доставки продукції до супермаркетів дорівнює:

- для першого супермаркету:

$$\sigma(X) = \sqrt{85050} \approx 291,63(\text{грн});$$

- для другого супермаркету:

$$\sigma(X) = \sqrt{82100} \approx 286,53(\text{грн}).$$

Якщо за міру ризику узяти середньоквадратичне відхилення, то можна зробити висновок, що ризик отримати додаткові збитки від невчасної доставки продукції до другого супермаркету є ненабагато меншим за ризик отримання додаткових збитків від невчасної доставки продукції до першого супермаркету.

Теоретичним підґрунтям того факту, що мірою ризику може бути дисперсія (середньоквадратичне відхилення) є [9]:

- лема Маркова: якщо випадкова величина X не набуває від'ємних значень, то для будь-якого додатного числа ε буде справедливою нерівність $P\{X > \varepsilon\} \leq \frac{M(X)}{\varepsilon}$, де $M(X)$ – математичне сподівання випадкової величини X ;

- нерівність Чебишева: ймовірність того, що випадкова величина X відхиляється за модулем від свого математичного сподівання $M(X)$ більше, ніж на заданий допуск δ , не перевищує її дисперсії (варіації) $V(X) = \sigma^2(X)$, поділеної на

квадрат допуску δ^2 , тобто $P\{|X - M(X)| > \delta\} \leq \frac{V(X)}{\delta^2} = \frac{\sigma^2(X)}{\delta^2}$.

Приклад. Дистриб'ютор, з попереднього прикладу, розрахував, що сподівані збитки за однією доставкою до супермаркету дорівнюють 245 грн. Він збирається змінити умови доставки. Тому, щоб убезпечити себе від ще більших незапланованих додаткових витрат (збитків), дистриб'ютора цікавить ймовірність виникнення ситуації, коли ці витрати зможуть перевищити 500 грн.

За лемою Маркова $P\{X > 500\} \leq \frac{245}{500} \approx 0,49$, тобто

ймовірність того, що додаткові витрати будуть більшими за 500 грн, дорівнює 49%. Перевищення додаткових витрат є небажаною ситуацією для дистриб'ютора, тому ймовірність виникнення цієї ситуації можна розглядати як показник ризику. Тоді можна сказати, що ризик перевищення додатковими витратами порогу в 500 грн становить 49%. У контексті попереднього прикладу це означає відставання від існуючого графіка поставок, а тому дистриб'ютору бажано змінити існуючу систему доставки продукції.

Окрім того, логістичний ризик (наприклад, пов'язаний з побудовою деякого логістичного ланцюга постачання) можна виміряти за допомогою відповідного коефіцієнту:

$$L = \frac{x}{F}, \quad (6)$$

де L – коефіцієнт логістичного ризику; x – максимально можливий обсяг збитків, що може мати місце, наприклад, у результаті функціонування деякого логістичного ланцюга постачання; F – обсяг грошових коштів, які залучені, наприклад, для побудови досліджуваного логістичного ланцюга постачання.

Жоден із зазначених та інших показників кількісного оцінювання ступеня ризику (зокрема й логістичного) окремо не спроможний показати адекватні результати за мінливих умов ведення бізнесу [12, 13]. В [9, с. 183] зроблено припущення, що кількісна оцінка ризику є вектором, компоненти якого мають

враховувати різні цілі досліджень, прийняту систему гіпотез, суб'єктивний чинник, що характеризує ставлення суб'єкта ризику (особи, що приймає рішення) до ризику тощо.

***Сучасні засоби економіко-математичного моделювання.
Основні поняття штучної імунної системи.***

Постійно зростаюча обчислювальна потужність комп'ютерної техніки дозволяє вирішувати складні задачі набагато швидше, ніж це було раніше. Окрім того, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій можна вважати одним із чинників розвитку сучасних засобів моделювання, що використовуються для вирішення складних слабо структурованих багатоцільових та багатокритеріальних задач із різних сфер життєдіяльності людини та бізнесу, зокрема й логістики. Наразі популярними є штучні нейронні мережі, генетичні алгоритми, мережі Петрі, мурашині алгоритми, бджолині алгоритми, штучні імунні системи тощо.

Штучна імунна система є адаптивною обчислювальною системою, функціонування якої в спрощеному виді подібне до функціонування природної імунної системи живих організмів. Природна імунна система, зокрема, виконує наступне: розпізнає різні загрози; запускає відповідні захисні механізми організму; за можливості, усуває (знижує) ці загрози; запам'ятовує інформацію про загрози та своє поведіння щодо них, що дозволяє у майбутньому значно швидше зреагувати на подібну загрозу (вторинна імунна відповідь) тощо.

Штучній імунній системі (як і природній) притаманне наступне: самоорганізація; навчання; наявність пам'яті; здатність до асоціативного пошуку, розпізнавання, виокремлення особливостей оточуючих клітин; різноманітність; розподілений пошук; наявність порогу, що є критерієм запуску імунних операцій (наприклад, розмноження клітин); спільна стимуляція тощо [14-16].

Основними поняття штучної імунної системи є наступні [14-19].

Антитіло є внутрішньою клітиною імунної системи (лімфоцитом), що в контексті штучної імунної системи

відповідає можливому вирішенню задачі. Множина (популяція) антитіл формує область допустимих рішень задачі.

Антиген є потенційною зовнішньою загрозою (бактерія, вірус) зовнішнього середовища, що здійснює вплив на імунну систему. Антиген штучної імунної системи, що використовується для вирішення оптимізаційних задач, може відповідати цільовій функції такої задачі.

Афінність в імунології кількісно описує силу взаємодії антигену та антитіла. У контексті штучних імунних систем афінність визначає ступінь подібності генетичних наборів клітин (антигену та антитіла, антигенів між собою). У разі використання бінарного кодування в штучній імунній системі афінність може бути оцінена з використанням відстані Хемінга, у випадку дійсного кодування – евклідової відстані. Вважають, що зі зменшенням відстані Хемінга між клітинами підвищується їх афінність.

В якості механізмів адаптації в імунній штучній системі використовуються наступні імунні алгоритми [14, 17-19]:

- клоновий алгоритм відбору *CLONALG*, в якому з підвищенням афінності клітин зростає кількість їх копій та знижується ймовірність мутацій у цих клітинах;
- негативний алгоритм відбору передбачає використання оператора негативної селекції, завдяки якому відбираються для зберігання у пам'яті штучної імунної системи клітин, які їй не властиві;
- імунний мережний алгоритм представляє собою по суті мережний граф, вузли якого є антитілами, афінність яких відповідає відстані між вузлами;
- дендритний алгоритм передбачає обробку та представлення інформації про антиген дендритними клітинами.

Модель оцінювання логістичного ризику з використанням клонного алгоритму відбору в штучній імунній системі.

Постановка задачі. Дистриб'ютор доставляє власним автотранспортом продукцію до різних супермаркетів. Через низку причин (погодні умови, затори на дорогах, поломки

тощо) доставки можуть відбуватися з запізненням, що зумовлює виникнення додаткових непередбачуваних витрат (прояв відповідного логістичного ризику). Окрім того, в деяких випадках можливе повернення супермаркетом щойно доставленої продукції, зокрема, через втрати продукцією товарного виду тощо. Перед дистриб'ютором виникли наступні питання: виявити супермаркет з найбільшим ступенем логістичного ризику; оцінити логістичний ризик в цілому за існуючої системи доставки продукції; виявити можливості зниження ступеню досліджуваного логістичного ризику.

Основні поняття моделі. У контексті штучних імунних систем для даної задачі припустимо, що антиген відповідає деякій «ідеальній» (еталонній) доставці продукції, для якої ступінь логістичного ризику є мінімальним чи допустимим, що цілковито задовольняє дистриб'ютора. За бінарного кодування структура антигена може представляти собою бінарний рядок, частини якого будуть відповідати економічним показникам, що характеризують доставку продукції. У нашій задачі обмежимося двома показниками: час затримки доставки продукції; обсяг непередбачених витрат. Для еталонної доставки ці показники можуть бути відповідно 0 хв та 0 грн.

Кожне антитіло буде відповідати деякій існуючій (або можливій) одній доставці продукції, що характеризується зазначеними вище двома показниками. Окрім того, в структурі антитіла можна передбачити частину, яка буде відповідати конкретному супермаркету, і ця частина не буде змінюватися для конкретного антитіла у процесі функціонування штучної імунної системи. Антитіло структурно буде складатися з трьох частин, що відповідають унікальному номеру (коду) супермаркету в комп'ютерній системі управління дистриб'ютора, часу затримки доставки продукції, обсягу непередбачених витрат.

Вважатимемо, що афінність конкретного антитіла може відповідати ступеню логістичного ризику конкретної доставки продукції. Тоді зі збільшенням афінності (для бінарного кодування – зі зменшенням відстані Хемінга) між антигеном та антитілом зменшується ступінь логістичного ризику. У

множині всіх антитіл можна виокремити підмножини антитіл для кожного із супермаркетів. У кожній із цих підмножин на кожному етапі функціонування імунного алгоритму найбільший інтерес представляють антитіла, афінність яких є максимальною. Вибравши по одному антитілу із кожної підмножини, можна утворити сукупність антитіл, яка буде відповідати загальній системі доставки продукції з мінімальним ступенем логістичного ризику в цілому за даних умов доставки.

Основні кроки модифікованого імунного алгоритму відбору (на основі класичного клонового алгоритму відбору CLONALG).

Крок 1. Утворення початкової популяції (множини) антитіл наступним чином. Розмір популяції не може бути меншим за кількість супермаркетів, які обслуговує дистриб'ютор. Бажано, щоб розмір популяції був кратний кількості супермаркетів, у цьому випадку в початковій популяції кожному із супермаркетів буде відповідати однакова кількість випадковим чином обраних антитіл із загальної кількості усіх антитіл. Якщо розмір популяції не є кратним кількості популяцій, то кількість антитіл одних супермаркетів буде більша ніж інших. Для роботи алгоритму відбору це не принципово. Головне, щоб у популяції антитіл на кожному такті циклу функціонування алгоритму для кожного із супермаркетів відповідало принаймні одне антитіло.

Крок 2. Для кожного антитіла популяції визначається афінність відносно антигену як відстань Хемінга. Здійснюється упорядкування антитіл за значеннями афінності.

Крок 3. В упорядкованій множині антитіл з кроку 2 обирається деяка кількість антитіл з найбільшим значенням афінності (меншим значенням відстані Хемінга), які утворюють підмножину антитіл, що допускаються до операції клонування (репродукції).

Крок 4. Здійснення операції клонування. Кількість клонів для кожного антитіла є різною і може бути визначена за формулою:

$$N_{C_i} = \text{round}\left(\frac{\beta \cdot N}{i}\right),$$

де N_{C_i} – кількість клонів для антитіла, що посідає i -е місце в упорядкуванні з кроку 2 та 3; $\text{round}()$ – операція округлення до найближчого цілого числа; $\beta > 0$ – множник, який регулює кількість клонів відібраних антитіл (множником може бути будь-яке число більше нуля, зокрема й дробове); N – розмірність популяції антитіл (на початку це початкова популяція антитіл, далі – популяція усіх антитіл на кожному такті функціонування імунного алгоритму); i – порядковий номер місця, яке посідає антитіло в упорядкованій за значенням афінності множині антитіл, що допущені до клонування.

Крок 5. Застосування до множини новоутворених клонів операції мутації, ймовірність виникнення якої залежить від значення їх афінності, що ідентично значенню батьківської клітини (антитіла), оскільки клон є абсолютним відтворенням оригіналу. Зі збільшенням значення афінності зменшується ймовірність виникнення мутації в клоні. Мутація не застосовується до частини антитіл, що відповідає порядковому номеру супермаркету.

Крок 6. Для новоутворених антитіл (після операції мутації) визначається афінність відносно антигену.

Крок 7. Серед новоутворених антитіл обираємо деяку задану кількість клітин, значення афінності яких є найбільшим. Якщо значення афінності клітини після кроку 5 (новоутвореного антитіла-клону після мутації) є більшим за значення афінності батьківської клітини, то батьківська клітина замінюється на новоутворену клітину.

Крок 8. З метою підтримки різноманіття деяка задана кількість клітин, афінність яких є найменшою серед загальної множини антитіл, замінюється на вибрані випадковим чином нові клітини.

Крок 9. Здійснюється перевірка представлення кожного супермаркету в новій множині антитіл. Якщо деякий супермаркет виявиться не представленим, то для нього додаємо в популяцію клітин обране випадковим чином відповідне антитіло (подібно до кроку 1).

Кроки 2-9 повторюються до тих пір, поки не виконається критерій зупинки імунного алгоритму, в якості якого може бути кількість побудованих поколінь; час, який відведено на еволюцію тощо. У результаті функціонування імунного алгоритму отримаємо популяцію антитіл, значення афінності яких має бути більшими за значення афінності антитіл початкової популяції.

Використовуючи класичні підходи оцінювання логістичного ризику для поставленої задачі ми можемо вирішити проблеми наступним чином:

- аналогічно наведеним раніше прикладам прийнявши за міру ризику, наприклад, середньоквадратичне відхилення виявити супермаркет з найбільшим ступенем логістичного ризику за нинішньої системи доставки;

- оцінити логістичний ризик для усієї системи доставки продукції можна, зокрема, побудувавши агрегований показник логістичного ризику. Наприклад, якщо за міру логістичного ризику прийняти ймовірність настання небажаних видатків, то розрахувавши значення такої міри ризику для кожного супермаркету можна побудувати агрегований показник, що буде представляти собою звичайну суму значень оцінок логістичного ризику усіх супермаркетів. Максимальне значення агрегованого показника буде дорівнювати кількості супермаркетів і відповідати максимальному значенню ступеню ризику, а мінімальне значення буде дорівнювати нулю.

За допомогою наведеної моделі штучної імунної системи можна виявити можливості існуючої системи доставки продукції щодо зниження ступеню логістичного ризику. Маючи для кожного супермаркету значення афінності антитіл початкової та кінцевої популяції, можна зробити висновок щодо наявного потенціалу існуючої системи доставки продукції для зменшення часу затримки доставки продукції та обсягу непередбачених витрат. Якщо афінність збільшилась, то значення відповідного ризику можна зменшити. Аналогічні висновки можна зробити в цілому по системі доставки.

Дана модель може бути використана після відповідних змін для оцінювання різних видів логістичного ризику. Зокрема, за потреби врахування більшої кількості показників,

може бути змінено структуру антигену та антитіл, незмінна частина антитіл може бути взагалі усунута, змінено спосіб розрахунку афінності, кількості клонів тощо. Для різних конкретних моделей, побудованих на основі розглянутого інструментарію, в цілому сутність кроків клонового алгоритму відбору буде сталою, як і загалом сутність роботи штучної імунної системи.

Висновки. Завжди актуальною буде проблема щодо використання адекватних моделей оцінювання ризику у прийнятті ефективних управлінських рішень, які б враховували якомога більший обсяг доступної інформації.

Мінливість сучасних економічних процесів потребує постійного удосконалення існуючих та розроблення нових моделей оцінювання ступеня ризику на підґрунті сучасного дієвого інструментарію моделювання. Перспективним напрямком в економіко-математичному моделюванні є засоби природних обчислень: мурашині алгоритми, бджолині алгоритми, штучні імунні системи, метод рою часток тощо.

Дані дослідження є логічним продовженням роботи [20], в якій нами було сформульовані концептуальні аспекти використання деяких із засобів природних обчислень у моделюванні різних видів логістичного ризику. У подальших дослідженнях доцільно розглянути кроки роботи інших імунних алгоритмів відбору в штучній імунній системі в контексті моделювання та оцінювання ступеня логістичного ризику, можливість комп'ютерної реалізації таких моделей.

Список використаних джерел:

1. Allianz Risk Barometer 2017. URL: http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/Allianz_Risk_Barometer_2017_EN.pdf
2. Офіційний сайт компанії «Allianz Global Corporate & Specialty». URL: <http://www.agcs.allianz.com>
3. Офіційний сайт компанії «Deloitte». URL: <https://www2.deloitte.com/global/en.html>
4. Офіційний сайт Світового економічного форуму. URL: <https://www.weforum.org/>

5. The Global Risks Report 2017. 12th Edition. URL: http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf
6. Скіцько В.І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. №5. С. 33-40. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/5_2016/8.pdf
7. Вітлінський В.В., Скіцько В.І. Ризики в Індустрії 4.0. *Вісник Черкаського університету. Серія «Економічні науки»*. 2016. №3. С. 17-26.
8. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Концептуальні засади моделювання та управління логістичним ризиком підприємства. *Проблеми економіки*. 2013. № 4. С. 246–253.
9. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. К.: КНЕУ. 2004. 480с.
10. ISO. Risk Management – Principles and guidelines ISO 31000. Switzerland: ISO. 2009. 24p.
11. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. Київ. ТОВ «Борисфен-М». 1996. 336с.
12. Вітлінський В.В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. К.: ДЕМІУР. 1996. 212с.
13. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции. Пер. с англ. М.:ИНФРА-М. 1997. 1024с.
14. Искусственные иммунные системы и их применение. Под ред. Д. Дасгупты. Пер. с англ. под ред А.А. Романюхи. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006. 344 с.
15. Брюховецкий А.А., Скатков А.В. Применение моделей искусственных иммунных систем для решения задач многомерной оптимизации. *Оптимізація виробничих процесів: зб. наук. пр.* Севастополь: СевНТУ. 2010. Вип. 12. С. 119-122. URL:http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/ovp/2010_12/opt_12/opt12-22.pdf
16. De Castro L.N., Timmis J. Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach. N.Y.: Press. 2002. 357p.
17. Кушнир Н.В., Кушнир А.В., Анацкая Е.В., Катышева П.А., Устинов К.Г. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние. *Научные труды КубГТУ*. 2015. №12. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/714>

18. De Castro L.N., Von Zuben F.J. Learning and Optimization Using the Clonal Selection Principle. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Special Issue on Artificial Immune Systems*. 2002. Vol. 6, no. 3. P. 239-251. DOI: 10.1109/TEVC.2002.1011539
19. Карпенко А. П., Щербакова Н. О., Буланов В. А. Гибридный алгоритм глобальной оптимизации на основе алгоритмов искусственной иммунной системы и роя частиц. *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2014. №3. С.255-274. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/700457.html>, DOI: 10.7463/0314.0700457
20. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Концептуальні аспекти моделювання логістичного ризику інформаційно-мережної економіки з використанням інструментарію природних обчислень. *Проблеми економіки*. 2016. №4. С. 231–237.

2.4. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ПРИ ОЦІНЦІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті оцінюється фінансова стійкість підприємства Мотор Січ мережними мірами та із використанням ентропії перестановок. Проведено аналіз та порівняння отриманих мір із інтегральною оцінкою фінансової безпеки підприємства. Зроблено висновки щодо можливості використання методів теорії складних систем при оцінці економічної безпеки підприємств.

Ключові слова: економічна безпека, фінансова стійкість, мережні міри, спектральний розрив, ентропія перестановок, інтегральна оцінка.

Постановка проблеми. Сучасний економічний простір схильний до потрясінь та криз різного походження, які суттєво впливають на систему економічної безпеки підприємств, і потребує нового інструментарію моделювання та прогнозування фінансової стійкості суб'єктів господарювання.

Наявні підходи до оцінювання стану системи економічної безпеки підприємств ґрунтовані на стандартному інструментарії визначення фінансового стану, ліквідності, прибутковості, але не беруть до уваги інші фактори, що також впливають на їхню діяльність. В якості новітніх методів моделювання економічної безпеки пропонується використання методів теорії складних систем, а саме мережні міри та ентропія перестановок, які фактично є альтернативними до класичних методів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми сутності економічної безпеки й системи економічної безпеки підприємства, класифікації загроз, методів оцінювання її стану широко охарактеризовані в працях таких науковців як В. Андрієнко, П. Бубенко, В. Геєць, В. Дубіщев, М. Єрмошенко, І. Запатріна, О. Іваницька, С. Кавун, М. Корецький, І. Мігус, Л. Чернишов та ін. Однак в їхніх працях не розглядаються питання застосування теорії складних систем для моделювання економічної безпеки підприємства. Тому актуальним є питання розробки ефективної і дієвої моделі системи економічної безпеки зазначеними методами.

Мета та завдання полягають у дослідженні можливості застосування методів теорії складних систем для оцінювання фінансової безпеки підприємства із використанням сучасних прогностичних методів і моделей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з методів, що використовується в роботі, є метод складних мереж

Наведемо основні поняття теорії мереж.

Мережа – це об'єднання однорідних предметів або людей, яке встановлює правила поведінки всередині (між її членами) і ззовні (до одиниці мережі або до сукупності), вимагає правил використання одиниць (елементів) та всієї мережі; однорідність членів дає змогу оперувати кожним з них однобічно; об'єднання дає можливість оперувати мережею як одним цільним об'єктом або, більш коротко, мережею (network) називається сукупність вузлів (node), поєднаних зв'язками (link), яка будується за певними правилами.

Теорія складних мереж (complex networks) вивчає характеристики мереж, враховуючи не тільки їх топологію, а й статистичні властивості, ефекти розповсюдження інформації, стійкість і т. ін.

В умовах сьогодення актуальним завданням у моделюванні складних систем є пошук ефективних методів із широким колом характеристик, які здатні детально описати властивості системи. Серед таких методів важливе місце посідає дослідження складних систем з урахуванням зв'язків між їх елементами та підсистемами. В економіці явища розглядаються як складні та багатофакторні, зв'язок між ознаками практично завжди кореляційний. Саме на дослідженні ступеня кореляційних зв'язків в економічній системі базується мережний метод кореляційного аналізу. Його особливість полягає в побудові мір на основі матриці взаємних кореляцій часових рядів.

За допомогою даного методу досліджуються основні спектральні та топологічні характеристики системи. Спектральні міри базуються на алгебраїчних інваріантах графу (спектрах). До спектральних характеристик відносяться, наприклад, величина спектрального розриву (spectral gap), енергія графу (graph energy), спектральний радіус (spectral radius) та ін.

Величина спектрального розриву (щільності), на основі якої буде проведений аналіз економічної безпеки підприємства, є важливою спектральною характеристикою. Спектральний розрив описує, як швидко динамічний процес у мережі буде сходиться до стійкого стану. Спектральний розрив дорівнює різниці між двома найбільшими власними значеннями матриці суміжності.

Отже, спектральний аналіз графів є альтернативою до інших методів дослідження складних систем. Він дозволяє розробити широкий спектр мережних характеристик окремих об'єктів та системи в цілому, розв'язувати численні та неоднорідні проблеми, що виникають при дослідженні складних систем та зазвичай не піддаються суто математичному опису.

Щодо топологічного аналізу даних, то він є новою областю дослідження, спрямованою на застосування в таких напрямках, як обробка даних. Головним питанням топології є: що означають зв'язки між набором точок. І відповіді на це питання можна за концепцією граничних точок в метричних просторах.

Ентропія перестановок *PermEn* розраховується за формулою ентропії Шеннона, де використовується щільність ймовірності отримання відповідного впорядкованого вектора. *PermEn* відрізняється від інших видів ентропії тим, що вона дуже чутлива до зміни значень у часовому ряді, навіть при невеликих відхиленнях наступних значень від попередніх, що є незамінним в аналізі часових рядів.

Результати досліджень. На основі фінансової щоквартальної звітності підприємства «Мотор Січ» за період 2009-2016 роки проведемо аналіз фінансової безпеки за допомогою інтегрального показника (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка інтегрального показника фінансової безпеки протягом 2009-2016 рр.

Джерело: розраховано авторами

За результатами розрахунків можемо зробити висновок, що інтегральний показник фінансової безпеки має позитивний тренд і, відповідно, підприємство може вважатися фінансово стійким.

Проведемо аналіз фінансової стійкості підприємства «Мотор Січ» у середовищі MatLab. У якості часового ряду обрано ціни на акції підприємства за період із 2009 по 2016 рр. Розрахунки проводилися із використанням процедури рухомого вікна та такими параметрами – ширина вікна 250 днів, крок 5 точок.

На рис. 2 наведено результати розрахунків спектральної міри *spectral gap* для вихідного ряду та інтегральної оцінки фінансової безпеки.

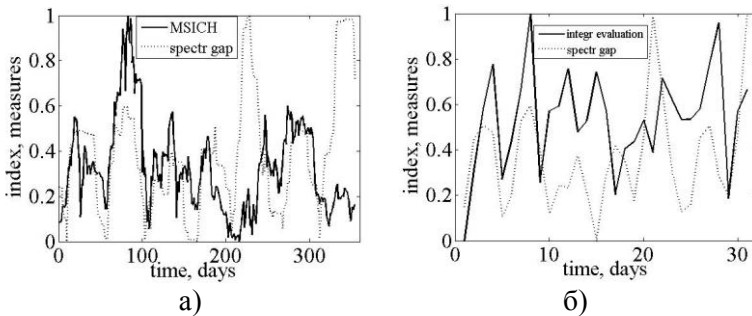


Рис. 2. Порівняльна динаміка спектральної міри *spectr gap* із: а) вихідним рядом MSICH; б) інтегральною оцінкою фінансової безпеки

Джерело: розраховано авторами

Проаналізуємо отримані результати. Відомо, що рівень спектрального розриву залежить від характеру динаміки вихідного ряду. Найбільші значення спостерігаються у період стабільної динаміки. Стрімкий «стрибок» вниз (зменшення значень) сигналізує про можливий кризовий стан. Як видно з рис.2 мережна міра *spectral gap* відчула кризові стани підприємства, а сучасний стан можна охарактеризувати як стійкий.

Очевидна висока інформативність спектральної характеристики для динаміки та станів фінансової стійкості підприємства.

Проведемо ентропійний аналіз фінансової стійкості підприємства. Для цього розрахуємо ентропію перестановок (*PermEn*), яка застосовується в якості швидкого і надійного

методу аналізу і оцінки складності часових рядів. Дослідження показали, що дана ентропія досить достовірно відображає динаміку зміни складності системи в стані хаосу і стабільності. Результати розрахунків для даного виду ентропії зображені на рисунку 3.

Зауважимо, що з метою здійснення порівняльного аналізу інтегральної оцінки фінансової безпеки та даного виду ентропії перестановок (і для мережної міри також), було здійснено узагальнення обчисленої ентропії перестановок та зведення до 31 значення.

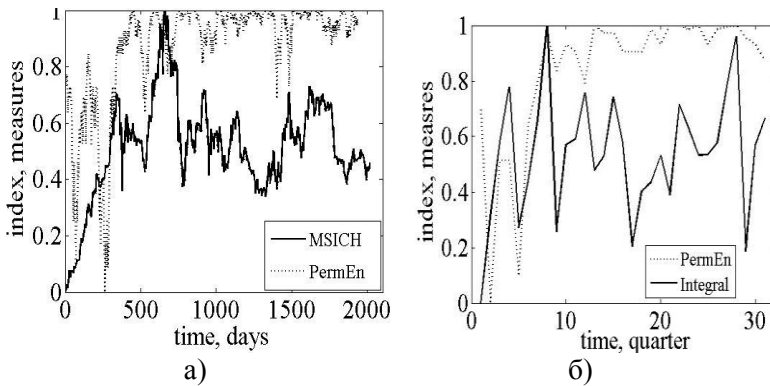


Рис. 3. Порівняльна динаміка значень ентропії перестановок із: а) вихідним рядом MSICH; б) інтегральною оцінкою фінансової безпеки

Джерело: розраховано авторами

З рис. 3 видно, що ентропія перестановок, як і мережна міра, чутливо реагує на зміни, які відбуваються в діяльності підприємства. Легко бачити, що для обчисленої ентропії відбувається стрімке падіння значень задовго до моменту кризи, що говорить про можливість використання даної ентропії в якості передвісника кризових явищ.

Додатково було обчислено і порівняно коефіцієнти парної кореляції ентропії перестановок та мережного методу. Кращі результати було отримано для ентропійної методики розрахунків.

Висновки. Отже, в роботі було показано, що спектральні міри є дієвим інструментом для аналізу динаміки економічної системи. Використання ентропії перестановок дозволяє завчасно передбачати кризові явища. Максимальні значення ентропії перестановок дозволяють зробити висновки про стійкість системи.

Також в роботі були реалізовані мережний та ентропійний аналіз оцінки фінансової безпеки на прикладі підприємства «Мотор Січ». Запропоновані методи мають практичну цінність та низку переваг, зокрема, простоту у використанні, доступність баз даних, можливість щоденного моніторингу фінансової стійкості підприємства та завчасну реакцію на можливі негативні явища.

Дослідження не вичерпує поставлену проблему і передбачає направлення подальших зусиль на вивчення ефективності застосування методів нелінійної динаміки.

Список використаної літератури

1. Підприємство як суб'єкт господарювання [Електронне джерело]. Режим доступу: <http://library.if.ua/book/20/1618.html>
2. Фінансова безпека підприємства, внутрішні і зовнішні загрози безпеки [Електронне джерело]. Режим доступу: <http://financy.biz/uk/finansova-bezpeka-pidpriemstva-vnutrishni.html>
3. Соловійов В.М. Комп'ютерне моделювання складних фінансово-економічних систем. / М.П. Овчарук, В.М. Соловійов // Вісник Криворізького технічного університету, Сер. «Економічні науки». – 2004. – вип.2. – с.137-146.
4. Ellen van der Meer. Comparing measures of network robustness // [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.few.vu.nl/en/Images/werkstuk-meer_tcm39-280356.pdf.
5. Wu J.. Spectral measure of robustness in complex networks / J. Wu, Y.-J. Tan, H.-Z. Deng, Y. Li, B. Liu, and X. Lv. // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arxiv-web3.library.cornell.edu/pdf/0802.2564.pdf>.
6. Halvin S. Complex networks. Structure, robustness and function / Halvin S., Cohen R. - Cambridge University Press, 2010.

7. Bandt C. Permutation entropy: A natural complexity measure for time series / C. Bandt, B. Pompe // Physical Review Letters. – 2002. – Vol. 88. – ISSN 1079-7114.

8. Данильчук Г.Б. Використання ентропії перестановок для передпрогнозного аналізу кризових явищ на фондовому ринку / Г.Б. Данильчук, В.В. Соловйова // Вісник Черкаського університету. – 2016. - № 3. – С.127-133.

2.5. МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В современных условиях развития Украины наблюдаются тенденции модернизации развития экономики и общества. Сценарии развития Украины показывают, что рост ВВП зависит не только реализации программ развития, но и от нестабильности экономических показателей как индекса экономической безопасности.

Неравномерность поступления денежных средств, увеличение уровня инфляции, изменение цен на энергоносители и другие определяют значительное увеличение нагрузки на систему управления экономическими объектами на микро и макроэкономических уровнях. В этих условиях системы управления должны организовывать свою деятельность так, чтобы оперативно учитывать изменения в экономической среде (оценивать нестабильность экономических показателей), контролировать и регулировать отклонения фактических результатов финансово - хозяйственной деятельности от плановых, принимать оптимальные краткосрочные решения по реализации выбранной стратегии в комплексе с развитием экономических объектов. Это даст возможность повысить не только активность, а и заинтересованность экономических объектов.

В современной рыночной экономике разработана теория адаптации экономических систем и объектов с изучением тех случаев, когда не существует стационарного закона управления [1]. Одним из важных подходов в организации

адаптивного механизма параметрической адаптации является настройка модели системы на основе анализа и раннего предупреждения дестабилизации ее функционирования [2]. Вместе с тем вопрос оценки нестабильности экономических показателей уделено явно недостаточно внимания.

В данной работе предлагает решение задачи, а именно методику оценки нестабильности экономических показателей.

Фактически экономические показатели всегда несколько отличаются от своих номинальных значений. По своей природе эти отклонения показателей являются суммой весьма большого количества отклонений, вызываемых соответствующим количеством причин – дестабилизирующих факторов. Каждое из таких элементарных отклонений подвержено изменчивости внешней и внутренней среде, то есть является случайной переменной величиной, характеризующей какую-либо одну сторону или особенность условий, в которых находится экономический объект. Естественно, что изменение экономических показателей в различных экономических объектах будут различными даже при одинаковых изменениях одного из внешних факторов ввиду неидентичности характеристик самих объектов, определяющих устойчивость экономических объектов к дестабилизирующим факторам.

Таким образом, отдельные составляющие суммарной нестабильности экономического показателя являются случайными функциями случайных аргументов, причем характер изменения аргументов определяется условиями внешней среды, а вид случайной функции – устойчивость объекта к данному дестабилизирующему фактору и степенью неидентичности экономических объектов. При рассмотрении условий взаимодействия «предприятие – банк», «предприятие – поставщик» и другие результат оказывается также случайным. Это значение показателя относительно середины доверительного интервала является суммой большого числа случайных слагаемых, вносимых как с одной стороны, так и с другой. Некоторые из дестабилизирующих факторов могут оказаться в какой-то степени зависимыми. В таком случае соответствующие зависимые составляющие нестабильности экономического показателя может быть объединены в одну

группу и суммарная нестабильность может быть представлена в виде суммы достаточного числа соизмеримых независимых слагаемых.

Таким образом, плотность вероятности суммарной нестабильности экономического показателя в целом независимо от вида функции распределения составляющих этой нестабильности представлена на рис.1.

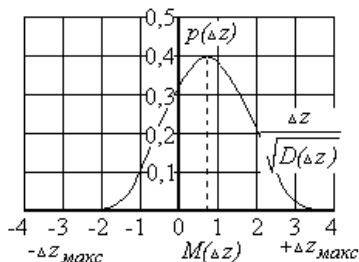


Рис.1. Плотность вероятности суммарной нестабильности экономического показателя

Плотность вероятности суммарной нестабильности экономического показателя запишем в следующем виде

$$p(\Delta z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D(\Delta z)}} \exp \left\{ -\frac{[\Delta z - M(\Delta z)]^2}{2D(\Delta z)} \right\}, \quad (1)$$

где Δz - суммарная нестабильность экономического показателя;

$M(\Delta z)$ - математическое ожидание суммарной нестабильности экономического показателя;

$D(\Delta z)$ - дисперсия суммарной нестабильности экономического показателя.

Тогда интегральная функция распределения будет иметь вид

$$F(\Delta z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D(\Delta z)}} \int_{-\infty}^{\Delta z} \exp \left\{ -\frac{[\Delta z - M(\Delta z)]^2}{2D(\Delta z)} \right\} d(\Delta z). \quad (2)$$

Для оценки вероятности попадания величины Δz в допуск, ограниченный пределами $\pm \Delta z_{\text{макс}}$, будет использоваться функция Лапласа $\Phi(\Delta z)$

$$p(-\Delta z_{\text{макс}} < \Delta z < \Delta z_{\text{макс}}) = \Phi \left[\frac{M(\Delta z) + \Delta z_{\text{макс}}}{\sqrt{D(\Delta z)}} \right] - \Phi \left[\frac{M(\Delta z) - \Delta z_{\text{макс}}}{\sqrt{D(\Delta z)}} \right]. \quad (3)$$

Результаты оценки вероятности попадания величины Δz представлены на рис.2 в зависимости от границ допуска на суммарную нестабильность показателя $\pm \Delta z_{\text{макс}}$ при различных соотношениях между $M(\Delta z)$ и $\sqrt{D(\Delta z)}$.

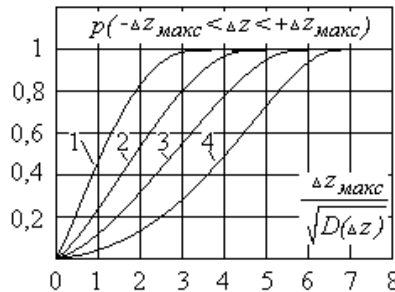


Рис.2. Вероятности попадания суммарной нестабильности экономического показателя в пределах $\pm \Delta z_{\text{макс}}$

На рис. 2 приведены кривые для $|M(\Delta z)| = 3\sqrt{D(\Delta z)} - 4$, $|M(\Delta z)| = 2\sqrt{D(\Delta z)} - 3$, $|M(\Delta z)| = \sqrt{D(\Delta z)} - 2$ и $|M(\Delta z)| = 0 - 1$.

Очевидно, что, зная конкретные значения $M(\Delta z)$ и $\sqrt{D(\Delta z)}$, по кривым на рис.2 можно определить границы $\pm \Delta z_{\text{макс}}$, в которых будет находиться суммарная нестабильность экономического показателя в любом заданном случае. Для нахождения предельного значения необходимо воспользоваться

$$\Delta z_{\text{макс}} = |M(\Delta z)| + 3\sqrt{D(\Delta z)}, \quad (4)$$

которая определяет границы, включающие в себя при различных соотношениях $M(\Delta z)$ и $\sqrt{D(\Delta z)}$ от 99,73% до 99,87% всех случаев.

Из приведенных рассуждений следует, что оценка суммарной нестабильности экономических параметров сводится к вычислению её среднего значения $M(\Delta z)$ и дисперсии $D(\Delta z)$. Очевидно, что аналогичным образом обстоит дело с определением суммарной нестабильности по отдельным факторам, поскольку их распределение также подчиняется закону Гаусса.

В соответствии с теорией вероятности среднее значение и дисперсия нестабильности факторов можно записать

$$M(\Delta z) = \sum_{i=1}^n M_i(\Delta z_i), \quad D(\Delta z) = \sum_{i=1}^n D_i(\Delta z_i), \quad (5)$$

где $M(\Delta z_i)$ и $D(\Delta z_i)$ - средние значения и дисперсии отдельных практически независимых составляющих суммарной нестабильности факторов.

Методика оценки экономической безопасности, основанный на оценки нестабильности экономических показателей, включает следующие этапы: первый - определяется суммарная нестабильность экономических показателей, второй - упрощение и приближение при рассмотрении отдельных показателей; третий – определение уровня нестабильности экономических показателей.

Таким образом, предложен метод оценки нестабильности экономических показателей, что позволит создавать более эффективные модели и методы управления экономической безопасностью.

Список использованной литературы:

1. Петренко В.Л., Забродский В.А., Клебанова Т.С. Адаптивные механизмы и их положение в экономике//

Экономическая кибернетика. 2000. №1 – 2. 98-109 с.

2. Забродский В.А., Клебанова Т.С., Скурихин В.И. Анализ и предупреждение функционирования предприятия. Киев: Северо-Восточный научный центр Академии наук Украины, 1994. -77с.

РОЗДІЛ 3

ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ НА МІКРО- ТА МАКРОРІВНЯХ

3.1. EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY IN NEW MEMBER STATES OF THE EUROPEAN UNION

Introduction. For today's economy, the new evaluation criteria of the regional economic development performance become important in the context of the European Union integration. Countries and regions should attempt to be efficient throughout the EU area, to achieve a sustainable development, a higher social well-being and a higher quality of life. Although the new member states of the EU (that joined the EU in 2004) have a higher economic growth than the EU average, however due to the relatively low disposable income of households, even greater manifestations of unsustainable economic development are seen. The new member states are still not creating enough of high value-added goods and knowledge-intensive services. The technological progress is not intensive enough to change the current economic structures.

The research aims to evaluate economic efficiency of decision making units in new member states of the EU (that joined the EU in 2004).

The ability to operate efficiently covers the business and public management features, entrepreneurial attitudes, benefits from the synergy that takes place in businesses, knowledge spillovers, and leadership to realize the knowledge and to commercialize the ideas in a market.

The research was based on the input and output analysis by application of data envelopment analysis method (DEA). The input-output system in the case of countries or regions frontier analyses generally accounts for variables that reflect and determine socio-economic performance of the considered territorial units. Technical efficiency scores were calculated and compared by this nonparametric linear programming technique. Although the nonparametric analysis does not specify which of the following areas is inefficient in the economy, but it is possible to identify under-

utilized resources and, according to that, make more precise decisions on how to modify the related policy processes. For the input side, indicators that reflect the level of resources were selected, for the output side gross domestic product per capita was selected.

Literature review. The efficiency analysis of economic development is related to the production function, measuring the level of resources and outputs achieved (Schaffer et al., 2011; Fritsch, Slavtchev, 2011; Daouia et al. 2012; D'Agostino et al. 2013; Dzemydaite et al., 2016). Recent researches of efficiency is based on Farrel's (1957) ideas, that investigated the economic efficiency, consisting of a technical efficiency and an allocative efficiency. The technical efficiency is the ability of a decision making unit to achieve the maximum output with the available economic resources. The resource allocation efficiency reveals the company's ability to choose the best resource ratio according to the market prices. By means of the countries or regional analysis it is not possible to assess the price of different resources, so the economic efficiency is evaluated using the concept of the technical efficiency.

The economic efficiency and performance measurement are applied in the investigation of the EU economic policy in order to find out more effective decisions for distributing financial resources and policy formation (Madaleno et al., 2016; Veiderpas, 2016; Broekel et al., 2010; Autant-Bernard and LeSage, 2011; Castells and Sole-Olle, 2005; Schaffer, 2011; Matei and Spircu, 2012; Bosco and Brugnoli, 2010; Fritsch and Slavtchev, 2011; Dzemydaite, Galiniene, 2013). In the case of the lack of financial resources, when governments face budget deficit problems, an efficient allocation of resources between the different programs is one of the key EU regional policy challenges in the period of 2014-2020. The recent regional economic research has defined that it is important to analyze the region's production function efficiency, i. e. how efficiently the available resources are used to create economic value.

A set of recent studies tend to focus on efficiency of innovation systems, taking into account resources needed for higher economic value generation. For example, Cai and Hanley (2014) made a

rating of world countries by evaluating technical efficiency of creating innovations. The research reflected that developed countries which have a number of potential resources for creating innovation, such as USA, Great Britain, and Austria, use the resources not efficiently enough. Developing countries such as China and India and a developed country Switzerland are more efficient.

Intensive investment in science and technology, although necessary for catching up with highly developed countries, does not necessarily bring high efficiency of the innovation systems and cannot guarantee success in innovation (Guan and Chen, 2012). Substantial inconsistencies exist between technological development capacity and commercialization capacity in most regional innovation systems, and that downstream commercialization capacity plays a more important role in the innovation performance of regional innovation systems.

Research methodology. In the analysis of a production function, the locus of the maximal attainable level of an output (the production) is estimated by given a set of inputs (the production factors) (Daouia et al, 2012). Nonparametric frontier methods expand the application of a production function while analyzing a case of multiple inputs and multiple outputs. It is assumed that the regional efficiency is improved more likely by growing outputs rather than by decreasing inputs because of the nature of infrastructure capital and human capital (Schaffer et al., 2011). According to this fact, an output-oriented version of the model is used.

The relative efficiency score reveals how much output quantities can be proportionally expanded without altering the inputs used (Schaffer et. al, 2011). The term non-parametric is not meant to imply that methods lack parameters, but that the number and the nature of indicators are not fixed in advance. The nonparametric frontier models help to consolidate multiple performance measures into the efficiency score without having to define the complex relationships among the indicators (Kuah et al., 2012).

The estimation of regional efficiency follows the techniques of data envelopment analysis. The selection of data making units,

explanation of inputs and outputs and formulation of the model are considered. The enhanced data envelopment analysis is described in detail by Daouia and Simar (2007). Mathematical formulas (1)-(4) below reflect the main ideas of this model.

It is assumed that every region disposes of a set of inputs $x \in R_+^p$ for producing a set of outputs $y \in R_+^q$ that are positive numbers. Feasible combinations of (x, y) are defined as (Schaffer et al., 2011):

$$\psi = \{(x, y) \in r_+^{p+q} | x \text{ can produce } y\} \quad (1)$$

The boundaries of ψ reflect maximum outputs that can be generated by the given inputs. The efficiency frontier is defined as:

$$Y^\delta = \left\{ (x, y^\delta(x)) \left| \begin{array}{l} y^\delta(x) \in Y(x) : \\ \lambda y^\delta(x) \notin Y(x), \forall \lambda > 1 \end{array} \right. \right\} \quad (2)$$

$Y(x)$ means a set of technology feasible outputs and $y^\delta(x)$ is the maximum achievable output of the unit with the input level x . The efficiency score of a decision-making unit is defined as:

$$\lambda(x, y) = \sup\{\lambda | (x, \lambda y) \in \psi\} = \sup\{\lambda | \lambda y \in Y(x)\} \quad (3)$$

In this formula, $\lambda(x, y) \geq 1$ is the proportionate increase of output y of the region operating at the output level x for a region to be efficient. To determine the unknown ψ nonparametric estimator data envelopment analysis has been proposed. Data envelopment analysis defines an efficient boundary according to the highest technically achievable output according to the performance of decision making units.

Three input indicators were selected that are mostly related with human capital characteristics and investments, as well as, that are needed for a higher value-added: x_1 – the intramural cumulative expenditures for research and development (R&D) in millions purchasing power standard per inhabitant, x_2 – human resources in science and technology that is calculated as a number of persons with tertiary education and/or employed in science and technology, as a percentage of the total population, x_3 - human capital employed in high-technology manufacturing and knowledge-intensive high-technology services, as percentage of total

employment. It was selected to analyze cumulative expenditures for research and development of 5 previous years. It is based on the assumption that it takes time lag for expenditures to give feasible results for the economy. For the output side a gross domestic product per capita was selected (y_1) as revealing the economic output of country's economy.

The countries that joined the EU in 2004 of the EU were selected for the analysis as they tend to have comparatively common experience with an implementation of the EU cohesion policy, possibilities of the EU structural funding and common historical background of market development. Overall, 8 countries were selected: Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Czechia, Slovakia, Slovenia, Hungary. These countries efficiency was analyzed by comparison with other countries' of the EU. Luxembourg was excluded from the analysis because of not very reliable data, as a lot of inhabitants come to work from surrounding countries and this directly affects input indicators and could distort the results. As well as, Ireland was not involved in the research because its data was statistically unreliable. Overall, 26 countries of the EU were involved in the analysis for the comparison and finding more precise results on new member states.

Empirical results. In order to select the most feasible indicators for the data envelopment analysis, first of all the correlation coefficient was evaluated. For the data analyzed, the input indicators significantly correlates with the output indicator - GDP per capita at 0,01 level of confidence (2-tailed) (Table 1). There was strong correlation with all the input indicators x_1 , x_2 and x_3 . According to that all three input indicators were involved in the further analysis.

Table 1. The correlation rate of a GDP (y_1) and output indicators

Indicators	x_1	x_2	x_3
Pearson's correlation rate	0.881	0.692	0.454
Significance (<i>p value 0,01</i>)	0,000	0,000	0,000

Source: Eurostat, author's calculations

For the data analysed, the input indicators significantly correlated with the output indicator – GDP per capita at the 0.01

level of confidence (2-tailed). According to that, all the three input indicators were involved in the further analysis.

At the beginning of the research, countries were ranked according to the input indicators. The ranking of the indicators revealed how many resources countries had and which territories were leading with the input indicators. Countries with highest rates of endowment with resources, needed for higher value creation, such as intramural expenditure for research and development, human capital in science and technology and employment in high technology and knowledge intensive services sectors, tended to be western Europe countries, such as the Netherlands, Belgium, United Kingdom, Germany, Austria and Scandinavian countries.

From the new member states of the EU (that joined in 2004), very high rates of human capital in science and technology tended to have Estonia and Lithuania with 45.2 and 43.2 per cent from the total population respectively. In Slovakia, Slovenia, Czechia, Poland, Hungary and Latvia those percentages were between 29.7-38.4 per cent from the total population.

According the employment in high technology sectors new member states of the EU tend to have very diverse results. Slovenia, Estonia, Hungary and Czechia tended to be between top 10 countries with highest rates varying from 4.9-5.9 per cent of total employment in high technology sectors, while Lithuania, Latvia and Poland were between lowest rates of employment in high technology sectors, varying from 2.3-3.3 per cent of total employment. In all these countries investment in research and development tended to be below the EU average.

These tendencies revealed that even though new member states of the EU have comparatively common historical background, they tend to have slightly different characteristics of innovative resources and related activities.

Analyzed input indicators tended to have different relationships with GDP per capita (Figure 1, 2, 3). Some countries with similar rates of GDP per capita tended to have different level of resources. For example, countries that had GPD around 35 thousands in PPS per capita (y_i), their level of investments in R&D varies between 4-7 thousands in PPS per capita (x_i) (Figure 1). These indicators are strongly related as countries with higher rates of GDP tended to

have higher rates of investments in R&D.

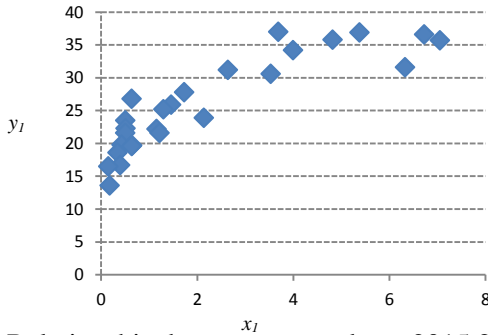


Figure 1. Relationship between y_1 and x_1 , 2015. Source: Eurostat, author's calculations

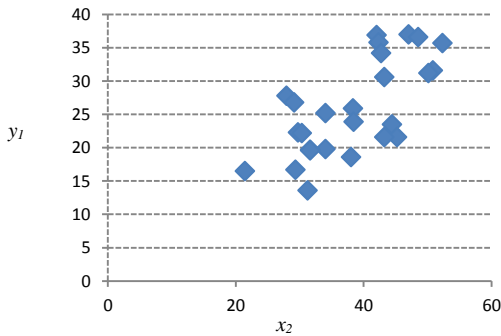


Figure 2. Relationship between y_1 and x_2 , 2015. Source: Eurostat, author's calculations

For the other two input indicators (x_2, x_3) tended to vary more with different levels of GDP. Some countries with lower GDP rates (y_1) tended to have comparatively high levels of human capital in science and employment in high technology sectors (Figure 2 and 3). This reveals some imbalances, when less economically developed countries are comparatively well endowed with human capital, but do not have sufficient inflow of investment for generation of more innovative products and a higher economic value.

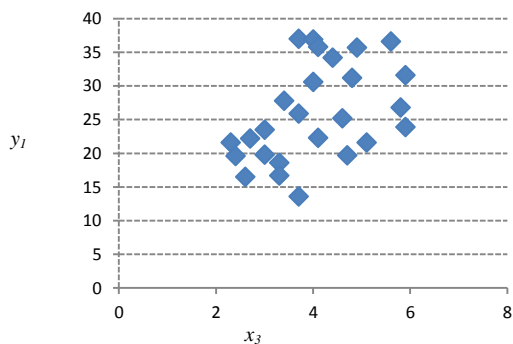


Figure 3. Relationship between y_I and x_3 , 2015. Source: Eurostat, author's calculations

The further analysis gives a deeper insight into how efficiently the available resources are used for generation of economic output. From all the countries analyzed overall 6 countries were supposed to be efficient with efficiency score $\lambda_i=1$ by data envelopment analysis. Efficient countries tended to be different in economic development level with different GDP per capita (y_I) (Figure 4).

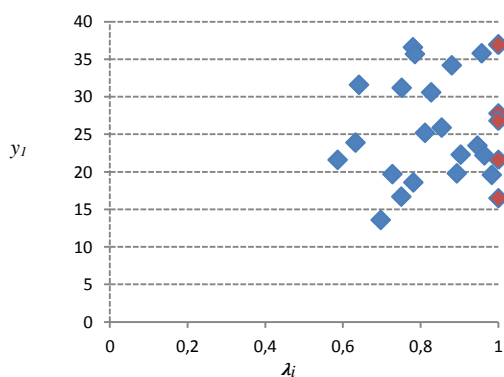


Figure 4. Relationship between y_I and efficiency scores (λ_i) calculated by DEA. Source: Eurostat, author's calculations

From the most developed countries the most efficient or very close the efficient frontier were Austria, the Netherlands, Italy and Germany. From less economically developed countries the most

efficient were Romania and Lithuania. According to calculations other less efficient countries could improve the economic output with current resources about 15 per cent on average. For efficient countries it is important to expand available resources to reach higher levels of economic outputs.

Between least efficient countries were Slovenia, Estonia and Hungary. This tendency reveals that these countries already have sufficient level of resources, especially percentage of people employed in high technology sectors, but this still do not reflect significantly in real economic results, so more attention in these countries have to be given in commercialization of high value added products and generation of real economic results, as human resources and employment indicators are comparatively sufficient in these countries.

For the case of Lithuania the efficiency rate revealed that with the comparatively low rate of employment in high technology sectors, as well as, comparatively low investments economic results are seen. So for this country more attention is needed to foster the employment in high technology sectors and to try to attract more investments in research and development for further economic development.

According to the analysis, in all the new member states of the EU (that joined the EU in 2004) more emphasis should be made for expanding the level of investments in research and development and to foster more economic results to overall economic performance that could be reached by higher rates of commercialization of high value added products in the local and international markets.

To sum up, the calculated efficiency scores indicated imbalances between available inputs and real output. This means that even though countries invest in R&D and has a lot of human capital with tertiary education and working in science and technology it does not mean that innovative products with higher value added will be created and commercialized in the economy.

Conclusions. In this research, evaluated inefficiencies revealed that current resources could be used more intensively for a higher economic value creation in part of the EU countries, both in more and less economically developed countries where efficient frontier

is not reached. Efficiency scores indicated imbalances between available inputs and real output. Even though countries invest in research and development and have comparatively high levels of human capital with tertiary education and working in science and technology it does not reflect in the creation and commercialization of products with higher value added in the economy.

In new member states of the EU these is seen comparatively lower rates of investment in research and development than in other EU countries, especially from business side, even though they tend to have comparatively sufficient levels of human capital in science and technology. According to that more investments in research and development should be attracted for future economic development. Some of these countries, such as Estonia, Hungary and Czechia tend to have comparatively high rates of employment in high technology sectors, but still do not reveal economic results that could significantly reflect in gross domestic product. According to that, more emphasis should be made for products commercialization processes. For the case of Lithuania, employment in high technology, that is the lowest in all the EU countries, should be fostered for future economic development.

To sum up, in less efficient economies more emphasis from economic policy should be made for stimulating more intensive economic activity with current level of resources and paying more emphasis on achieving economic output from the investments. To achieve higher rates of economic growth in more efficient regions the higher level of resources is needed as the ‘bottleneck’ of usage of resources is reached.

References:

- [1] Autant-Bernard C., LeSage J.P. (2011) Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models. *Journal of Regional Science*, Vol. 5, No. 3, p. 471–496.
- [2] Bosco, M. G., Brugnoli, A. (2010). Regional efficiency, innovation and productivity. Paper presented at the Regional Studies Association Annual International Conference, Pécs, Hungary, 2010.
- [3] Broekel, T., Buerger, M., Brenner, T. (2010) An investigation of the relation between cooperation and the innovative success

- of German regions. Papers in Evolutionary Economic Geography.10.11, Utrecht University, Utrecht.
- [4] Cai, Y., Hanley, A. (2014). Innovation Rankings: Good, Bad or Revealing? Applied Economics Letters, Vol. 21, No. 5, p. 325-328.
- [5] Castells, A., Sole-Olle, A. (2005).The regional allocation of infrastructure investment: the role of equity, efficiency and political factors. European Economic Review, 49, p. 1165-1205.
- [6] D'Agostino, L., Laursen, K., Santangelo, G. (2013). The impact of R&D offshoring on the home knowledge production of OECD investing regions. Journal of Economic Geography, Vol. 13, No. 1, p. 145–175.
- [7] Daouia, A., Florens, J. P., Simar, L. (2012). Regularization of nonparametric frontier estimators. Journal of Econometrics. Vol. 168, No. 2, p. 285–299.
- [8] Daouia, A., Simar, L. (2007). Nonparametric efficiency analysis: a multivariate conditional quantile approach. Journal of Econometrics, Vol. 140, p. 375–400.
- [9] Dzemydaitė, G., Dzemyda, I., Galinienė, B. (2016). The Efficiency of Regional Innovation Systems in New Member States of the European Union: A Nonparametric DEA Approach. *Economics and Business*. Vol.28, 2016, p.83-89. ISSN 2256-0386.
- [10] Dzemydaitė, G., Galinienė, B. (2013). Evaluation of regional efficiency disparities using efficient frontier analysis. *Ekonomika*. Vol. 92, No. 4, p. 21–36.
- [11] Farrel, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 120, No. 3, p. 253-290.
- [12] Fritsch, M., Slavtchev, V. (2011). Determinants of the Efficiency of Regional Innovation Systems. Regional Studies, Vol. 45 (7), p. 905-918.
- [13] Guan, J.C., Chen, K.H. (2012). Modeling the relative efficiency of national innovation systems. Research Policy, 41, p. 102–115.
- [14] Kuah, C. T., Wong, K. Y., Wong, W. P. (2012). Monte Carlo Data Envelopment Analysis with Genetic Algorithm for

- Knowledge Management performance measurement. *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 10, p. 9348–9358.
- [15] Madaleno, M., Moutinho, V., Robaina, M. (2016). Economic and Environmental Assessment: EU Cross-country Efficiency Ranking Analysis. [Energy Procedia](#), Vol. 106, 134-154.
- [16] Matei, M., Spircu, L. (2012). Ranking Regional Innovation Systems According to their Technical Efficiency-A Nonparametric Approach. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46(4), p. 31-49.
- [17] Schaffer, A. (2011). Appropriate policy measures to attract private capital in consideration of regional efficiency in using infrastructure and human capital. Working paper series in economics, No. 31.
- [18] Schaffer, A., Simar, L., Rauland, J. (2011), Decomposing Regional Efficiency, *Journal of Regional Science*, Vol. 51, No 5, 2011, p. 931–947.
- [19] Veiderpass, A., McKelvey, M. (2016). Evaluating the performance of higher education institutions in Europe: a nonparametric efficiency analysis of 944 institutions. *Applied Economics*. Vol. 48, Iss. 16, p. 1504-1514.

3.2. LIBERAL PROFESSION – NEW INDIVIDUAL INDEPENDENT ACTIVITY FORM IN PROFESSIONAL STRUCTURE OF LITHUANIA

The article deals with individual independent form of activity - the liberal professions, which is relatively new in Lithuania. The aim - on the basis of modern scientific theories to define the uniqueness of economic activity of liberal professions; describe the social significance and development of liberal professions as an individual independent activity. The article concludes that the criteria which distinguish the liberal professions from business and other individual independent forms of activity are: economic independence, intellectual nature of the activity, information asymmetry, altruistic attitude, a relationship of trust. A public significance of liberal professions is determined by the growth significance of human capital in the value creation process.

Keywords: liberal professions, intellectual services, trust goods, information asymmetry, regulation.

Introduction

Current understanding of liberal professions was formed in eighteen-nineteenth century, when the nature of business rather than the nature of the citizen (free or dependent) becomes the distinguishing feature of liberal professions. Only individuals' carrying out «spiritual» activities are perceived as members of liberal professions. Nevertheless, the stress on «freedom» remains. «Liberal professions» during the liberalization era referred to people free of State and labour relations' regulations. Liberal lawyers, notaries, doctors, pharmacists emerge; autonomic organizations, governing activities of liberal professions form. By law, economic activity attributed to liberal professions is recognized by society as specific and characterized as employment form only for a certain segment of the service sector.

The description of liberal profession presented by Lithuanian legislation (Law on Employment of the Republic of Lithuania, Law on Personal Income Tax of the Republic of Lithuania) stresses the individuality, independence and professional freedom. According to researchers from Lithuanian Law Institute (Ambrazeviciute at al., 2014:4), the perception of «State regulated profession» used in Lithuanian Constitutional Court rulings in general corresponds to the concept of liberal profession. They have the same features – fulfilment of functions related to public interest, independent professional (private) activity for remuneration, State control.

Nevertheless, legal definitions of liberal professions presented in laws of countries are not sufficient in order to understand the main criteria and context for differentiating these professions (Henssler and Wambach, 2014). The need for defining the uniqueness of this activity and its social significance is determined by increasing scope of liberal profession's activities.

Research object is liberal professions as a form of individual independent activity.

Research aim is to outline the uniqueness of economic activity of liberal professions and to describe social significance and development of liberal professions as a form of individual

independent activity through modern scientific theories.

Research methods: Analysis of scientific literature, previous researches and Lithuanian legal acts, comparison of obtained data, generalization and systematization.

Structure of the article: First part of the article describes the features of activity and uniqueness of economic activity related to liberal professions. Second part of the article is dedicated to social significance analysis of liberal professions as forms of individual independent activity.

1. Theoretical substantiation of the research

Economic view towards liberal professions is based on modern scientific theories and stresses economic role, social regulation questions and effectiveness problems of these individual independent activities in global market conditions. Human (intellectual) capital research, insights of new institutionalists and concepts of transaction costs perform an important role in developing the topic of liberal professions.

Employment forms which promote creativity and innovations are analysed based on the human capital theory (Strebkov and Shevchuk, 2012; Pawlowsky and Edvinsson, 2013). Increasing importance of creativity in value creation process and developing project activities make various forms of individual independent activity the research object (Eichhorst and Buhlmann, 2015; Lopukhin and Ochkin, 2014). Liberal profession questions are considered when discussing the optimal scope of trust goods (Dulleck et al., 2011; Sutter 2013; Göbl 2013).

The topic related to liberal professions in Lithuania is elaborated when researching uniqueness and social significance for separate State regulated professions (lawyers, notaries, architects, etc.) (Ambrazeviciute et al., 2014; Lastauskiene, 2014; Kirsiene, 2014); analysing the phenomenon of freelance work (Kruglik and Krivka, 2014); discussing the importance of creativity, human and intellectual capital (Cesnyiene and Stankeviciene, 2011; Taljunaite, 2010; Melnikas, 2014) in the global market.

2. Criteria for distinguishing liberal professions.

The concept of liberal professions formed in the second part of the

twentieth century united two features: content of the activity (spiritual, mental, intellectual activity) and functional independence (absence of professional and personal control from the employer) (Deneke, 1956). Everyone (including hired workers) who undertook spiritual, mental and intellectual activity, despite of their individual status, but with condition, that they retain their professional independence, was perceived as members of liberal professions (Henssler and Wambach, 2014).

Indications for distinguishing liberal professions and derived criteria appeared while further developing this insight. Despite the significant effort, the issue of single definition remains, since liberal professions unite different social, economic and cultural activities. Liberal professions are not an ambiguous legal definition, but rather a sociological category reflecting the process of liberal professions' emergence in early liberalism conditions (Sodan 1997).

This concept is typically applied to professions which imply: individual creation of intellectual services, pursuing functions which are independent in professional and economic sense, trust based relations, altruistic attitude, coordinating public and private interests. Based on these principles we can describe the differences between liberal professions and business, liberal professions and other forms of individual independent activity.

One of the main criteria in distinguishing liberal professions from business is individual activity based on personal responsibility (Deneke, 1956; Taupitz, 1991; Sodan, 1997; Merz, 2012). Representatives of liberal professions do not delegate their functions to other individuals, they carry out activity themselves and take full responsibility for the result. The «freedom» of these professions have two expressions – external and internal (Taupitz, 1991). External freedom is the economic independence. Representatives of liberal professions use their own capital to realize their ideas, they sell their services in the market and the revenue size is determined by financial results of the activity. The excessive risk is the price for their autonomy, which would be attributed to businesses or government in case of employment (Hofert, 2012). Due to investment and risk, representatives of liberal professions are attentive to the rational use of capital. Economical use of resources is ensured by assuming personal

responsibility, weighing risks and opportunities.

Revenues from own capital is not only the basis for external freedom, but also for professional independence (internal freedom). Professional independence, absence of instructions, is one of the strongest freedom aspects expressed and the most important criteria for distinguishing liberal professions (Sodan, 1997). Professional independence of liberal professions is presupposed firstly by individual participation criteria in creating intellectual services; secondly by expert position of liberal profession. «Expert domination» is determined by «knowledge asymmetry» between the creator of intellectual service and consumer (customer) (Taupitz, 1991:51). Representative of the liberal profession assesses his own work result. The consumer does not have the needed competences for that, since the created intellectual service requires specific knowledge, abilities and high education level. Scientific literature (Kirsiene, 2014) notes, that due to increasing accessibility of information via various channels in current conditions the ability of consumers to evaluate the quality of needed products, for instance legal services, is increasing. Commodification of intellectual services, which «can reduce the cost and the price of the service, but also in many cases – increase the quality», is related to this (Kirsiene, 2014:695). Nevertheless, together with standardization of activity in the society we also observe the intellectualization trend, which points to the increasing demand for creative, single consumer oriented solutions. Intellectualization and standardization of the activity, professionalization of economic life and commercialization of intellectual activity was always an issue (Taupitz, 1991). Nevertheless, despite the standardization possibility of intellectual activity, the criteria, such as creativity and uniqueness of liberal profession remain (Süß at al., 2012). This in particular separates liberal profession from other forms of individual activities, such as the craft where the activity is standardized, based on a stencil or a template.

Another important feature separating liberal professions from business is their altruistic notion. Representatives of liberal professions are expected to employ their economic interest and income pursuit for the interest of society (Sodan, 1997). For majority of representatives in this sector altruistic motivation forms

the base for their professional ethics (Taupitz, 1991). Trust arising from this notion determines the existence of these liberal professions.

According to scientific literature (Kirsiene, 2014; Lastauskiene, 2013), there is an internal controversy related to liberal professions. Giedre Lastauskiene notes the «constant controversy» between notary who is interested in making money, defending his client and realization of a public interest – «to be honest in justice implementation process» (Lastauskiene, 2013:1477). «Architects, pursuing architectural activity, constantly need to maintain the balance between private (in this case the customer's) interests and public (social) interests» (Ambrazeviciute at al., 2014). Conditions of liberal professions, ensuring the implementation of important results for the entire society, are summarized in regulation of liberal professions. Liberal profession, differently from creative sector profession is a state regulated profession.

Thus, individual pursuit of activity, altruistic attitude, absence of directions, use of own capital are the features distinguishing liberal professions from a businessman pursuing individual activity (using labour force of others; usually performing only management functions) and from employee, who uses employer's capital.

Based on these criteria, we can say, that liberal professions are based on individual independent activities. Depending on the scope of the activity and the nature of created services, individual independent activity can have various forms. In Lithuania we distinguish the following forms: business license, liberal professions, independent creators and artists, free artists, individual activity certificates, etc. (LR Gyventoju pajamu... 2010).

Uniqueness of liberal professions as a form of individual independent activity is related to the content of the activity and the nature of the results. The definition of liberal profession is applied only to profession groups identified by the State. The state determines the professional field and forms the main criteria of this status (Süß at. al., 2012). For instance, persons independently providing legal, economic, medical and health protection, education and training, as well as other intellectual services, are perceived as representatives of liberal profession in Lithuania (LR Gyventoju pajamu... 2010). Other European countries foresee a broader

spectrum of liberal professions' activities. For instance, in Germany and Austria, liberal profession sector includes all creative, scientific and artistic activities. Differentiation criterion, in this case, is rather the creativity of the activity, than the nature of created intellectual service (Henssler and Wambach, 2014). According to this criterion, not only individuals pursuing independent intellectual activity are perceived as representatives of liberal professions, but also creative staff of a concrete organization (Süß at. al., 2012). In many countries, activities of liberal professions include activities based on work relations (employment), but only if the personal professional independence of the employed person is sustained (Henssler and Wambach, 2014). In Lithuania only independent intellectual service providers are considered as representatives of liberal professions (LR Gyventojų pajamų... 2010). Persons pursuing independent sport or artistic, creative or scientific activities do not have this status.

Therefore, liberal profession is distinguished from other individual activity forms by creative, intellectual nature of the activity. Representatives of liberal professions are creators of intellectual services, which require the high quality of scientific and academic education, creativity and innovativeness. The peculiarities of these services presuppose another differentiation criterion of liberal professions – phenomenon of information asymmetry.

Activity results of liberal professions are intellectual services, which due to their usefulness valuation type are attributed to trust goods (Dulleck at. al., 2011). The distinctive feature of these goods is the deficit of consumer information. They do not have substitutes, are complex and require much expertise. Consumers are not able to evaluate the quality of trust goods in advance, thus the suppliers are often ready to offer a cheaper product. High quality goods become unattractive due to high costs. Eventually market is deprived of these goods. This is how «adverse selection» comes in the play (Göbl, 2013). Due to asymmetry of information the quality of liberal profession's activities are partially determined by personal trust.

Personal trust describes professional – quality, personal – private components, as well as, individual and professional estate measures (Taupitz, 1991). The result of the activity depends not only on the

characteristics, such as correctness, honesty and professionalism, of intellectual service creator, but also from psychophysical, emotional characteristics of the consumer and his interest in achieving results. Value creation is determined by two-way interaction process (Merz, 2012). To protect the trust of the consumer, representatives of liberal professions ought to uphold professional standards and professional ethics norms.

Therefore, the main criteria which distinguish liberal professions are individual creation of intellectual services, professionally and economically independent activity, information asymmetry and trust based relationships, altruistic attitude, coordination between public and private interest.

Notion of liberal professions include not only the criteria for distinguishing this activity, but also the social significance analysis of liberal professions (Henssler and Wambach, 2014).

3. Social significance analysis of liberal professions

Social significance of liberal professions is determined by the increasing creativity importance in the global market. Since the activity result of these professions is an intellectual service, related to science and academic education, the main development factor of liberal professions is increasing importance of human capital in the value creation process. Liberal professions are the driving force of innovation and development, they create and sustain social infrastructure by providing important services to the society. «Liberal professionals» are people who consciously develop their own potential as human and social capital; their main objective is to contribute to the capital development of others» (Melnikas at. al., 2014: 333). When human capital becomes the most important factor of production, employment forms which ensure the autonomy of creative employees emerge (Strebkov and Shevchuk, 2012; Lopukhin and Ochkin, 2014).

Due to the increasing importance of qualified work and knowledge in value creation process, scientists devote more and more attention to human (intellectual) capital. Nevertheless, most often employees of organizations, less often the representatives of individual independent activity become the research object (Strebkov and Shevchuk, 2012). Intellectual capital is associated with company's

comparative advantage and innovation promotion (Melnikas at. al., 2014; Pawlowsky and Edvinsson, 2013); importance of creativity in value creation process in the global market (Eichhorst and Buhlmann, 2015; Lopukhin and Ochkin, 2014).

According to Meilute Taljunaite (2012), intellectual capital encompasses three different levels – individual, organizational and national. Thus, you can analyse the development of liberal professions using these three levels.

Individual level. Effective use of intellectual capital determines individualization of employment forms. In the discussions related to new employment forms in the global market, scientists (Bösel and Suttheimer, 2013; Göbl, 2013; Kruglik and Krivka, 2014; Strebkov and Shevchuk, 2015) use terms such as «free colleague», «freelancer», etc. All definitions proclaim that qualified specialists, who do not have the dependency on organizations, selling work results in the market rather than their abilities to work are assigned to this segment. For instance, «freelancing» is described as work carried out by qualified specialists of various fields based on the single (onetime) contract and individual activity or business licence (Kruglik and Krivka, 2014:27). Similar meaning is given to «free colleague»¹.

Nevertheless, in the scientific literature (Hofert, 2012; Süß at. al., 2012; Bösel and Suttheimer, 2013) freelancing (or free colleague) and liberal professions are not synonyms. Even though, they both reflect independence, personal responsibility and absence of direct subordination. «Freelancing» concept shows employer, customer context (hiring) and less resilient relationship with employer and his organization (freely hired) (Bösel and Suttheimer, 2013). Any specialist, liberal profession representative or representative of other individual independent activity can become a freelancer, besides, some researchers (Gurova, 2012) state, that the definition of «freelancer» should not appeal to the work content nature (intellectual activity; qualification level and quality). The group of freelancing is heterogenic; it includes different types of employees

¹ Free colleague is a self-employed individual, caring out a onetime activity, who does not have direct subordination, but takes individual responsibility for his work results (Süß at. al., 2012).

(Aguilar at. al., 2013; Strebkov and Shevchuk, 2015). If the ability of some depends more on their education level and quality to perform certain work, then the ability of others might depend on the experience in a concrete field (Gurova, 2012).

Individualization of employment forms joins various personal activity forms. Individual activity becomes not only an economic activity form, but also a certain culture, life style. The basis of individual independent activity as a form of life style is composed of autonomy, self-realization and social significance values. This life style means the Work – Life – Balance, which is characterized by employees' self-economization, self-rationalization and self-control (Süß at. al., 2012). Self-economization and self-rationalization means the use of all available resources, not only professional abilities, but also social networks, contacts, living space in the value creation process; independent organization of personal and professional development, without influence of third parties; regulation of activity in space and time, success control through feedback (Hofert, 2012).

Individualization of employment forms created conditions for a more effective use of intellectual capital, not only at individual level but also at organization's level.

Organization's level. In order to shorten the time needed for innovation, businesses, outsource part of their value creation process. By involving independent specialists from intellectual activity segment (building technologists, architects, designers, etc.) businesses reduce their production costs; internal resources of organization are directed to strategically most important fields; competitive advantage is gained by concentrating employees of the organization for work in the same field; organization avoids employment procedures, qualification training of employees and other costs (Kruglik and Krivka, 2014). Outsourcing projects, when some business functions are transferred to external service providers, gained a foothold in the ninth decade of the twentieth century. Development of information communication technologies and direct access to information caused work to become more individualized, the demand for employees, who are independent from concreted organizations increases (Eichhorst and Buhlmann, 2015).

Therefore, the increasing importance of creativity in value creation process forces organizations to alter their employment strategy. Spreading project activities, the need for reducing transaction costs and rational use of resources in global competitive conditions determine the cooperation between business organizations and individual independent activity providers, in other words, the overall importance of individual independent activity is increasing. The analysis of intellectual capital importance includes not only individual and organizational levels, but also the level of society – national level.

National level. Lithuanian researchers give more and more attention to problems of «retaining» and «brain-drain» of intellectual capital (Taljunaite, 2010: 162); researching factors of competitiveness (Melnikas at. al., 2014); analysing public interests, such as health, justice, security and other fields (Beliuniene at. al., 2015; Lastauskiene, 2013). Legislation of liberal professions in order to achieve effective use of intellectual capital for all the society is widely discussed. Scientists discuss over restrictive regulation of liberal professions and the consequences of their insufficient legislation. Over-restrictive regulation of professional activity can reduce their supply and increase their price; limit the selection for consumers, increase social inequality (Komisijos komunikatas Europos2013). Over-liberal approach of the State towards liberal professions, according to scientists (Kirsiene, 2015, Merz, 2012) devaluates professional values, reduces social trust and causes the crisis of the profession. This means, that the efforts of intellectual capital are directed towards the competition for customers, whereas ethics and serving the social interest requirements are disregarded. According to Julija Kirsiene (2015:194), who analysed the crisis dimensions of legal profession, «competition is often expressed through over-zealous pursuit of customer benefits, use of colleagues' oversight, errors or incompetence, convenient interpretation of laws, sometimes even manipulation of law». Such behaviour by liberal professions is determined by an over-liberal approach of the State, which allows them to provide intellectual services without any requirements related to education, competences, ethics, serving consumer or

interest of society² (Kirsiene, 2015).

The question of legislating liberal professions is closely related to self-regulation and autonomy of these professions. It is suggested to perceive the autonomy of liberal professions as a certain medium between the right of a certain professions' representatives to carry out their professional activity freely and the States' right to regulation (Henssler and Wambach, 2014). The autonomy model makes it easiest to eliminate asymmetry of information, creates conditions for coordination between public and private interests and economizes State funds (Ambrzeviciute et al., 2014).

Therefore, liberal professions are State legislated through requirements described in laws for each liberal profession, and self-regulation function is performed by autonomic institutions (chambers, guilds, boards) of liberal professions.

Conclusions

Highly qualified specialists of certain fields, who are experts in their field, are not classified as hired work, and create goods – intellectual services, are recognized as members of liberal professions.

Similarly to businesses, representatives of liberal professions use their own resources and capital. Nevertheless, production potential of liberal professions is mostly determined by human (intellectual) capital, which is not only talent, obtained knowledge, experience, but also ability to generate revenue.

Ability to generate revenue is the basis for economic and professional independence. Economic independence, intellectual nature of activity, information asymmetry, altruistic notion and trust relationship are the criteria separating liberal professions from business and other forms of individual independent activities.

The increasing role of human (intellectual) capital in the value creation process has determined the increasing social significance of liberal professions. Owners of intellectual capital are interested in upholding the status of liberal professions, since the autonomy frees their creative powers, creates the bases for self-realization and

² Persons without attorney license are allowed to provide most of the legal services in Lithuania (Kirsiene, 2015:194).

new work-life balance.

Spreading project activities, the need for reducing transaction costs and rational use of resources in global competitive conditions increase the demand for representatives of intellectual activities who are not part of business organizations, in other words, representatives of liberal professions.

Effectiveness of intellectual capital greatly depends on the approach of the State towards the liberal professions and effectiveness of professional self-regulation.

References

Ambrazeviciūtė, K.; Kavoliunaite-Ragauskiene, E.; Vitkute, E.A. 2014. *Architektu profesines savivaldos Lietuvoje ypatumai. Mokslinė analizė*. Vilnius: Lietuvos teises institutas.

Beliuniene, L.; Burnyte, M.; Kavoliunaitė – Ragauskiene, E.; Krivka, E.; Lankauskas, M.; Latvele, R.; Matulionyte, R. 2015. *Viesojo intereso atpazinimo problema Lietuvos teiseje: kriterijai ir prioritetai*. Vilnius: Eugrimas, 300p.

Bosel, S.; Sutthheimer K. 2013. *Freie Mitarbeit in den Medien: Was Freelancer wissen müssen*. Springer-Verlag, 204 p.

Cesyniene, R.; Stankeviciene, A. 2011. The role of human capital in value creation: theoretical insights// *Ekonomika* 90(4): 49-62p.

Deneke, J. F. V. 1956. *Die Freien Berufe*. Stuttgart: 316p.

Dulleck, U.; Kerschbamer, R.; Sutter, M. 2011. The Economics of Credence Goods: An Experiment on the Role of Liability, Verifiability, Reputation, and Competition// *American Economic Review* 101 (2): 526–555p.

Eichhorst, W.; Buhlmann, F. 2015. Die Zukunft der Arbeit und der Wandel der Arbeitswelt. // *IZA Standpunkte* 77:15-27p.

Gobl, M. 2013. *Die Beurteilung von Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Verlag, 444.

Gurova, M. 2012. «Freelance» phenomenon in the social professional structure of the modern Russia// *Sociological sciences*, 12: 78 – 83p.

Henssler, M.; Wambach, A. 2014. Die Lage der freien Berufe und ihre Funktion und Bedeutung für die europäische Zivilgesellschaft//[viewed 2016 08 15]. Access through the

Internet: <www.eesc.europa.eu>.

Hofert, S. 2012. *Praxisbuch für Freiberufler – Alles, was sie wissen müssen, um erfolgreich zu sein*. Offenbach : GABAL Verlag GmbH, 287p.

Kirsiene, J. 2014. Advokato nepriklausomumas teisiniu paslaugu rinkos komercializacijos kontekste: reliktas ar butinybe// *Jurisprudencija*, 21(3): 683–706p.

Kirsiene, J. 2015. Trimatė teisininko profesijos krizes problema// *Jurisprudencija*, 22(2): 191-205p.

Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai ir Europos Ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui dėl nacionalinės teisės aktu, kuriais reglamentuojama galimybė užsiimti profesine veikla. 2013. Access through the Internet: <http://ec.europa.eu> . [viewed 2017 02 04].

Kruglik, J.; Krivka, A. 2014. Laisvai samdomo darbo rinkos teoriniai aspektai [interaktyvus]. *17-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos «Mokslas – Lietuvos ateitis» temine konferencija. Verslas XXI amžiuje, 20 – 28p.* // [viewed 2015 09 23]. Access through the Internet: <<http://jmk.vvf.vgtu.lt/index.php/conference>>.

Lastauskiene, G. 2013. Advokato profesija: priestaringas jos pobudis ir kontrolė// *Jurisprudencija*, 20(4): 1473–1491p.

LR Gyventojų pajamų mokesčio įstatymo 2, 6, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 straipsnių pakeitimo ir papildymo įstatymas. 2010. Nr.XI- 1152. // [viewed 2016 08 15]. Access through the Internet: <www3.lrs.lt>.

Lopukhin V., Ochkin D. 2014. Freelance as an Innovational Form of Employment// *Economic Sciences*, (9): 105 – 108p.

Melnikas, B. 2014. *Tarptautinis verslas: inovacijos ir žinių ekonomikos kurimas*. Vinius: Technika, 464 p.

Merz, J. 2012. *Freie Berufe. Forschungsergebnisse für Wissenschaft, Praxis und Politik*. Baden- Baden: Nomos-Verlag, 270p.

Pawlowsky, P.; Edvinsson L. 2012. *Intellektuelles Kapital und Wettbewerbsfähigkeit: Eine Bestandsaufnahme zu Theorie und Praxis*: Springer-Verlag, 208p.

Sodan, H. (1997). *Freie Berufe als Leistungserbringer im Recht der gesetzlichen Krankenversicherung: ein verfassungs- und*

verwaltungsrechtlicher Beitrag zum Umbau des Sozialstaates. Tübingen: Mohr Siebeck, 410p.

Strebkov, D.; Shevchuk, A. 2012. Freelancers in Russia: remote work patterns and e-markets // *The European Electronic Newsletter* 13(2): 37–45p.

Strebkov, D.; Shevchuk, A. 2015. Work Trajectories of Self-Employed Professionals// *Mir Rossii*, 24 (1): 72–100p.

Sutter, M. 2013. Vertrauensguter. Ist Wettbewerb der beste Verbraucherschutz?

46. FIW-Symposium Innsbruck// // [viewed 2016 08 15]. Access through the Internet: <www .ifb.uni – erlangen.de >.

Suss, S.; Becker, J. 2012. Komponenten der Employability von Freelancern: Ergebnisse einer qualitativen Studie// *Freelancer als Forschungsgegenstand und Praxisphänomen: Betriebswirtschaftliche und psychologische perspektiven.* Frankfurt: Campus Verlag GmbH, 135 – 150p.

Taljuonaite, M. 2010. Intelektinio kapitalo kaita: savoka, tyrimai ir politikos modeliu kurimas// *Filosofija. Sociologija*, 21(2): 160–168p.

Taupitz, J. 1991. *Die Standesordnungen der freien Berufe: geschichtliche Entwicklung, Funktionen, Stellung im Rechtssystem.* Berlin: Walter de Gruyter, 1640p.

3.3. THE IMPACT OF GLOBALIZATION ON INCOME INEQUALITY IN THE MEMBER STATES OF THE EU

Annotation. This paper aims at analysing the trends of globalization and income inequality in the member states of the European Union and comparing these occurrences in the global context; examining the impact and significance of economic elements of globalization in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia.

Comparative analysis reveals that the EU member states can be characterized as more globalized and with lower income inequality, compared with the average of the other countries of the world, while the analysis of correlation between globalization (KOF index) and income inequality (GINI coefficient) shows the existence of

various relationship between these factors in the EU member states.

The regression analysis in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia demonstrated diverse influence of global economic factors in these countries, i.e. foreign direct investment does not statistically influence the change in GINI coefficient in the countries researched. In Lithuania, the Czech Republic, and Slovenia the increase in foreign trade flows made impact on reducing GINI coefficient, while in Estonia and Denmark the increase in portfolio investments enlarged the income inequality.

1. INTRODUCTION

The contemporary world and globalization are two inseparable notions, which cover all spheres of life. Globalization is a continual process, which interconnects economic development, stimulates knowledge, experience and information sharing, and the implementation of all these elements. The borders among countries are diminished with the help of information technologies, new ways are opened for the spread of new market services and commodities, preconditions are created for the set of international companies.

When it comes to the benefits of globalization, it is hard to ignore its possibly negative consequences.

According to Panarin (2014), countries are prepared differently for the impact of globalization: with different resources of information or different economic development state. While Muscalu (2014) considers that globalization is able to reduce the level of unemployment and poverty, however part of the citizens might need to solve economic and social problems, as a result of being unable to adapt in the new environment.

Scientific literature on globalization reveals the difference in scholars' attitude regarding globalization influence on income inequality. Some authors argue that while the scope of globalization increases some other issues are to be solved: social, economic, poverty and increasing income inequality (Muscalu, 2014; Hammond and Grosse, 2003; Ha, 2012; Kiatrungwilaikun and Suriya, 2015, Tu, 2008); while other authors state that certain economic factors being the consequence of globalization, i.e.

foreign direct investment, decreasing international trade or portfolio investment, reduce income inequality (Choi, 2006). Such authors as Nau (2013) distinguish that investment environment influences the increase of income inequality as possibilities to participate in financial markets keep growing, thus, individuals depending only on work pay tend to become more vulnerable financially than the ones investing into stocks, bonds, shares of companies and municipal bonds. Reuveny and Li (2003) state that each of the economic factors may have a different impact on income inequality, e.g. international trade tends to reduce this inequality, while direct foreign investment tends to increase it. Scholars generally agree that the economic factors of globalization affect income inequality; however, their opinions divide whether this influence is positive or negative.

This paper carries out scientific literature analysis of globalization impact on income inequality and distinguishes the factors influencing this inequality. It also reviews the trends of globalization and income inequality in the EU member states in the period of 2002-2014, comparing these phenomena on the global context. With the help of correlation, the paper analyses the existence of statistically significant relationships between globalization and income inequality in the EU member states.

Lastly, the paper aims at identifying the influence of globalization economic factors on income inequality in a selection of geographically similar EU member states – Lithuania, Estonia, Denmark, The Czech Republic and Slovenia.

2. LITERATURE REVIEW

The concept of globalization. The authors who analyse globalization and its consequences on countries' economies get an insight into both negative and positive ones. Although the concept of globalization has been widely analysed by numerous authors, each of them has the personal interpretation of this phenomena. According to Hammond and Grosse (2003), globalization converges people's tastes and demands all over the world, so countries are forced to sacrifice part of their uniqueness. Globalization enables businesses to solve such issues as directions

for goods distributions or capital transfer irrespective of the country's geographical borders or ignoring the concern of the government due to country's economic state.

According to Panarin (2003), countries are prepared differently for the impact of globalization – it is due to different levels of available information or different economic development state. In this case, less developed countries tend to look at processes of globalization more suspiciously and thus try to use different protective barriers, while for the developed and economically stronger countries it is an environment for new possibilities both geopolitically and economically.

The spread and transformation of globalization is fast accelerating. Muscalu (2014) states that globalization is opening ways into international markets for manufacturing, distribution, spread of technologies, however he argues that globalization also creates new phenomena when countries come across new issues which require new solutions. The phenomena of unemployment causes the decrease of income in some population groups, making them vulnerable and unable to adapt in the new economic environment.

According to Hammond and Grosse (2003), globalization provides more opportunities for businesses and trains their skills to compete internationally; however, at the same time, it creates some threats. The authors emphasize that countries must solve problems how to withstand competition with international companies also which strategies to apply for maintaining their status.

The critics of globalization such as Hammond and Grosse (2003) blame international businesses for their expansion, which induces the destruction of the environment and local policies. In this case, the social guaranties for the local people might be destroyed and this can provoke the exploitation of the poorest citizens. Bauman (2007) argues that globalization divides the world while unifying it, and at the same moment is becoming the reason for its segmentation.

Free financial mobility in the global world, according to Goulet (2002), instead of productive investment may only cause a speculative use of the capital. It enables corporations to dominate in the global trade or to decide where to invest. The author states that

investments must be open and safe for the country in the global environment and it is vital to consider the country's environment and its development needs.

Sliburyte and Masteikiene (2010) highlight that globalization is the most important phenomena in social and business environment, which have made huge changes in economic development. According to them, the concept of globalization describes the forces, which interconnects free trade, investments, as well as the free movement of workforce and capital. They argue that globalization has stimulated economic development all over the world.

According to Ha (2012), although the international trade theory confirms that integration of international markets must reduce income inequality in developing countries, his own attitude is contrary to the presented one. The author emphasizes that the increase of FDI and market liberalization enlarge the income inequality in these countries. That paradox is described in two aspects. The first one is due to different perception of the concept of 'qualified and non-qualified work'. The businesses often transfer manufacturing of intermediate products into developing countries, the paradox being in the fact that from the developed country perspective, it is necessary to have non-qualified workforce for manufacturing of these products; while the developing countries' attitude is the opposite – they need more qualified workforce. Therefore, transferring manufacturing, which requires non-qualified workforce, into developing countries, increases the income inequality among its citizens. Secondly, Ha (2012) states that FDI facilitates the spread of technologies in developing countries. Although, developed countries not necessarily transfer the latest and the best technologies but from the perspective of developing countries, there could be areas, which require more knowledge and competencies.

The concept of income inequality. Frankfurt (2015) states that inequality is described by comparing people to each other, i.e. assessing their incomes and identifying important unfulfilled needs. According to Alsamawi A., Murray J., Lenzen M., Moran D., Kanemono K. (2014), there are many factors influencing income inequality: social, political, environmental and economic.

The fact that economic growth influences income inequality was known as back as 1955 and was studied by Kuznets (Kiatrungwilaikun and Suriya, 2015). According to the authors, the Kuznets curve shows that in the state of economic development income inequality increases, however it decreases when the government applies fiscal measures, e.g. introduces progressive tax.

Based on Brady (2009), there are several reasons, stimulating the appearance of income inequality, one of them being economic globalization. The author claims that free market and international trade make the biggest impact for the stimulation of income inequality.

The international institutions, such as The International Monetary Fund, The World Bank, The International Trade Organization, The United Nations, according to Dutt and Mukhopadhyay (2009), also influence income inequality among countries. These organizations affecting the international trade and free capital movement in the majority of cases also increase income inequality in the poorer countries.

Mi and Liu (2014) argue that increase in the level of corruption leads to higher income inequality, while Zmerli and Castillo (2015) emphasize that low political confidence leads to the uncertainty in peoples' social life, and this makes conditions for the prosperity of corruption.

Sussanu (2012) states that social and political instability, also dissatisfaction with state institutions and their policies, could stimulate the income inequality. Such a situation creates uncertainty and a feeling of instability and, naturally, reduces willingness for investment and, therefore, negatively affects countries' economic development.

Different views regarding globalization and economic development described by Akoum (2008). According to him, globalists only see a positive impact of globalization, while anti-globalists state that globalization consolidates the interests of the richer countries at the expense of the poorer ones.

Choi (2006) underlines that on the one hand FDI leads to the increase in salaries when non-qualified and low-income individuals are involved in work execution, but on the other hand, the situation of income distribution is worsening within the country. According

to the author, FDI interconnects higher workforce pay in a particular branch, however in other, usually traditional branches, work pay may remain unchanged.

Continual scientific and technological progress, according to Svizzero and Tisdell (2003), determines the permanent change of inequality among people. The authors (2003) state that different income may be received even by individuals with similar education. Different perceptions of educational institutions within the society and different intellectual abilities among people may precondition the appearance of income inequality.

Migration can be another aspect, according to Matutinovic (2006), which may increase income inequality. The author argues that immigration in particular increases income inequality in the countries with a high immigration flow. The wages do not rise for the local non-qualified citizens and that happens due to increasing immigration flows. On the one hand, immigrants stimulate economic development, but on the other hand, states in the long run are forced to devote higher funding on state security, education, health and environmental care.

It can be seen that there are many factors influencing the arising of income inequality and the majority of them are valued controversially. Economic development, globalization, FDI, technological and scientific progress, as well as migration, can be valued controversially, thus, their influence can be both positive and negative, depending on the countries' economic conditions, people's education and qualification level.

To sum up it is obvious that every factor may have a different impact under different conditions.

3. MODEL, VARIABLES AND DATA

In this study, research is carried out in three stages.

The first stage: assessment of the trends of globalization and income inequality in the EU member states and comparison of these occurrences on the global context.

The globalization is measured by the Dreher (KOF) globalization index. The values of index range from 0 to 100 and higher values indicate higher globalization level. The GINI

coefficient is chosen to measure income inequality; value “0” shows perfect equality while value “100” shows complete income inequality. The period of 2002-2014 is analysed.

In order to investigate GINI and KOF variation, the authors of this paper measure the minimum and maximum values, the mean value and standard deviation. With the help of that data, it is possible to investigate the variation of these indicators and perform a comparative analysis among the countries.

The second stage: investigation of correlation between globalization (KOF index) and income inequality (GINI coefficient) in the EU member states.

The period of investigation is 2002-2014. The scope of research – 28 EU member states.

The analysis of correlation between globalization (KOF index) and income inequality (GINI coefficient) can show the existence of statistically significant relationship between these factors in the EU member states during the period of investigation. Another task is to determine the directions of KOF and GINI correlation. The positive correlation shows that when globalization (KOF index) increases, income inequality also increases and when the correlation is negative increasing globalization decreases income inequality.

The third stage: estimating the impact of global economic factors on income inequality in the EU member states.

According to some authors (Ezcurra and Rodriguez-Pose, 2013; Ha, 2012; Tu, 2008), the scale of income inequality depends on the size of the country. The authors claim that geographically larger countries tend to be more heterogeneous than smaller ones.

The multiple regression analysis in this study aims to discover the impact of globalization factors on income inequality in the EU member states. The dependent variable regression model is income inequality (GINI coefficient) and the independent variables that identify economic factors of globalization are international trade (% of GDP), foreign direct investment (% of GDP), and portfolio investment (% of GDP).

The scholars value the independent variables (international trade, FDI, portfolio investment) in the model formation controversially: they see both positive and negative sides and agree that the impact on income inequality may be different

depending on different countries' conditions. The integration of international markets should decrease income inequality but when the scale of international trade and movement of capital increase among countries, income inequality depending on the countries' development level may also increase (Ha, 2012; Reuveny and Li, 2003).

According to Tu (2008), Reuveny and Li (2003) international companies investing in the country, may put pressure to the governments and trade unions threatening to transfer their operations to another country. Such a situation can reduce the bargaining power and there is a possibility for decreasing the wages of employees, which may cause income inequality. On the other hand, FDI stimulates the locals to work more productively and it may stimulate the increase of the country's economic development.

Nau (2013) and Tu (2008) highlight that the impact of the portfolio investment is also debatable. They state that improving investment environment influences the increase of investments, however only the upper class individuals get benefits from that. The company owners may focus on gaining profit from financial instruments instead of hiring new workforce or increasing productivity. It is usually harder for employees to take advantage from favourable investment environment due to the lack of knowledge and opportunities, so the increase of income inequality is obvious in the mid- and lower- income groups.

According to Goulet (2002), investment must be safe for the country; while Rudra (2004) states that, the flows of portfolio investments do not have any effects on income inequality.

The composed model is investigated in this study by measuring multiple linear regressions in countries similar by geographical size, in which KOF and GINI correlation is statistically significant.

The multiple linear regression model is:

$$GINI_{country} = b_0 + b_1 (\text{international trade}) + b_2 (FDI) + b_3 (\text{portfolio investment})$$

The period of investigation is 2002-2014.

4. RESULTS

The analysis of KOF globalization index in the EU member states reveals that these countries are highly globalized, and KOF value in these countries is above the mean value of the global average (which equals to 54.9). The most globalized EU member states were the Netherlands (KOF = 91.54), Belgium (KOF = 91.08) and Austria (KOF = 88.86); their values of KOF index were relatively steady and the scatter around the mean value was low. This identifies that these countries have reached high level of globalization and it is a lower base for increasing the value of KOF index there.

The least globalized EU member states were Latvia (KOF = 67.57), Romania (KOF = 70.6), Bulgaria (KOF = 70.89) and Lithuania (KOF = 71.2), and the scatter around the KOF index mean value in these countries was higher compared to the more globalized ones. This shows higher development during the period analysed and also means that these countries have more space to increase the level of globalization.

Figure 1 shows the scatter of GINI coefficient (2002-2014) among the EU member states.

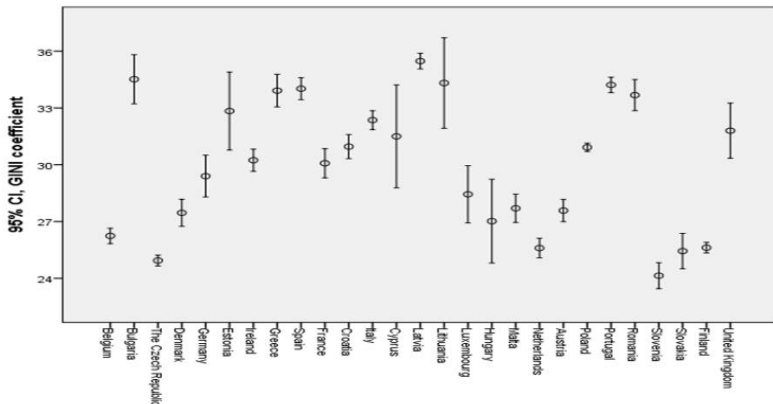


Figure 1. The Scatter Diagram of GINI Coefficient in the EU Member States (2002-2014)

(Compiled by authors, based on Eurostat data (2016))

The figure reveals that the highest income inequality among the EU member states during the period of 2002-2014 was in Latvia (the mean value of GINI was 36.29), Portugal (GINI was 35.70), Lithuania (GINI was 34.70) and Romania (GINI was 34.12). However, all these countries experienced a decrease in income inequality, compared to the beginning of the research period; also the fluctuations of the coefficient (e.g. the variation of GINI in Romania was 4.67, while in Portugal – 2.68) could be noticed.

The lowest income inequality was registered in Slovenia (GINI was 23.59), the Czech Republic (GINI was 25.11), Slovakia (GINI was 25.45) and in Finland (GINI was 25.83).

The comparative analysis above leads to conclusion that the EU member states could be characterized as more globalized and with lower income inequality, compared with the other countries of the world.

The results of the correlation analysis (see Figure 2) reveal different strength and direction of the correlation relationship between KOF and GINI in the EU member states. Therefore, we cannot conclude that the relationship between the variables is the same and the effect created by these variables is identical.

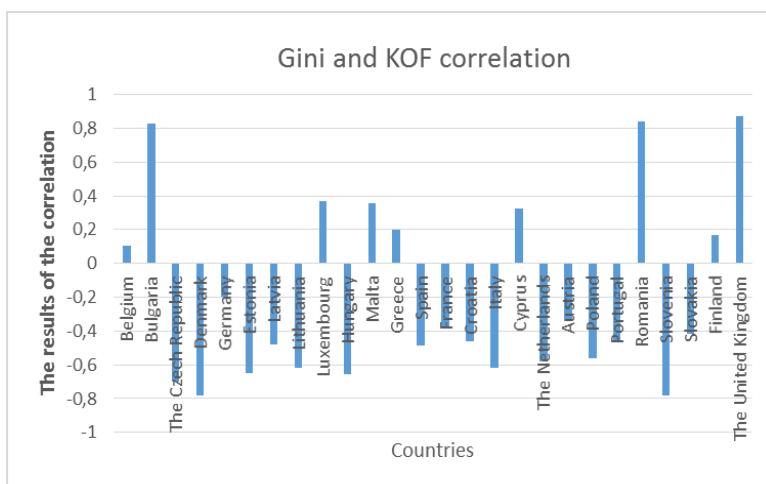


Figure 2. The Correlation Data between Variables GINI and KOF in EU Member States

The positive correlation between KOF and GINI was found in Belgium, Bulgaria, Luxembourg, Malta, Greece, Romania, Finland and the United Kingdom; while in the Czech Republic, Denmark, Germany, Estonia, Latvia, Lithuania, Hungary, Spain, France, Croatia, Italy, the Netherlands, Austria, Poland, Portugal, Slovenia and Slovakia experienced the negative correlation.

The analysis revealed statistically significant positive correlation between KOF and GINI in Bulgaria, Romania and the United Kingdom, while statistically significant negative correlation was fixed in the Czech Republic, Denmark, Estonia, Lithuania, Hungary, Italy and Slovenia.

Regression analysis was performed in a selection of geographically similar EU member states, in which statistically significant GINI and KOF correlation was found during the period of research. These countries are: Lithuania (correlation: 0.616; $p = 0.044$), Denmark (correlation: -0.78; $p = 0.05$), Estonia (correlation: -0.65; $p = 0.042$), the Czech Republic (correlation: -0.7; $p = 0.016$) and Slovenia (correlation: -0.783; $p = 0.004$).

In case of **Lithuania**, the regressors of the linear model describe 44.7% of GINI variation. Pearson's correlation coefficient $r=0.668$ shows that dependent variable GINI is moderately dependent on the independent variable.

The final regression model for Lithuania is:

$$GINI_{Lithuania} = 40.463 - 0.042 (\text{international trade})$$

The regression equation shows that every increase by 1% of international trade (% of GDP) decreases GINI on average by 0.042 coefficient point annually ($p = 0.012$).

The regressors of the linear model describe 47.1% of GINI variation in **Denmark**. Pearson's correlation coefficient $r=0.686$ shows that dependent variable GINI is moderately dependent on the independent variable.

The final regression model for Denmark is:

$$GINI_{Denmark} = 19.381 + 0.032 (\text{portfolio investment})$$

The regression equation for Denmark shows that every increase

by 1% of portfolio investment (% of GDP) increases GINI on average by 0.032 coefficient point annually ($p = 0.014$).

In case of **Estonia**, the regressors of the linear model describe 36.8 % of GINI variation. Pearson's correlation coefficient $r=0.607$ shows that dependent variable GINI is moderately dependent on the independent variable.

The final multiple linear model for Estonia is:

$$GINI_{Estonia} = 26.63 + 0.166 (\text{portfolio investment})$$

The regression equation shows that every increase by 1% of portfolio investment (% of GDP) in Estonia increases GINI on average by 0.166 coefficient point annually ($p = 0.036$).

The regressors of the linear model describe 52 % of GINI variation in **the Czech Republic**. Pearson's correlation coefficient $r=0.721$ shows that dependent variable GINI is strongly dependent on the independent variable.

The final regression model for the Czech Republic is:

$$GINI_{the\ Czech\ Republic} = 29.607 - 0.032 (\text{international trade})$$

The regression equation shows that every increase by 1% of international trade (% of GDP) decreases GINI on average by 0.032 coefficient points annually ($p = 0.008$).

In case of **Slovenia**, the regressors of the linear model describe 55.1 % of GINI variation. Pearson's correlation coefficient $r=0.742$ shows that dependent variable GINI is strongly dependent on the independent variable.

The final multiple linear model for Slovenia is:

$$GINI_{Slovenia} = 41.684 - 0.124 (\text{international trade})$$

The regression equation shows that every increase by 1% of international trade (% of GDP) decreases GINI on average by 0.124 coefficient points annually ($p = 0.004$).

Regression analysis in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia demonstrated that the influence of economic factors varies among the countries researched, i.e. foreign direct

investment does not statistically influence the change in GINI coefficient in these countries. In Lithuania, the Czech Republic, and Slovenia the increase in foreign trade flows made impact on reducing GINI coefficient, while in Estonia and Denmark the increase in portfolio investments enlarged the income inequality.

5. CONCLUSIONS

The comparative analysis revealed that the EU member states could be characterized as more globalized and with lower income inequality, compared with the other countries of the world.

The most globalized EU member states during the period of research were Belgium, the Netherlands, and Austria, while Latvia, Romania and Bulgaria were the least globalized ones.

The countries with the lowest income inequality (GINI coefficient was lower than 30) were Slovenia, the Czech Republic and Slovakia, while the highest income inequality among the EU member states was discovered in Latvia, Portugal and Lithuania. GINI coefficient was above 34 in these countries, and this reveals sharp income inequalities among their citizens.

The correlation analysis revealed statistically significant positive correlation between KOF and GINI coefficients in Bulgaria, Romania and the United Kingdom, while statistically significant negative correlation was discovered in the Czech Republic, Denmark, Estonia, Lithuania, Hungary, Italy and Slovenia.

The regression analysis in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia demonstrated diverse influence of global economic factors in these countries, i.e. foreign direct investment does not statistically influence the change in GINI coefficient in the countries researched.

In Lithuania, the Czech Republic, and Slovenia the increase in foreign trade flows made impact on reducing GINI coefficient, while in Estonia and Denmark the increase in portfolio investments enlarged the income inequality.

The results of the analysis explain only the impact of economic factors of globalization; there was no aim to investigate the social or political factors of globalization and their impact on income

inequality.

Further investigation is possible to evaluate the other factors influencing income inequality and to determine their relative significance in the background of economic factors in the countries researched.

REFERENCES

1. Akoum, I.F. (2008). Globalization, Growth, and Poverty: the Missing Link. *International Journal of Social Economics*, Vol. 35, p. 226-238, doi: 10.1108/03068290810854529.
2. Alsamawi, A., Murray, J., Lenzen, M., Moran, D., Kanemono, K. (2014). The Inequality Footprints of Nations: a Novel Approach to Quantitative Accounting of Income Inequality. *Plos one*, vol. 9.
3. Bauman, Z. (2007). *Globalizacija. Pasekmės žmogui*. Vilnius: Apostrofa.
4. Brady, D. (2009). Economic Globalization and Increasing Earnings Inequality in Affluent Democracies. *Economic Sociology of Work*, Vol. 18, p.149-181. doi: 10.1108/S0277-2833(2009)0000018009.
5. Choi, C. (2006). Does Foreign Direct Investment Affect Domestic Income inequality? *Applied Economics Letters*, Vol. 13. doi: 10.1080/13504850500400637.
6. Dutt, A.K., Mukhopadhyay, K. (2009). International Institutions, Globalization and the Inequality among Nations. *Progress in Development Studies*, vol. 9, p. 323-337, doi: 10.1177/146499340900900406.
7. Ezcurra, R., Rodriguez-Pose, A. (2013). Does Economic Globalization Affect Regional Inequality? A cross- country analysis. *World Development*, vol. 52, p. 92-103.
8. Frankfurt, H.G. (2015). *On Inequality*. Princeton and Oxford: Princeton University press.
9. Goulet, D. (2002). What is Just Economy in a Globalized World? *International Journal of Social Economics*, Vol. 29, No. 1/2, p. 10-25. doi: 10.1108/03068290210412958.
10. Ha, E. (2012). Globalization, Government Ideology, and Income Inequality in Developing Countries. *The Journal of Politics*, Vol. 74, No.2, p. 541-557. doi:

10.1017/S0022381611001757.

11. Hammond, C., Grosse, R. (2003). Rich Man, Poor Man: resources on globalization. *Reference Services Review*, Vol. 31, No. 3, p. 285-295. doi: 10.1108/00907320310486881.
12. Kiatrungwilaikun, N., Suriya, K. (2015). Rethinking Inequality and Growth: the Kuznets curve after the millennium. *International Journal of Intelligent Technologies and Applied Statistics*, Vol. 8, p. 159-169, doi: 10.6148/IJITAS.2015.0802.08.
13. Matutinović, I. (2006). Mass Migrations, Income Inequality and Ecosystems Health in the Second Wave of Globalization. *Ecological Economics*, Vol. 59, p. 199-203, doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.09.032.
14. Mi, Z., Liu, Q. (2014). Income Inequality, Fiscal Redistribution, and Governmental Corruption: evidence from Chinese provincial data. *The Journal of Developing Areas*, Vol. 48, No.4, p. 119-137, doi: 10.1353/jda.2014.0080.
15. Muscalu, E. (2014). Organizational Culture in the Age of Globalization. *Scientific Bulletin*, Vol. 19, No. 2, p. 120-125.
16. Nau, M. (2013). Economic Elites, Investments, and Income Inequality. *Social Forces*, vol. 92, p. 437-461, doi: 10.1093/sf/sot102.
17. Panarin, A. S. (2014). Globalization. *Value Inquiry Book Series*, Vol. 276, p.229-231.
18. Reuveny,R., Li, Q. (2003). Economic Openness, Democracy, and Income Inequality: an Empirical Analysis. *Comperative Political Studies*, vol. 36, No. 5, p. 575, doi: 10.1177/0010414003036005004.
19. Rudra, N. (2004). Openess, Welfare Spending, and Inequality in the Developing World. *International Studies Quarterly*, vol. 48, No.3, p. 683-709.
20. Susanu, C.G. (2012). Divergent Perspectives on the Casual Relationship between Economic Growth and Income Inequality. *Journal of Academic Research in Economics*, Vol. 4, No. 2.
21. Svizzero, S., Tisdell, C. (2003). Income Inequality between Skilled Individuals. *International Journal of Social Economics*, Vol. 30, p. 1118-1130, doi: 10.1108/03068290310497486.
22. Šliburytė, L., Masteikienė, R. (2010). Impact of Globalization on Lithuanian Economic Growth. *Economics and Management*,

Vol. 15.

23. Tu, S. (2008). Globalization and the American Income Gap: Assessing the Impact of Liberal Economics and Immigration on Inequality. *Conference Papers- Midwestern Political Science Association*, annual meeting, p.1.

24. Zmerli, S., Castillo, J.C. (2015). Income Inequality, Distributive Fairness and Political Trust in Latin America. *Social Science Research*, vol. 52, p. 179-192, doi:10.1016/j.ssresearch.2015.02.003.

3.4. ГЕНЕЗИС ЧИННИКІВ ТА МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ

Наведено основні тенденції та факти економічного зростання у світі, генезис його чинників та моделей. Зазначено, що окрім технологічного прогресу на сучасному етапі розвитку світової економіки на перший план вийшли такі чинники економічного зростання, як людський капітал, інновації, соціальна інфраструктура тощо. Проаналізовано основні моделі економічного зростання – від неокласичних екзогенних до сучасних ендогенних моделей.

Технологічний прогрес протягом останніх майже 70 років вважають основним рушієм довгострокового зростання економік країн світу. Так, за свідченням Е.Янга, стійке довгострокове зростання забезпечується тільки за рахунок зростання загальної факторної продуктивності [32]. Наприклад, країни Східної Азії (Гонг-Конг, Сінгапур, Південна Корея та Тайвань), які продемонстрували високі темпи зростання протягом майже двадцяти п'яти років³, досягли цього в основному завдяки стрімкому зростанню факторів виробництва – капіталу та праці, не забезпечуючи при цьому підвищення рівня загальної факторної продуктивності [18]. Аналогічна ситуація спостерігалася і в колишньому СРСР у

³ Середній темп зростання випуску у цих країнах протягом 1966-1990рр. становив 8%

1950-х рр., коли прискорене зростання в основному завдячувало швидким темпам зростання факторів виробництва – праці та капіталу [18, с.70]. У Сполучених Штатах Америки протягом 1929-1982 рр. темп зростання випуску, відповідно до розрахунків, проведених Е.Денісоном, становив 2,92%, а темп зростання продуктивності – 1,02% [4, с.111.]. За рахунок зростання витрат праці забезпечувалося тільки 32% зростання валового національного доходу, а внаслідок зростання її продуктивності - 68% (на технологічний прогрес припадає 28%, на освіту – 14% та на якість корпоративного і державного управління – 26%). Починаючи з середини 1970-х рр., у розвинених країнах спостерігалось уповільнення зростання загальної факторної продуктивності, що пов'язують з нафтовими шоками 1973-1974 рр. та 1979-1980 рр., зменшенням інвестиційних вкладень, структурними впливами пропозиції праці та розвитком сфери послуг [33, с.186]. Однак розрахунок темпів економічного зростання у США протягом 1995-2000 рр. та 2000-2007 рр. засвідчив прискорення темпів зростання загальної факторної продуктивності та їх суттєве зменшення у період 2007-2013рр. після світової фінансової кризи [12, с.10]. Зазначені темпи склали 2,3%, 2,2% та 1,1% відповідно.

З другої половини ХХ століття науковці на перший план почали висувати такі фактори економічного зростання, як, наприклад, людський капітал [1, 26, 27], поряд зі зміщенням акцентів у бік дослідження проблем економічного зростання розвинених країн та країн, що розвиваються, і протиріч між ними. Так, наприклад, на думку нобелівського лауреата С.Кузнеця, передові технології - це тільки необхідна, але не достатня умова економічного зростання. Важливим фактором виступає також можливість ефективного використання інновацій та продукування на цій основі власних, що вимагає відповідних інституційних перетворень, які стимулюються накопиченим на цей момент обсягом людського капіталу. Тому, на його думку, основним джерелом економічного зростання є «прориви» в підвищенні рівня людського капіталу («епохальні інновації») [19]. При цьому високі темпи зростання можливі лише за умови «взаємодії між масовим використанням

технологічних інновацій на основі накопичених знань та подальшого його нарощення» [19].

Необхідно зазначити, що в свій час ще А.Сміт пропонував включати «надбані й корисні здібності» членів суспільства до складу основного капіталу разом з машинами та засобами праці, «доходними спорудами», «поліпшеннями земель» [35, с. 208]. У ХХ сторіччі Т.Шульц одним з перших почав розглядати людський капітал в якості чинника економічного зростання [26, 27]. На його думку, це пов'язано як зі зростанням загального рівня освіченості населення, так і з надбанням необхідних навичок безпосередньо в процесі роботи (так зване «learning-by-doing»). Наприклад, за даними А.Меддісона [21], середня кількість років навчання на одного працюючого у трьох розвинених країнах світу - Великій Британії, США та Японії - протягом 1820-1998 рр. зроста відповідно у 7,55, 11,12 та 10,69 разів.

В поясненні економічного зростання важливу роль відіграє продукування нових «ідей» чи інновацій, що може відбуватися як внаслідок цілеспрямованих дій, так і в результаті виробництва в якості побічного продукту [12, с.18]. Так, видатки на наукові дослідження у світі протягом 1996-2013 рр.⁴ коливалися навколо 2% світового ВВП, а кількість науковців, зайнятих в науково-дослідному секторі, у 2000 році складала 1083,273 осіб на мільйон осіб, у 2010 році – 1282,147 осіб [31]. За свідченням експертів, вдалим індикатором інвестицій у наукові розробки є інвестиції у продукти інтелектуальної власності, що включають інвестиції в наукові розробки, видатки на програмне забезпечення та «розваги» тощо [12, с.19].

На сучасному етапі розвитку світової економіки основним фактором економічного зростання вважаються знання, тобто спостерігається превалювання парадигми «знаннєвої економіки», в основі якої - «спроможність країни до генерації нових знань та подальшої їх комерціалізації», що «стає вирішальною для забезпечення конкурентоспроможності та сталого економічного зростання країни» [36, с.11-12].

⁴ Більш ранні статистичні дані відсутні

Серед факторів економічного зростання розрізняють також інфраструктуру, в тому числі і соціальну. Зокрема, під соціальною інфраструктурою розуміють «інституції та політики, що стимулюють інвестиції та виробництво, а не споживання» та пошук ренти – дії, спрямовані на перерозподіл випуску [10]. Аспекти соціальної інфраструктури поділяють на три групи: особливості фіскальної політики, що проводить уряд; фактори, що визначають середовище, в якому приймаються рішення приватними агентами; урядові дії щодо пошуку ренти [10].

У 1961 році Н.Калдор [15] дослідив та узагальнив факти щодо довгострокового економічного зростання, які мали місце в розвинених країнах протягом першої половини ХХ століття: випуск та капітал в розрахунку на одного робітника демонструють постійне зростання; відношення капіталу до випуску є постійним та не виявляє певної тенденції; доходність капіталу та реальна відсоткова ставка є постійними та не демонструють яскраво вираженої тенденції; частки доходу на капітал та працю у загальному доході «коливаються навколо сталого значення» [33, с.188]; існують певні відмінності у темпах зростання продуктивності між країнами.

Пізніше Ч.Джонсом та П.Ромером було охарактеризовано нові факти економічного зростання у довгостроковій перспективі [13], такі як: розширення місткості ринку завдяки процесам глобалізації та урбанізації; прискорення темпів зростання валового внутрішнього продукту на одну особу та темпів зростання населення; наявність значної варіації у темпах зростання ВВП в розрахунку на одну особу в залежності від відставання від технологічного лідера - США, суттєві різниці у доходах та загальній факторній продуктивності країн, зростання людського капіталу, що виражається в основному у збільшенні кількості років навчання, довгострокова стабільність відносних заробітних плат висококваліфікованих робітників та низько кваліфікованої робочої сили, незважаючи на зростання перших.

На думку Ч.Джонса та П.Ромера, пояснення цих фактів потребує застосування сучасної теорії зростання, що повинна

інкорпорувати «ідеї, інституції, населення та людський капітал» [13, с.24]. Її ціллю Дж.Стігліц та Х.Узава вважали як пояснення руху випуску, зайнятості, запасу капіталу та взаємодії між ними так і розподіл доходу між факторами виробництва [30].

Серед перших неокласичних моделей економічного зростання відмітимо екзогенні неокласичні моделі зростання, такі як, наприклад, модель Харрода-Домара [11], модель Солоу [28] та її модифікацію з урахуванням природних ресурсів, модель Рамсея-Касса-Купманса [3, 17, 22] та модель Даймонда [5].

Піонером серед екзогенних моделей економічного зростання вважають модель Харрода-Домара [11], на основі якої можливе здійснення аналізу сценаріїв економічного зростання, які визначаються динамікою сукупного споживання за припущення «про несуттєвість врахування технологічних змін окремо від процесів екстенсивного накопичення капіталу» [36, с.29]. Основним фактором, що стимулює зростання випуску в моделі, є підвищення запасу капіталу. Проблема забезпечення стійкого зростання за Р.Харродом полягає у порівнянні фактичного та гарантованого темпів зростання економіки, за рівності яких має місце стійкий неперервний розвиток економіки, що спостерігається на практиці достатньо рідко.

Основний висновок моделі полягає у тому, що в «довгостроковому періоді економічна система балансує на лезі ножа рівноважного зростання» [28, с.65], а в її основі лежить динамічна нестабільність. Це передбачає дію сил, які змушують систему все більше відхилятися від лінії розвитку, тобто збільшення відхилення фактичного темпу зростання економіки від гарантованого.

Одним з недоліків моделі, на думку Р.Солоу, є застосування короткострокового інструментарію для аналізу довгострокових проблем [28, с.66]. Також, на нашу думку, в моделі не враховано такі важливі фактори економічного зростання, як технологічний прогрес, людський капітал, соціальна інфраструктура тощо. Проте, за свідченням [37, с 342], протягом 60-90х рр. ХХ століття ця модель достатньо

широко застосовувалася для розрахунку необхідного обсягу інвестицій до країн, що розвиваються.

Модель довгострокового зростання Р.Солоу, розроблена у 1956р., домінувала у післявоєнний період та слугувала основним інструментом для дослідження проблем довгострокового економічного зростання майже до 1980-х рр. Її основними завданнями вважають дослідження можливостей зростання економік та конвергенції бідніших країн до багатших. Центральне місце в даній моделі відводиться дослідженню динаміки капіталу та опису економічного зростання в процесі корегування до стану збалансованого зростання. Основним чинником зростання в цій моделі виступає «ефективність праці», яка трактується як екзогенна та не пояснюється в моделі.

Відповідно до [28, с.66], випуск (один гомогенний продукт) в економіці забезпечується двома факторами виробництва – капіталом та працею, одна частина якого заощаджується та інвестується, інша – споживається, що може бути описано лінійно-однорідною неокласичною виробничою функцією від цих двох змінних у кожен момент часу [34, с.311]. Крім того, в моделі припускається постійна віддача від масштабу, спадна гранична корисність факторів виробництва, екзогенність норми заощаджень s , амортизації δ , темпу зростання населення n та темпу зростання технологічного прогресу g . Р.Солоу також припускає наявність нейтрального технологічного прогресу, що являє собою «уповільнення, прискорення, поліпшення у навчанні робочої сили» тощо [29, с.312].

Економіка з низькою трудомісткістю капіталу та з «великим» граничним продуктом капіталу, нарощуватиме інвестиції, які в результаті можуть перевищити інвестиції, необхідні для забезпечення беззбитковості. Це призводить до зростання трудомісткості капіталу та, як наслідок, падіння граничного продукту капіталу та заощаджень до рівня, що буде достатнім тільки для забезпечення беззбитковості. Рівень добробуту при цьому залишатиметься незмінним (економіка буде знаходитися в стаціонарному стані). Після досягнення

цього стану тільки фактор технологічного прогресу забезпечує «постійне зростання економіки» [36, с.32].

Одним з основних результатів моделі Солоу є доведення того факту, що економіка наблизатиметься до траєкторії збалансованого зростання («ситуації, при якій всі змінні моделі зростають з однаковим темпом»), незважаючи на початковий стан, в якому вона знаходилася [23, с.18]. Проте її недоліком вважають пояснення зростання ВВП на одну особу тільки акумулюванням фізичного капіталу. І тому різниця в реальних доходах країн набагато більша за різницю накопичених капітальних вкладень.

Модель Рамсея-Касса-Купманса також є екзогенною моделлю зростання, проте в її основу покладено мікроекономічне підґрунтя [3, 17, 22]. В моделі припускається наявність конкуруючих фірм, що орендують капітал та наймають робочу силу з метою виробництва та подальшої реалізації виробленої продукції. Поряд з цим в економіці функціонує фіксована кількість домогосподарств, що живуть нескінченно довго, пропонують робочу силу, володіють капіталом, який надають в оренду фірмам, заощаджують та споживають. При чому в моделі відсутні будь-які ринкові недосконалості (зокрема, жорсткість цін та заробітної плати), раціональність очікувань домогосподарств, зв'язки між поколіннями та гетерогенність домогосподарств [23, с.49], що реалізовано в пізніших економіко-математичних моделях.

На думку Ф.Рамсея, максимізація чистого задоволення від споживання (за вирахуванням незадоволення від праці) за умови рівності видатків на споживання та обсягу виробленого продукту, дозволяє зробити висновок, що оптимальне задоволення є зростаючою функцією від капіталу [22, с.544].

Для знаходження обсягу заощаджень, що відповідає максимально можливому рівню задоволення від споживання («блаженству») Ф.Рамсей мінімізує різницю між «блаженством» та чистим задоволенням від споживання [22, с.545]. В результаті - «норма заощаджень, помножена на граничну корисність споживання повинна дорівнювати різниці між «блаженством» та чистим задоволенням від споживання» [22, с.547].

Д.Касс та Т.Купманс удосконалили запропоновану Ф.Рамсеєм модель, припускаючи ендогенність заощаджень, що визначалися рівнем відсоткової ставки. В свою чергу оптимальний рівень заощаджень вони визначали на основі максимізації дисконтованої функції корисності.

Таким чином, відповідно до результатів моделі, наведених у [23, с.55] зростання запасу капіталу можливо за умови перебільшення граничним продуктом капіталу норми дисконтування та коефіцієнта відносної несхильності до ризику (виражає бажання домогосподарств заміщувати теперішнє споживання майбутнім), помноженого на темп зростання технологічного прогресу. При цьому зростання трудомісткості капіталу призводить до падіння доходності інвестицій та стимулів до накопичення капіталу.

Сучасні моделі економічного зростання концентрують увагу на дослідженні факторів економічного зростання, що в основному відображають «розвиток освітніх та науково-технологічних факторів» [6], [36, с.34]: інновації, наприклад [2], [7], [24]; накопичення капіталу як фізичного так і людського, наприклад [16]; зовнішні ефекти, наприклад [20], [25] тощо.

Моделі економічного зростання, що розглядають інновації в якості рушійної сили економічного зростання, припускають його ендогенне пояснення [6, с.32]. Вони трактують інновації як запровадження ефективніших методів виробництва товарів; винахід нових продуктів, що не мають субститутів на ринку тощо.

Модель П.Ромера є моделлю ендогенного зростання, що пояснює економічне зростання збільшенням продукування нових знань, що відбувається в результаті науково-технічної діяльності [24]. Маючи в своїй основі мікроекономічне підґрунтя, модель припускає вплив наукових розробок на продуктивність капіталу та економічне зростання, що спонукає до перетікання ресурсів в цей сектор. Особливістю даної моделі є те, що оскільки «наукові проекти обмінюють поточні видатки на потік винагород у майбутньому», «температура технологічних змін чутливий до ставки відсотка» [24, с.99]. Також припускається, що дослідник володіє правами на свої

ідеї, тим самим встановлюючи ціну на їх використання, яка перевищує граничні видатки, що в свою чергу призводить до стимулювання подальших наукових досліджень.

В економіці функціонують три сектора: науково-дослідний сектор («нові дизайни»), сектор виробництва товарів проміжного використання та сектор виробництва товарів кінцевого використання. За припущеннями моделі при збільшенні існуючого запасу «дизайнів» та людського капіталу відбувається пришвидшення продукування нових розробок. При цьому науковці, залучені до сектору наукових розробок, мають вільний доступ до всього існуючого запасу «дизайнів». Сектор виробництва проміжних (капітальних) товарів має ознаки монополістичної конкуренції, що передбачає випуск одного i -ого капітального товару (машини) одною фірмою, що має придбати i -ий дизайн у секторі наукових розробок.

В даній моделі «знання» впливають на виробництво в такий спосіб: по-перше, новий дизайн сприяє виробництву нового капітального товару, що в подальшому може бути використаний для виробництва товарів кінцевого використання; по-друге, «новий дизайн» сприяє підвищенню загального запасу знань, збільшуючи продуктивність людського капіталу в секторі наукових досліджень.

Найбільш цікавим результатом моделі, на думку П.Ромера [24, с. S99], є усвідомлення того факту, що країни з більшим запасом людського капіталу зростатимуть більш швидкими темпами, звідки випливає, що «вільна міжнародна торгівля може впливати на пришвидшення зростання». Модель також пояснює той факт, що відносно закриті країни з економіками, що розвиваються та мають низький рівень людського капіталу, не демонструють швидких темпів економічного та «чому менш розвинені країни з великою кількістю населення можуть мати вигоди від економічної інтеграції з іншим світом» [24, с. S99].

Основна відмінність моделі ендогенного зростання, запропонованої П.Агіоном та П.Хойттом [2], полягає у врахуванні невизначеності. Внаслідок включення «ефекту

творчого руйнування»⁵ вона відноситься до шумпетеріанських за своєю природою та є моделлю вертикальних інновацій, коли нові винаходи призводять до старіння вже існуючих. Інновації полягають у винаходах товарів проміжного споживання та винаходах, які сприяють підвищенню продуктивності проміжних товарів у виробництві товарів кінцевого використання. Основним чинником економічного зростання в моделі виступає технологічний прогрес, поштовхом до якого є конкуренція між фірмами, що займаються науково-дослідною діяльністю та продукують інновації.

Наукові дослідження, що проводять фірми, надають останнім право отримання патентів та, як наслідок, монополію володіння цієї інновацією, яка являє собою головну рушійну силу наукової діяльності в моделі внаслідок її тимчасовості, що спонукає інші фірми до здійснення наукових розробок. При цьому в процесі продукування інновацій має місце «ефект ділової крадіжки», що полягає у руйнації теперішнім монополістом попереднього в силу старіння його винаходу.

Однією з перших робіт, основним генератором довгострокового зростання в якій є людський капітал, є модель Р.Лукаса [20]. Він вважав, що акумулювання людського капіталу спонукає зростання продуктивності праці та фізичного капіталу: «те, яким чином індивідом розподілено час між різними видами діяльності в поточному періоді впливає на його продуктивність, або його рівень людського капіталу $h(t)$ в майбутніх періодах» [20, с.17]. Так, основним припущенням моделі є те, що індивід частину свого робочого часу приділяє поточному виробництву, іншу частину – накопиченню людського капіталу (навчанню), тим самим підвищуючи продуктивність своєї праці у майбутньому [20, с.17].

Акумулювання людського капіталу, незважаючи на вже накопичений рівень, відбувається таким чином, що «постійний рівень зусиль продукує постійний темп зростання запасу» [20,

⁵ Ефект творчого руйнування полягає у тому, що чим більше очікується винаходів після створення інновації t , тим коротша можлива тривалість монопольних прибутків продуцента наступної інновації та тим менше виплати по інноваціям

с.39]. При чому динаміка накопичення фізичного та людського капіталу взаємопов'язані, що обумовлено рівністю у стаціонарному стані граничних продуктів двох видів капіталу за рахунок рівності видатків на їх накопичення.

Таким чином, основною метою моделі Р.Лукаса є з'ясування залежності між темпом зростання економіки та продуктивністю навчання її індивідів. З одного боку, вища продуктивність навчання сприяє підвищенню граничного продукту праці і заробітної плати та, відповідно, і підвищенню стимулів до навчання. З іншого боку, чим менше індивіди надаватимуть перевагу поточному споживанню у порівнянні з майбутнім, тим більше часу вони будуть готові присвятити навчанню, що призводитиме до прискорення темпів економічного зростання.

Модель, розроблена Г. Гроссманом та Е. Хелпманом, також є ендегенною моделлю економічного зростання [6-8]. В ній припускається існування сектору наукових досліджень, сектору виробництва товарів проміжного споживання та сектору виробництва товарів кінцевого використання. Останній характеризується досконалою конкуренцією та постійною віддачою від масштабу.

Виробництво товарів проміжного споживання описується за допомогою виробничої функції $I = A_I Y_I$, де I - індекс випуску товарів проміжного споживання, A_I - індекс продуктивності сектору, Y_I - праця, що використовується у виробництві товарів проміжного споживання. В свою чергу темп зростання індексу A_I дорівнює $\eta\lambda$, де λ - «норма інновацій» ($\lambda > 0$), η - параметр спеціалізації ($\eta > 0$).

Виробництво у секторі товарів кінцевого використання Y_F описується наступним чином: $Y_F = A_F K^\alpha Y_I^\mu L^{1-\alpha-\mu}$, де A_F - параметр продуктивності ($A_F > 0$), L - праця, що використовується у виробництві товарів кінцевого споживання, K - запас фізичного капіталу, а параметри виробничої функції ($\alpha, \mu, \alpha + \mu$) змінюються від нуля до одиниці.

Рівняння стану збалансованого зростання, що визначає темп зростання виробництва товарів кінцевого використання, дорівнюватиме:

$$g = \frac{\mu}{1 - \alpha} \eta \lambda .$$

Таким чином, темп економічного зростання визначається нормою інновацій та індексом спеціалізації у секторі виробництва товарів проміжного споживання [9, с.4]. У роботі [9, с.5] автори також доводять, що інновації є рушійною силою інвестиційних вкладень, при чому зі зростанням їх темпу зменшуватиметься рівень цін на товари кінцевого споживання.

Проте зазначені моделі економічного зростання, на думку деяких науковців, мають суттєві недоліки, зокрема, припущення про розвиток економіки «на основі традиційної структури виробництва, яка віддзеркалюється знайденими емпірично ... виробничими функціями» [36, с.14]. Це викликає неможливість передбачення стану економіки за умови інноваційних технологічних змін.

Списк використаних джерел:

1. Abramovitz M. Resource and Output Trends in the United States since 1870 / M. Abramovitz // *American Economic Review*. – 1956. – №46 (May). – p.5–23.
2. Aghion P. A Model of Growth through Creative Destruction / P.Aghion, P. Howitt // *Econometrica*. – 1992. – №60. – p. 323-351.
3. Cass D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation / D.Cass // *Review of Economic Studies*. – 1965. – №32. – p.233-240.
4. Denison E.F. Trends in American Economic Growth, 1929–1982 / E.F. Denison; Washington, D.C. : The Brookings Institution, 1985.
5. Diamond P. National Debt in a Neoclassical Growth Model / P. Diamond // *American Economic Review*. – 1965. – №55. – p.1126-1150.
6. Grossman G.M. Endogenous Innovations in the Theory of Growth / G.M. Grossman, E. Helpman // *The Journal of Economic Perspectives*. – 1994. – Vol.8, No.1. – p.23-44.

7. Grossman G.M. Innovation and Growth in the Global Economy / G.M. Grossman, E. Helpman; Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
8. Grossman G.M. Balanced Growth Despite Uzawa [Электронный ресурс] / G.M.Grossman, E.Helpman, E.Oberfield, T.Sampson. – Режим доступа: <https://www.princeton.edu/~grossman/Uzawa.pdf>.
9. Guarini G. Innovation and growth in the Grossman-Helpman's model with increasing returns: a note [Электронный ресурс] / G. Guarini // Munich Personal RePEc Archive. – Режим доступа: <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/19612>.
10. Hall R.E. Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others? / R.E. Hall, C.I. Jones // Quarterly Journal Of Economics. - 1999. – 114 (February). – p.83–116.
11. Harrod R. Towards a Dynamic Economics / R. Harrod. - London: Macmillan, 1948.
12. Jones C.I. The Facts of Economic Growth [Электронный ресурс] / C.I. Jones // NBER Working Paper 21142. - May 2015. – Режим доступа: <http://www.nber.org/papers/w21142>.
13. Jones C.I. The New Kaldor Facts: Ideas, Institutions, Population and Human Capital / C.I. Jones, P.M. Romer - June 17, 2009 – Version 2.0. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.stanford.edu/~chadj/Kaldor200.pdf>.
14. Jorgenson D.W. Productivity and US Economic Growth / D.W. Jorgenson, F.M. Gollop, B.M. Fraumeni. – Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.
15. Kaldor N. Capital Accumulation and Economic Growth / N. Kaldor ; F.A. Lutz and D.C. Hague, eds., The Theory of Capital. – St. Martins Press, 1961. – p. 177–222.
16. King R.G. Public Policy and Economic Growth: Developing Neoclassical Implications / R.G. King, S.Rebelo // Journal of Political Economy. – 1990. – Vol. 98. – No. 5. – p.S126–S150.
17. Koopmans T. On the Concept of Optimal Economic Growth / T. Koopmans ; The Economic Approach to Development Planning. Amsterdam: Elsevier, 1965.
18. Krugman P. The Myth of Asia's Miracle / P. Krugman // Foreign Affairs. – 1994. – № 73 (6). – p.62–78.
19. Kuznets S. Modern Economic Growth: Findings and

- Reflections [Электронный ресурс] / Kuznets S. // Lecture to the memory of Alfred Nobel, December 11, 1971 – Режим доступа: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1971/kuznets-lecture.html
20. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development / R. Lucas // Journal of Monetary Economics. – 1988. – № 22. – p.3–42.
21. Maddison A. Growth And Interaction In The World Economy / A.Maddison [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ggdc.net/maddison/other books/Growth and Interaction in the World Economy.pdf](http://www.ggdc.net/maddison/other%20books/Growth%20and%20Interaction%20in%20the%20World%20Economy.pdf)
22. Ramsey F.P. A Mathematical Theory of Saving / F.P. Ramsey // Economic Journal. – 1928. – №38. – p. 543–559.
23. Romer D. Advanced macroeconomics / D. Romer. – 4th ed. McGraw-Hill, 2011. – 716p.
24. Romer P. Endogenous Technological Change / P. Romer // Journal of Political Economy. – 1990. - Vol.98 - №5.– p.S.71–S.102.
25. Romer P. Increasing Returns and Long-Run Growth / P. Romer // Journal of Political Economy. – 1986. – Vol. 94. – №5. – p.1002–1037.
26. Schultz T.W. Investment in Human Capital / T.W. Schultz // American Economic Review. – 1961 – Vol.51. – №1. – p.1–17.
27. Schultz T.W. The economic value of education / Schultz T.W. - New York: Columbia University Press, 1963.
28. Solow R. A contribution to the Theory of Economic Growth / R. Solow // Quarterly Journal of Economics. – 1956. – №70. – p. 65–94.
29. Solow R. Technical Change and the Aggregate Production Function / R. Solow // The Review of Economics and Statistics. – 1957. – Vol. 39, No. 3. – p.312–320.
30. Stiglitz J.E. Readings in the Modern Theory of Economic Growth / J.E.Stiglitz, H.Uzawa. - Cambridge, Mass.: MIT Press, 1969.
31. World Development Indicators. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=wdi-database-archives-%28beta%29#>
32. Young A. The Tyranny of Numbers: Confronting the

Statistical Realities of the East Asian Growth Experience // A.Young / Quarterly Journal of Economics. – 1995. – August. – p. 641–680.

33. Бурда М. Макроекономіка: європейський контекст / Пер. з англ. / М.Бурда, Ч. Виплош. – К.: Основи, 1998. – 682с.

34. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. Посібник / В.В.Вітлінський. — К.: КНЕУ, 2003. — 408 с.

35. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А.Смит. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 677с.

36. Стратегія економічного зростання Європейського Союзу: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів / Авт. кол.: Ю.М.Бажал, І.В.Бураковський, Г.С.Григорев та ін. / За ред. д-ра екон.наук, проф. Ю.М.Бажала. – К.: Унів. Вид-во ПУЛЬСАРИ, 2013. – 280с.

37. Шагас Н.Л. Макроекономіка-2 / Н.Л.Шагас, Е.А. Туманова. – М.: Издательство Московского университета, 2006. – 427с.

3.5. ФІНАНСУВАННЯ ІННОВАЦІЙ В ЕМЕРДЖЕНТНІЙ ЕКОНОМІЦІ

Ключові слова: фінансування, інноваційна діяльність, емерджентна економіка, ефективність розвитку, інвестиційні можливості, венчурний капітал.

І. Вступ Інноваційна модель розвитку економіки України є одним з пріоритетних напрямів та ключовим чинником, що визначає перспективи розвитку наукового та інноваційного потенціалу країни в цілому. Особливо важливим стає інноваційний розвиток країни в умовах емерджентної економіки, тобто такої, яка є системою взаємопов'язаних процесів, що піддаються впливу зовнішніх факторів. В сучасній економіці зароджуються та функціонують нові організаційні утворення – фінансово-промислові корпорації (в т.ч. ТНК), які здатні реалізувати інноваційний потенціал, оскільки поєднують наукові досягнення, виробництво та фінансові капітали. Але існує ряд проблем щодо залучення фінансових ресурсів для розвитку інноваційних процесів – це конкурентна боротьба за

фінансові ресурси на фінансовому ринку. Тому виникає питання вибору пріоритетних напрямків інноваційного розвитку та вибору джерел фінансування інновацій.

II. Постановка завдання Дослідити можливості фінансування інновацій в емерджентній економіці в Україні.

III. Результати

Найхарактернішою прикметою сучасної економіки в розвинутих країнах є перехід до інноваційної моделі розвитку економіки, яка передбачає використання високих технологій, що створюють велику частину доданої вартості. Виробництво й експорт наукомісткої продукції дають змогу розвивати економіку швидкими темпами. Про це свідчить досвід Японії, Південної Кореї, Тайваню, Гонконгу, Сінгапуру, Чилі, Іспанії та інших[10].

Інноваційний фактор є одним з найсильніших синергетичних факторів економічного розвитку. Поняття синергетика тісно пов'язане з поняттям емерджентності яке по різному трактується різними авторами. Але за думкою авторів [9] «будь-яка соціально економічна система на мікроекономічному рівні є одночасно і суб'єктом і об'єктом управління. Успіх її функціонування більшою мірою залежить від гармонізації синергізму та емерджентності». Синергізм притаманний будь-якій системі або організації та є результатом взаємодії та цілісності її елементів, результатом самоорганізації. Але властивості організації можуть змінюватися під впливом екзогенних факторів (зовнішнього середовища) та, якщо мова йде про суттєвий вплив, він може викликати якісні зміни в організації. Внаслідок цього синергізм отримує нові якості, які прийнято називати в соціально - економічних системах – емерджентністю. В результаті система або об'єкт набуває нової якості. Згідно з Новітнім словарем іноземних слів та висловів «Емерджентний (англ.) – такий що виникає раптово; емерджентна еволюція – філософська гіпотеза, що розглядає розвиток як стрибкоподібний процес, при якому виникнення нових, вищих якостей обумовлене надприродними, непізнаними причинами та силами» [9].

Інноваційний розвиток економіки України здійснюється досить повільно внаслідок застарілої технологічної структури,

невідповідності значної частини вітчизняної продукції сучасним стандартам, екологічно небезпечним та ресурсоемним засобам виробництва. Становлення інноваційного розвитку супроводжується низькими темпами інноваційних змін в технологічній структурі економіки України. Погіршується динаміка витрат на науково - технічну діяльність, зменшується кількість організацій, що здійснюють наукові дослідження та розробки. Наявна тенденція зменшення як кількості організацій, що виконують наукові дослідження і розробки, так і кількості науковців, які забезпечують науковий та інноваційний потенціал країни (знизилась в порівнянні з 2001 роком на 43,7%).

Таблиця 1

Наукові кадри та кількість організацій

роки	Кількість організацій, які виконують наукові дослідження й розробки ¹	% до попереднього року	Кількість науковців, осіб	% до попереднього року
1991	1344	-	295010	-
2001	1479	110.04	113341	38.4
2013	1143	77.28	77853	68.7
2014	999	87.4	69404	89.1
2015	978	97.9	63864	92.0

Складено згідно з джерелом [1]

Знизилась питома вага наукових та науково-технічних робіт у ВВП з 0,80% у 2013 році до 0,64% у 2015 році (таблиця 2).

Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової продукції склала у 2015 році 1,4% проти 3,3% у 2013 році (таблиця 3). Ці негативні тенденції свідчать про неефективний комплекс заходів, направлених на інвестиційно-інноваційний розвиток промислових підприємств та економіки в цілому.

Інноваційний фактор є одним з найсильніших факторів економічного розвитку. Створення інновацій включає

генерування ідей, здатних реалізувати актуальні проблеми науково-технічного прогресу. Але генерування наукових ідей можливе тільки на базі новітніх відкриттів в фундаментальній науці. В США на вирішення тільки однієї наукової проблеми – розшифрування генома людини - було виділено до 5 млрд. дол. В Україні такі витрати нереальні. Але відмова від розвитку науки – це відмова від майбутнього, від національної безпеки, від гармонійного розвитку народу країни [3].

Таблиця 2

Обсяг виконаних наукових та науково-технічних робіт

	Всього у фактичних цінах	У тому числі				Питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП
		фундаментальні дослідження	прикладні дослідження	розробки	науково-технічні послуги	
	млн. грн.					%
2001	2275,0	353,3	304,9	1317,2	299,6	1,11
2013	11781,1	2695,5	2087,8	5772,8	1225,1	0,80
2014*	10950,7	2475,2	1910,2	5341,5	1223,8	0,69
2015*	12611,0	2465,6	2271,3	6523,0	1351,1	0,64

Складено згідно з джерелом [1]

Таблиця 3

Впровадження інновацій на промислових підприємствах

	Питома вага підприємств, що впроваджували інновації, %	Впроваджено нових технологічних процесів,	у т.ч. маловідходні, ресурсозберігаючі	Впроваджено виробництво інноваційних видів продукції, найменувань	з них нові види техніки	Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %
2001	14,3	1421	469	19484	610	6,8
2013	13,6	1576	502	3138	809	3,3
2014 ²	12,1	1743	447	3661	1314	2,5
2015 ²	15,2	1217	458	3136	966	1,4

Складено згідно з джерелом [1]

До основних компонентів інноваційного середовища відносять інновації, що являють собою результат інтелектуальної діяльності, кадровий потенціал інноваційної діяльності, інноваційну інфраструктуру, товаровиробників, зацікавлених у впровадженні інновацій для підвищення своєї конкурентоспроможності, інвесторів, матеріально-технічну та інформаційно-аналітичну базу. Необхідним атрибутом будь-якої системи є наявність у неї емерджентного ефекту. Це означає, що інноваційна інфраструктура повинна забезпечувати виникнення нових інтегративних якостей підприємницького середовища в частині її підсистеми – інноваційного середовища бізнесу [2].

Головною метою сучасної інноваційної політики України є формування такої моделі інноваційного розвитку, яка визначає його пріоритетні напрями: ресурсозберігаючі технології; машинобудування, як основа високотехнологічного оновлення усіх галузей виробництва; високотехнологічний розвиток сільського господарства; охорона навколишнього середовища; розвиток інноваційної культури суспільства.

На їх здійснення необхідні величезні фінансові та матеріальні ресурси, що, як відомо, в нашій державі обмежені. Це вимагає визначити джерела фінансування інноваційної діяльності.

Таблиця 4

Джерела фінансування інноваційної діяльності

	Загальна сума витрат	У тому числі за рахунок коштів			
		власних	державного бюджету	іноземних інвесторів	інші джерела
		млн. грн.			
2001	1971,4	1654,0	55,8	58,5	203,1
2013	9562,6	6973,4	24,7	1253,2	1311,3
2014*	7695,9	6540,3	344,1	138,7	672,8
2015*	13813,7	13427,0	55,1	58,6	273,0

Складено згідно з джерелом [1]

Найбільшу питому вагу в загальній сумі витрат складають власні кошти юридичних та фізичних осіб (у 2015 році - 97,2%), найменша питома вага - фінансування з державного

бюджету (у 2015 році - 0,4%), особливої уваги потребують інші джерела(близько 2%) та фінансування за рахунок іноземних інвестицій. Якщо порівняти ці дані з даними 2013 року, то бачимо зменшення питомої ваги державного фінансування (з 4,5% у 2013 році до 0,4% у 2015 році). Найефективнішою формою фінансування в умовах ринкової економіки вважається державна підтримка як державна гарантія, але найнадійнішою формою фінансування інвестицій є самофінансування, тобто використання власних коштів (чистого прибутку та амортизаційних відрахувань). За рахунок власних коштів у 2015 році було профінансовано 13427,0 млн. грн., тобто 97,2%.

Розповсюдженою формою фінансування інвестицій є позикові кошти (інвестиційне банківське кредитування та іпотека), але об'єм ресурсів на позиковому ринку капіталів суттєво менше ніж об'єм попиту на них, тому неминуче виникає конкурентна боротьба за фінансові ресурси. Потенційні вкладники порівнюють потенційні об'єкти вкладення коштів, вивчають їх інвестиційну привабливість. Проблемам управління фінансовими ресурсами присвячені праці економістів І.Т. Балабанова, В.В. Ковальова, М.Н. Крейніної, Е.С. Стоянової та інших[5].

Важливим питанням фінансового планування є залучення додаткових фінансових ресурсів в інвестиційно-інноваційній діяльності. Таким ресурсом може бути венчурний капітал, особливості та роль якого в фінансуванні інноваційної діяльності в Україні досліджували Л.І.Дмитриченко, М.А. Кушнір, А.В.Лукашев, С.О. Тульчинська, Г.Ю. Яковець [4, 6, 7].

Існує ряд проблем щодо створення сприятливого фінансового, інвестиційного та кредитного клімату для впровадження новацій, а саме: обмежені можливості державного бюджету щодо підтримки інновацій; недостатність в країні необхідного обсягу вільних фінансових ресурсів; небажання багатьох комерційних фінансових структур фінансувати довгострокові проекти.

Значного розвитку досяг ринок позикових капіталів, основними суб'єктами якого є банки, але для банків

важливими є інвестиційна привабливість та кредитоспроможність підприємств. Тому виникає питання залучення додаткових ресурсів для інноваційного розвитку. Таким ресурсом стає венчурний капітал, тобто джерело довгострокових інвестицій, які надаються підприємствам для розширення та модернізації.

Венчурне інвестування найбільш розвинуте в США, де попит на венчурний капітал викликав суттєве зростання числа фінансових джерел, які умовно поділяють на: закриті партнерства з венчурним капіталом; публічні фонди венчурного капіталу; венчурний капітал корпорацій; фонди венчурного капіталу інвестиційних банківських фірм; інвестиційні компанії малого підприємництва; індивідуальні інвестори; уряд держави. Венчурні інвестори приймають на себе високі ризики з метою отримання адекватної високої доходності інвестицій. На розвинутих ринках венчурні інвестори намагаються отримати прибутки в 3-5 разів більше, ніж по безризиковим вкладенням. Наприклад, якщо доходність по казначейським зобов'язанням США в середньому складає близько 5% річних, то віддача від ризикових інвестицій повинна бути не менше 15-25%, однак на практиці він може бути значно вищим.

Венчурний капітал зіграв значну роль у реалізації найважливіших нововведень кінця ХХ ст. Саме в такий спосіб були реалізовані такі видатні досягнення людства, як мікропроцесори, персональні комп'ютери, технологія рекомбінатних молекул ДНК та ін., а такі фірми, як «Майкрософт», «Джинентек», «Диджитал екуамент» піднялися до рівня лідерів нових галузей сучасного наукоємного виробництва[7].

Фахівці підраховали, що з точки зору реєстрації патентів на винаходи один долар венчурних інвестицій у науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) майже в 10 разів ефективніший за долар, вкладений крупною компанією. Венчурні інвестиції складають менше 3% корпоративних витрат на НДДКР, але приводять до здійснення 15 % всіх інновацій у промисловості[7]. Серед країн Західної Європи найбільшого розповсюдження венчурне

підприємництво набуло у Великій Британії, де існує не менше півсотні асоціацій, що об'єднують близько 20 тис. осіб.

В розвинутих країнах застосовуються спеціальні заходи з стимулювання приватних інвестицій шляхом забезпечення захисту вкладень, надання податкових пільг, створення спеціальних асоціацій, що здійснюють правову, інформаційну та консультативну підтримку підприємцям та посередникам.

В Україні ринок венчурного капіталу представлений у двох видах: неформальному (у вигляді індивідуальних інвесторів) та формальному (представленого венчурними фондами). До неформального сектору («бізнес ангелів») – відносять незалежні приватні особи чи групи, що постійно перебувають у пошуку нових можливостей для цікавих, високоприбуткових інвестицій. Основна їх активність сконцентрована на початкових стадіях - розробка продукту/технології і їхній запуск на ринок. Формальний сектор фінансує пізніші стадії розвитку інвестованих компаній, розміри фінансування значно більші. Займаються цим найчастіше спеціальні інститути (фонди або обмежене партнерство). Формальний та неформальний сектори відіграють взаємодоповнюючі ролі.

В Україні венчурні фонди розглядаються як недиверсифікований інститут спільного інвестування закритого типу, 50% активів якого складаються з корпоративних прав та цінних паперів, не допущених до торгів на фондовій біржі. Відповідно до Закону України «Про інститути суспільного інвестування» паями такого фонду не можуть володіти фізичні особи, а для приватних інвесторів обмежений розмір внесків у венчурні фонди. Венчурні інвестиції можливо отримати в тих випадках, коли ідея проекту є достатньо привабливою, проект має унікальні переваги (наприклад: використання спеціальних нових технологій, ноу-хау, відомих спеціалістів, тощо).

Інвестиційні фонди стали створюватися після прийняття в 2001 році Закону «Про інститути спільного інвестування». Відносини у сфері венчурного підприємництва регулюються також законами України «Про інвестиційну діяльність», «Про інноваційну діяльність», Постановою уряду «Про створення в

Україні інноваційної інфраструктури на 2009-2013 роки». Державним агентством України по інвестиціям та інноваціям розроблено законопроект «Про венчурні фонди інноваційного розвитку». Але позитивний досвід державного сприяння розвитку венчурного бізнесу в сучасній світовій практиці в Україні досі не застосовується. На сьогоднішній день в Україні функціонують декілька венчурних фондів, засновниками яких в більшості випадків є іноземні інвестори, зареєстровані в офшорних зонах. Однак, якщо в світовій практиці венчурний капітал направляється на підтримку новаторських проєктів, то переважна частина активів венчурних фондів в Україні направляється в традиційну економіку: будівництво, нерухомість, переробку сільськогосподарської продукції, виробництво будівельних матеріалів [6].

До факторів, що стримують розвиток венчурного бізнесу в нашій країні можна віднести: нерозвинутість та низьку ємність фондового ринку; дефіцит професійних менеджерів; низький споживацький попит на високотехнологічні продукти всередині країни; слабкість інституту захисту інтелектуальної власності; нерозвиненість неформального сектору венчурного бізнесу; відсутня система державного фінансування венчурних проєктів; невисока ліквідність венчурного капіталу.

Втрачений зв'язок дослідницького сектора з реальними потребами економіки та виробництва внаслідок недофінансування й деградації основних наукових шкіл. За даними Держдепартаменту інтелектуальної власності, щорічно в країні видається 15-20 тис. патентів, але застосування на ринку знаходить не більше 1 % інновацій. Національне законодавство в галузі науково-технічної та інноваційної діяльності не погоджено з фінансовим законодавством, тому на практиці не передбачає стимулювання податковими й іншими пільгами. Держава не сприяє виконанню технопарками та бізнес-інкубаторами їх безпосередньої інноваційної функції[6].

Сьогодні на ринку України нараховується сім українських стартап - інкубаторів. Якщо компанія досить велика, то їй потрібні сильні партнери, які зможуть не тільки профінансувати подальший розвиток, але й допомогти в прийнятті важливих рішень, такими партнерами є венчурні

фонди: AVentures Capital, Chernovetskyi Investment Group, Dekarta Capital, TA Venture, Vostok Ventures. Вони фінансують в основному початкові стадії інвестиційних проєктів [6].

Висновки: В умовах сучасної економіки, яка є емерджентною та представляє собою систему взаємопов'язаних процесів, великого значення набуває інноваційний розвиток, який забезпечує стрибкоподібний розвиток промисловості та пов'язаних з нею галузей народного господарства. Для фінансування інноваційних підприємств і організацій основним джерелом інвестування є ресурси, утворені за рахунок їх власних коштів та фінансові ресурси, отримані на фінансовому ринку, оскільки державний бюджет фактично втратив свою інвестиційну функцію. Фінансово-кредитна система України не зацікавлена інвестувати кошти в ризикові бізнес-проєкти. Тому для підвищення ефективності інвестицій та зниження інвестиційного ризику доцільно застосовувати венчурне фінансування, при цьому держава повинна стимулювати розвиток венчурного бізнесу шляхом надання як прямої фінансової підтримки перспективних наукоємних виробництв, так і надання пільгових кредитів та грантів. Крім цього, створювати пільгові умови для функціонування в Україні великих іноземних венчурних фондів та стимулювання розвитку національних, які впроваджують інновації.

Список використаних джерел

1. Державна служба статистики України / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Байдаков А.Н. Системные аспекты формирования инновационной инфраструктуры бизнеса / А.Н. Байдаков // научный журнал КубГАУ. – 2016. - №124(10).
3. Гайдук Л.А. Інноваційні фінансові інструменти залучення інвестицій / Л.А. Гайдук // Фінанси України – 2012. - №10(203) –с.68-75.
4. Дмитриченко Л.І. Державні механізми сприяння венчурному підприємництву у сфері інвестиційно-інноваційної діяльності / Л.І. Дмитриченко, К.В. Кутрань // Фінанси України – 2011. - №1(182) –с.23-30.

5. Задувайло Л. Роль фінансового потенціалу при посиленні конкурентоспроможності національної економіки / Л. Задувайло // Економіст. – 2009 - №7. – с.36-39.
6. Кушнір М.А. Проблеми венчурного підприємництва в Україні та шляхи її розв'язання // (Електронний ресурс) – Режим доступу: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=58794>
7. Лукашев А.В. Венчурное финансирование // Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.glavres>
8. Мазур Ю.А. Налоговые стимулы НИОКР в мировой практике и стимулирование инноваций в Украине / Ю.А. Мазур : Економіка промисловості, - №3. - 2015
9. Муратов А.С. Гармонизация законов и миссии организации. // Проблемы теории и практики управления, 2010, №9 – с.15-22.
10. Пашута М. Інновації як фактор випереджального розвитку економіки / М.Пашута // Персонал. – 2006. № 6.
11. Шніпко О.С. Інноваційно-технологічне оновлення економіки як показник цивілізаційної успішності країни / О.С. Шніпко // Фінанси України – 2011. - №8(189) – с.3-14.

3.6. ДОСТОВЕРНОСТЬ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ УЧЕТА И ФИНАНСОВЫХ ОТЧЕТОВ – ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВА

Аннотация. В условиях глобализации ни одно предприятие не может функционировать изолированно от других. Экономические связи соединяют предприятия в единую систему. Основным источником информации о предприятии является финансовая отчетность. Руководствуясь данными финансовых отчетов, принимают различные управленческие решения. От их достоверности зависит обоснованность управленческих решений и экономическая стабильность.

В статье рассмотрены причины и способы фальсификации первичных данных о хозяйственных операциях предприятия и их влияние на достоверность финансовых отчетов. Предложены способы контроля над достоверностью данных

учета и финансовых отчетов.

Ключевые слова: первичные данные, фальсификация данных, финансовые отчеты, манипуляции, обман, внутренний контроль

Введение

В современном глобальном мире кооперация и взаимосвязь между хозяйственными субъектами достигли такого уровня, что ни один хозяйственный субъект не может функционировать изолированно от других субъектов. Все хозяйственные субъекты тесно связаны между собой договорными и иными обязательствами, от выполнения которых зависит успешное их функционирование, а иногда и возможность их деятельности вообще.

Следствием этого является не только ускоренный прогресс науки и техники, стремительный рост экономического благополучия, но и острая конкуренция между предприятиями.

В таких условиях на рынке могут удержаться только те предприятия, руководство которых и коллективы открыты на новшества, квалифицированы, все управленческие решения опираются на соответствующих расчетах и прогнозах, основным источником информации которых являются данные бухгалтерского учета и финансовых отчетов. Используя сформированную в рамках бухгалтерского учета и представленную в бухгалтерской отчетности информацию, предприятия и организации вырабатывают тактику и стратегию финансового развития – оценивают возможные риски предпринимательства, ищут рычаги для повышения эффективности производственных и финансовых вложений, выбирают наиболее привлекательные сферы для инвестиций, устойчивых в финансовом отношении партнеров [1, с. 115]. Неправильные управленческие решения могут привести к ослаблению темпов развития и даже к банкротству.

Рациональность управленческих решений в большой степени зависит от правильности данных, на которых они обоснованы. Первичное отражение хозяйственных процессов (хозяйственных операций) натурально-естественного характера, в неразрывной связи с которыми находится

стоимость хозяйственных средств, обеспечивается такими методическими приемами, как документация и инвентаризация. Эти приемы, или способы, в системе бухгалтерского учета называются первичным учетом [2, с. 97].

В научной литературе имеется значительное количество публикаций, посвященных вопросам развития и совершенствования деятельности предприятий. Однако только в немногих публикациях затронуты вопросы информационного обеспечения, которые лежат в основе принятия управленческих решений.

Искажения данных бухгалтерского чета и финансовой отчетности могут быть последствием не только ошибок, но и злоупотреблений или обмана, в результате которых предприятия терпят большие потери. Поэтому правильность ведения бухгалтерского учета и обоснованность финансовой отчетности представляет особый интерес для всех.

Целью статьи является исследование вопросов обеспечения достоверности данных бухгалтерского учета и финансовых отчетов.

Основой исследования послужил анализ случаев фальсификации данных финансовых отчетов и их последствий, изучение результатов исследований проведенных различными авторами, аудиторскими компаниями и другими организациями.

Причины манипуляций первичными данными учета и финансовых отчетов

Манипуляции первичными данными учета и искажения показателей финансовых отчетов, постоянно имели место, но в последние десятилетия это явление приобрело угрожающий характер, как с точки зрения его масштабов, так и последствий.

Анализ проведенных различными учеными и организациями исследований позволяет выделить две группы способов обмана и манипуляций, которые преимущественно зависят от внутренней среды предприятия и потенциальных возможностей исполнителей.

К первой группе можно отнести действия, целью которых является сокрытие следов совершенных хищений и иных

имущественных преступлений. Ко второй группе принадлежат действия связанные с подгонкой данных финансовых отчетов с таким расчетом, чтобы они удовлетворяли потребности потребителей финансовых отчетов. Искажения данных финансовых отчетов могут иметь место как в результате неправильных данных первичной информации, так и на этапе группирования данных бухгалтерских счетов и составления финансовых отчетов.

Результаты исследований проведенных в различных странах показывают, что случаи обмана имеют место тогда, если есть на это мотивы и возможность совершения задуманного [3, с. 265].

Аудиторы и иные исследователи, которые занимаются анализом хозяйственных преступлений, знают много причин обмана. Их принято визуализировать с помощью треугольника обмана. Треугольник обмана состоит из трех компонентов: мотивы, возможности и оправдания. Мотивом может быть необходимость удовлетворения личных потребностей. Это может быть желание жить лучше, необходимость оплатить счета или вернуть кредит, азартные игры, прессинг со стороны семьи или окружающей среды.

Для того чтобы работник мог реализовать свои намерения необходимы определенные условия. Не каждое лицо может похитить деньги или материальные ценности. Оно должно иметь к ним доступ или право выполнять определенные хозяйственные функции. Кроме того, должна быть нечеткая регламентация деятельности, халатность, неквалифицированное управление, неудовлетворительный контроль, несоблюдение этических норм высшими руководителями и тому подобное.

Третьим компонентом оправдание своих действий, Большинство лиц совершающих обман считают себя честными людьми. Свои действия они объясняют сложившимися неблагоприятными обстоятельствами, что они это взяли в долг или тем, что это и их собственность. Такая аргументация связана с желанием разбогатеть, особенно если работник видит возможность иметь доход без особых на это затрат. Может иметь место уверенность в том, что он в состоянии обойти

законы или избежать уголовной ответственности.

Результаты многих исследований показывает, что фальсификация данных финансовых отчетов может иметь место в следующих случаях:

1. Если вследствие ошибочного прогноза спроса на новое изделие оказалось, что его реализация не достигла запланированных результатов, и капиталовложения могут не окупиться.
2. Если из-за нестабильного финансового положения предприятия, банки отказываются уделить кредит на модернизацию производства.
3. Если положение предприятия на рынке ухудшается, а его руководство не теряет надежды на улучшение положения.
4. Недооценки влияния глобальной конкуренции, ошибочного решения, касающегося стратегии развития предприятия.
5. Желания любой ценой удержаться на руководящей должности или попытки продемонстрировать свое превосходство над конкурентами.
6. Намерения руководителей предприятия и акционеров прибыльно продать свои акции или поиска выгодных партнеров.
7. Когда заработная плата руководителей непосредственно зависит от результатов работы предприятия.

В некоторых случаях администрация предприятия может быть заинтересована показать в финансовой отчетности, что положение хуже, чем в действительности. Такое явление имеет место тогда, если по каким либо причинам, финансовое положение на предприятии резко улучшилось по сравнению с предыдущими периодами или прогнозами. В опасении того, что темпы развития в будущем уменьшатся, и это может вызвать недовольство акционеров, администрация создает скрытые резервы на будущее. Менеджеры могут совершить обман, поскольку, как правило, они имеют возможность манипулировать документами или представить ложную финансовую информацию [4, с. 1723].

Если предприятие является монополистом на рынке, а цены на производимую продукцию или оказываемые услуги регулирует государство, то искусственное ухудшение финансового положения может быть предлогом для повышения цен и успокоения потребителей.

Под тем же предлогом можно заморозить заработную плату работающим или уволить часть работников, а их функции переложить на оставшихся работников.

На деятельность и финансовое состояние предприятия оказывает влияние и внешние факторы. Прежде всего это экономическое положение конкретного региона. Во время экономического роста может повышаться спрос на продукцию, увеличиваться товарооборот и прибыль, В этот период наблюдается рост цен и стоимости предприятия. Значительное влияние оказывают предпочтения покупателей. При уменьшении спроса положение может резко ухудшиться. Спрос может уменьшиться, если на рынке появится более совершенное изделие или изменится мода.

Технические факторы также могут оказывать существенное влияние на стабильность предприятия. На рынке может появиться новое, более совершенное оборудование, технологические линии или производимая продукция может морально устареть. В последние десятилетия так случилось с телефонами, компьютерами, телевизорами.

Изложенные факторы могут оказывать двоякое влияние на предприятие. Одни факторы могут оказывать положительное влияние, а другие, в то же самое время, ухудшать положение предприятия. Для оценки возможностей дальнейшего развития предприятия необходим анализ и оценка влияния каждого фактора.

При отсутствии или недостаточности внешнего контроля администрация может преднамеренно ухудшить финансовое положение предприятия в целях уменьшения стоимости акций и последующей их скупки или преднамеренного доведения предприятия до банкротства.

В случае фальсификации финансовых отчетов имеет место несколько иная аргументация. Обычно мотивами являются:

- тесная взаимосвязь между заработной платой и

достигнутыми результатами;

- недостаток финансовых средств и угроза банкротства;
- нереальные планы;
- большие надежды инвеститоров, акционеров и партнеров.

Возможность фальсификации данных появляется при слабом внутреннем контроле, запутанной структуре предприятия, характера деятельности, при которой можно скрыть совершенную манипуляцию.

Оправданием является желание иметь хорошие показатели, недостаточный контроль со стороны акционеров, отсутствие четкой регламентации, игнорирование результатов внутреннего контроля и предложений аудиторов. Ограничить такую возможность можно только путем создания четкой системы формирования первичных данных, усиления внутреннего контроля и надзора со стороны акционеров над деятельностью менеджеров.

Манипуляции информацией об активах предприятия.

Каждое предприятие в своих финансовых отчетах обязано отразить реальную стоимость основных и оборотных средств. На основании этих показателей можно судить о возможности предприятия погасить свои долговые обязательства. Низкая стоимость активов и отсутствие денег на счетах предприятия уменьшает доверие банков, партнеров и иных субъектов о возможности предприятия выполнить договорные обязательства. Это может усложнить взаимоотношения предприятия с кредиторами и продавцами сырья и материалов. Последние могут потребовать предварительной оплаты за материалы, а это может еще больше усложнить финансовое положение предприятия. Поэтому предприятие, используя различные манипуляции, может завязать стоимость активов.

Способами фальсификации данных о стоимости активов являются:

1. Стоимость основных средств может быть искажена, если предприятие не учитывает или неправильно учитывает амортизацию основных средств. Это не только создает видимость более высокой стоимости основных средств, но и в

результате этого уменьшается себестоимость продукции и, соответственно, увеличивается прибыль.

2. Предприятия время от времени проводят ремонт или реконструкцию основных средств. В соответствии с требованиями международных стандартов учета, если в результате ремонта или реконструкции основных средств были улучшены их технические данные или удлинен срок службы, то на сумму, затраченную на ремонт или реконструкцию, может быть увеличена стоимость основных средств. В остальных случаях, затраченная сумма должна быть списана на текущие расходы. Пользуясь этой возможностью, предприятие может регулировать не только стоимость основных средств, но и другие показатели. Если необоснованно увеличена стоимость основных средств, то в отчетном периоде, в котором был проведен ремонт, будет завышена стоимость основных средств и прибыль, так как затраченная сумма будет подлежать амортизации в течение всего периода эксплуатации основного средства.

3. В некоторых случаях основные средства должны быть переоценены, Польские ученые Кутера М., Холда А., Сурдыковска С. [5, с. 92-93], считают, что стоимость основных средств необходимо уточнить в случае, если:

- в результате интенсивного использования основных средств их стоимость уменьшилась больше, чем этого можно было ожидать;

- в отчетном периоде или в ближайшем будущем произойдут технологические, хозяйственные изменения или изменится рыночная конъюнктура, будут приняты новые правовые акты или появятся иные обстоятельства, которые окажут отрицательное влияние на стоимость основных средств;

- в финансовых отчетах предприятия указана более высокая стоимость основных средств по сравнению с рыночной их стоимостью;

- основное средство утратило свою стоимость или было испорчено;

- в ближайшем будущем планируется не использовать основных средств;

- имеются обоснованные сведения о том, что результаты деятельности, которую проводит предприятие, используя конкретные основные средства, будут гораздо хуже, чем планировалось.

Если же в перечисленных случаях предприятие не уточняет стоимости основных средств, то нельзя считать, что данные об их стоимости, отраженные в финансовых отчетах, являются достоверными.

Проблема оценки в теории бухгалтерского учета является наиболее трудно разрешимой [6, с. 108], поскольку невозможно разработать такие стандарты учета, в которых были бы предусмотрены все ситуации, с которыми сталкиваются предприятия.

Фальсификация данных о доходах от продажи и себестоимости продукции

От величины доходов предприятия от продажи и себестоимости готовой продукции зависит размер прибыли. Прибыль, как известно, является одним из ключевых показателей, по которым оценивают финансовое положение и результаты деятельности предприятия. Поэтому доходы от продажи и себестоимость продукции может быть объектом манипуляции.

Для того чтобы предприятие могло признать доходы от продажи должны быть исполнены некоторые требования:

- предприятие должно передать покупателю существенный риск и пользу, связанную с проданным товаром;
- предприятие больше не распоряжается товаром и его не контролирует;
- должна быть точно определена сумма дохода от продажи;
- большая вероятность того, предприятие будет иметь экономическую выгоду от продажи;
- все понесенные и возможные будущие расходы, связанные со сделкой, могут быть точно определены.

Временем продажи является момент, когда продавец перестает контролировать проданное изделие, а покупатель, вместе с покупкой принимает на себя весь риск. Специфическим признаком продажи является право на

получение денег за проданный товар или получение денег.

Указанные требования носят общий характер. На практике могут иметь место дополнительные условия, от исполнения которых зависит признание факта продажи. Нельзя признать доходов от продажи если:

- они зависят от того получил ли за них деньги хозяйственный субъект, который осуществляет перепродажу товаров;

- по договору с покупателем проданное оборудование должны быть смонтировано;

- по договору с покупателем, в некоторых случаях, купленные вещи могут быть возвращены обратно продавцу и нет уверенности том, что они не будут возвращены.

На практике имеют место различные способы необоснованного признания доходов от продажи. Их можно разделить на две группы. В первом случае доходы от продажи регистрируют, манипулируя хозяйственными операциями. Во втором случае имеет место регистрация доходов без достаточного основания. Например, по договору с покупателем предприятие должно отгрузить определенное количество товара, но делает это раньше установленного срока и на счетах бухгалтерского учета регистрирует доход от продажи. Дальнейший ход событий может быть различным. Покупатель может принять товар. Тогда регистрация дохода будет обоснованной. Если покупатель возвращает обратно не во время присланный товар, то предприятие может скрыть этот факт и выслать товар в сроки указанные в договоре без дополнительного документирования.

В мире бизнеса известны случаи продажи с условием их откупа обратно, спустя определенное время [7, с. 218]. Такую сделку оформляют двумя договорами. Один договор на продажу, а другой – на обратную покупку. Регистрация дохода приобретает формальную основу. Показатели текущего отчетного периода становятся такими, какими желают их видеть потребители данных финансовой отчетности. На самом деле, такая сделка является предоставлением кредита под залог, каковым является формально проданный товар.

При выполнении долгосрочных договоров, доходы могут

быть признаны в зависимости от объема выполненных работ или понесенных затрат. Наблюдается тенденция, при которой в начале проекта подрядчик склонен получить большую, чем полагается сумму денег и завышает объем выполненных работ. Такая манипуляция оказывает влияние не только на величину доходов, но и на прибыль и иные показатели.

Регистрацию доходов от продажи без достаточного основания проводят в надежде, что в будущем будут иметь место события, обосновывающие такую регистрацию. Довольно распространенными способами является признание доходами полученных авансов или когда перед концом отчетного периода покупателю высылают счет фактуру, а сам товар отправляют уже в следующем отчетном периоде. В документах сопровождающих товар может быть указана неправильная дата отгрузки.

В попытке увеличить прибыль от продажи могут иметь место манипуляции себестоимости проданных изделий. Себестоимость продукции является одним из важнейших показателей. Она непосредственно связана с прибылью и отражает эффективность деятельности предприятия.

Если ожидается ухудшение результатов деятельности предприятия, то может иметь место искусственного уменьшения себестоимости продукции и, тем самым, увеличение размера прибыли полученной в результате ее продажи. Распространенными способами уменьшения себестоимости продукции являются: необоснованное уменьшение стоимости использованных материалов, отражение в учете неправильной суммы амортизационных отчислений, уменьшение себестоимости проданных изделий за увеличения себестоимости незавершенного производства.

Фальсификация информации о задолженности предприятия

При составлении финансовых отчетов предприятие должно придерживаться одного из важнейших принципов учета, принципа осторожности [8, с. 201].

Кредиторы и партнеры болезненно реагируют, если предприятие во время не погашает задолженности, а

увеличение задолженности предприятия является негативным сигналом инвеститорам. Поэтому если сумма задолженности возрастает до уровня, который начинает вызывать беспокойство, предприятие может прибегнуть к попытке сокрыть часть задолженности. Может иметь место неправильная классификация задолженности путем перекрытия кредиторской и дебиторской задолженности. Это ставит предприятие в выгодное положение, так как создается видимость не только того, что у предприятия имеется небольшая кредиторская задолженность, но и что покупатели продукции и иные дебиторы быстро погашают свою задолженность. Если у предприятия отсутствуют средства на покрытие дебиторской задолженности, и нет источников их погашения в ближайшем будущем, то другие хозяйственные субъекты, которые снабжают предприятие необходимыми материалами, могут потребовать предварительной оплаты за материалы. А это может еще больше усугубить положение предприятия. Чтобы избежать подобного, предприятие в своих финансовых отчетах, часть текущей задолженности может отразить как задолженность будущих периодов.

Определенные манипуляции могут иметь место в конце отчетного периода. Предприятие под формальным предлогом может вернуть поставщику полученную счет фактуру, тем самым избегает необходимости отражения определенной суммы задолженности. После выяснения совершенного, сумму, указанную в счет фактуре отражают на счетах бухгалтерского учета в следующем отчетном периоде.

Признаки обмана и намеренного банкротства предприятия

На практике имеют место случаи, когда собственники или руководители предприятия намеренно доводят до состояния, при котором оно теряет платежеспособность. Намеренный банкрот связан с определенными манипуляциями, которые можно разделить на следующие группы: манипуляции активами предприятия, дебиторской и кредиторской задолженностью, делая необоснованные записи на счетах бухгалтерского учета и некоторыми другими способами.

Довольно распространенным способом является присвоение активов предприятия или их использование в личных целях. Это могут быть транспортные средства, жилые и производственные помещения и иные активы. Расходы по их содержанию покрывает предприятие. Машины или оборудование может быть продано, сдано в аренду, по низкой цене или передано в безвозмездное пользование иным хозяйственным субъектам, собственниками которых являются родственники руководителей предприятия или подставные лица.

Нередко деньги перечисляют другим хозяйственным субъектам за неполученные товары или за услуги, выполнение которых, спустя определенное время, невозможно проверить. Предвидя банкрот, предприятие может завысить или занижить стоимость активов. Стоимость активов завышают с целью получения кредита или подписания выгодного договора с партнерами и занижают, если менеджеры планируют приобрести активы или их часть по низкой цене.

Распространенным способом манипуляций являются гарантии возвращения банковского кредита другими хозяйственными субъектами или даже физическими лицами. Последние не возвращают полученного кредита, и банки его сумму взыскивают из предприятия.

Немого реже имеют место манипуляции дебиторской и кредиторской задолженностью. Может быть завышена дебиторская задолженность, или в учете и финансовой отчетности отражена безнадежная задолженность или задолженность, сроки погашения которой истекли, а предприятие не приняло никаких мер по ее взысканию. Может иметь место перечисление крупных сумм денег под предлогом авансов за товары или услуги неплатежеспособным предприятиям, которые вскоре объявляют о своем банкроте.

Иногда на предприятии ведут так называемый двойной учет, при котором в официальном учете регистрируют обманные хозяйственные операции, а в неофициальном учете - реальные хозяйственные операции, в том числе и те, которые не имеют документального подтверждения.

Может иметь место совершение хозяйственных операций

лишенных экономической логики. Например, предприятие покупает акции иного хозяйственного субъекта по завышенной в несколько или несколько десятков раз цене. После этого предприятие становится неплатёжеспособным и обанкрочивается.

Все перечисленные способы манипуляций имеют одну общую черту. Они не приносят предприятию никакой пользы или являются убыточными.

Последствия манипуляции данными учета и финансовых отчетов

На основе данных финансовых отчетов принимают различные управленческие, финансовые и инвестиционные решения. Поэтому к достоверности данных финансовой отчетности предъявляются особые требования.

От достоверности финансовых отчетов во многом зависит стабильность развития предприятий, отраслей хозяйства и даже целых экономических регионов. Поэтому документируя деятельность предприятия и его финансовое состояние, следует руководствоваться критериями прозрачности [9, с.70].

На практике довольно часты случаи неправильного отражения в финансовой отчетности положения дел на предприятии. Создание видимости благополучия на первых порах может дать положительные результаты. Однако, как отмечает польский ученый К. Шнейдер, в продолжительной перспективе это дает противоположный эффект [3, с. 274].

Исследования, проведенные, в различных странах показывают, что количество и масштабы различного рода обмана не только не уменьшается, но, наоборот, увеличивается.

Результаты исследований проведенных Ассоциацией сертифицированных исследователей обмана (Association of Certified Fraud Examiners) свидетельствуют о больших масштабах злоупотреблений и огромных размерах ущерба, связанных с различного рода злоупотреблениями и фальсификацией учетной информации [10]. В отчете о результатах исследования проведенного в 114 странах мира в 2016 году отмечено, что средний ущерб в каждом случае

составляет 150 тыс. долларов, а в странах Восточной Европы и Средней Азии – 200 тыс. долларов на каждый случай. Потери в результате манипуляций финансовой отчетности составили 975 тыс. долларов в каждом случае [11].

По утверждению профессора университета Brigham Young С. Альбрехта это привело к тому, что многие инвеститоры утратили доверие к финансовой отчетности и сообщениям корпораций [12]. С другой стороны такой ход событий вызывает повышенный интерес к проведению исследований с целью разработки мер по их предотвращению.

Способы обеспечения достоверности данных учета и финансовых отчетов

Каждое предприятие уникально как по структуре, так и по внутренним и внешним связям, характеру управления и деятельности, поэтому отсутствует универсальная система превенции обмана и манипуляций. Однако имеют место общие принципы, соблюдение которых значительно ограничить такие возможности. Самым важным является соблюдение законов, иных правил и достоверное отражение в документах, данных о хозяйственных операциях и событиях.

Достоверность первичных данных тесно связана с учетной политикой и внутренним контролем в местах формирования этой информации. Некоторые авторы считают, что правильный выбор и внедрение учетной политики позволяет представить надежную, сопоставимую и полную информацию [13]. Польская ученая Карманьска задачу учетной политики понимает как содействие в реализации концепции верного образа в сложной и постоянно изменяющейся обстановке [14, с. 189].

Успешное внедрение учетной политики и эффективный внутренний контроль зависит от четкого разграничения функций, обязанностей и прав каждого работника, которому поручено выполнение определенного задания, связанного с проведением контрольных процедур. Задание, поставленное перед каждым исполнителем должно быть ясным, логичным и согласованным с порученными обязанностями и предоставленными правами. Никому не может быть поручено

проведение хозяйственных операций от начала и до конца. Особое значение имеет разграничение функций при покупке товаров, их учету и оплате за них; продаже товаров и получении денег, получении денег и их учету. Но это не гарантирует достоверности финансовой информации, так как обман может быть совершен путем сговора между менеджерами, исполнителями или третьими лицами [4, с. 1723] Каждая деятельность должна быть регламентирована и установлены критерии ее оценки.

Контроль над соблюдением установленных правил осуществляется несколькими звеньями. Первичным звеном является внутривоздушный контроль. Внутривоздушный контроль является важным механизмом обеспечения строго соблюдения процедур, стандартов и политики компании [15, с. 65]. Внутривоздушный контроль осуществляют лица, которым поручено санкционирование хозяйственных операций и проверка их проведения. Основой любого вида контроля является сопоставление нормативных требований и фактического состояния. Поэтому особое значение имеет правильная регламентация контролируемой деятельности.

В повседневной деятельности внутренний контроль выполняет следующие функции:

1. Обеспечивает достоверность данных. Руководство предприятия принимает решения по всем вопросам деятельности. Оно должно иметь достоверную информацию о положении дел в каждом сегменте и на каждом уровне деятельности, Ошибочные данные или их отсутствие может стать причиной нерациональных, а иногда и неразумных управленческих решений. Поэтому внутренний контроль должен обеспечить, чтобы любая информация была бы объективной и бес сторонней.

2. Обеспечивает сохранность ценностей и документов.

3. Способствует добросовестному исполнению своих обязанностей работниками предприятия. Сам факт наличия внутреннего контроля является стимулом добросовестного исполнения обязанностей.

4. Способствует повышению эффективности труда.

Внутренний контроль призван выявлять случаи плохой организации труда, дублирования, нерационального использования ресурсов.

5. Способствует внедрению намеченной стратегии. Внутренний контроль способствует тому, чтобы все работники выполняли намеченные процедуры и соблюдали установленный порядок. [16, с.85-86].

Немаловажным фактором является оптимальность регламентации и контроля. При недостатке регламентации и контроля возрастает возможность злоупотреблений и обмана. Излишняя регламентация и контроль может усложнить систему управления, поскольку исполнители будут лишены возможности действовать по обстоятельствам.

Наличие внутреннего контроля не гарантирует сохранности и рационального использования активов предприятия. Любая система контроля без должного присмотра, имеет тенденцию разлада. Кроме того, даже при четком распределении функций исполнители могут неправильно понять свои обязанности или может иметь место сговор лиц, которые участвуют при проведении определенной хозяйственной операции.

На крупных предприятиях может быть подразделение внутреннего аудита. Внутренний аудит осуществляет наблюдение за функционированием внутреннего контроля. Наличие внутреннего аудита позволяет обеспечить четкое функционирование внутривладельческого контроля.

Заключение

Характерной чертой современных связей между хозяйственными субъектами является свободное перемещение капитала, товаров и рабочей силы. Такие условия оказывают на предприятия разностороннее влияние. Увеличивается возможность расширения кооперативных связей, приобретения доброкачественного сырья и материалов по оптимальной цене, расширения рынков сбыта произведенной продукции. Вместе с тем увеличивается риск банкротства из-за неправильной оценки преобладающих тенденций на рынке, поведения конкурентов и партнеров.

В результате технического и технологического прогресса на рынке могут появиться более совершенные изделия, измениться конъюнктура рынка и предпочтения покупателей. Значительный ущерб предприятию могут причинить ненадежные партнеры.

Любые управленческие решения принимают на основании данных бухгалтерского учета и финансовых отчетов. Поэтому их достоверность имеет особое значение, как для предприятия, так и для партнеров, банков, инвесторов.

В последние десятилетия все больший размах приобретают случаи преднамеренного обмана и фальсификации данных бухгалтерского учета и финансовых отчетов, с таким расчетом, чтобы там представленные данные удовлетворяли интересы внешних потребителей информации.

Такие манипуляции могут иметь место при учете активов предприятия, данных о доходах от продажи и себестоимости продукции, дебиторской и кредиторской задолженности.

Если предприятие намерено поддерживать партнерские связи с другими хозяйственными субъектами или делать капиталовложения, целесообразно оценить их финансовое состояние и положение на рынке. Прежде всего, необходимо убедиться в достоверности данных, которые могут быть положены в основу таких решений. Достоверность информации, представленной в финансовых отчетах и иных источниках оценивают путем сопоставления различных показателей, изучения учетной политики и внутреннего контроля над основными хозяйственными операциями.

Список используемой литературы:

1. Кутер М.И. Введение в бухгалтерский учет/ М. И. Кутер. - Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 517 с.
2. Стражев В.И. Теория бухгалтерского учета/ В. И. Стражев. - Минск: Высшая школа, 2010. – 144 с.
3. Schneider K. Błędy i oszustwa w dokumentach finansowo-księgowych/ K. Shneider. - Warszawa: PWE, 2007. – 307 с.
4. Consideration of Fraud in a Financial Statement Audit.

Доступно в интернете:

<https://www.aicpa.org/Research/Standards/AuditAttest/Downlo>

[adableDocuments/AU-00316.pdf](#).

5. Kutera M., Hołda A., Surdykowska S. Oszustwa księgowo. Teoria i praktyka/ M. Kutera, A. Hołda, S. Surdykowska. - Warszawa: Difin, 2006. – 277c.

6. Piaszczyk A. System kontroli przedsiębiorstwa w gospodarce pokryzysowej na przykładzie jednostek zainteresowania publicznego/ A. Piaszczyk. - Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck, 2011. – 349 c.

7. Kutera M. Rola audytu finansowego w wykrywaniu przestępstw gospodarczych/ M. Kutera. - Warszawa: Difin, 2008. – 240 c.

8. Piechocka-Kałużna A., Kryśkiewicz-Burnos A., Kałużny R. Dokumentacja biegłego rewidenta z Badania sprawozdań finansowych/ A. Piechocka-Kałużna, A. Kryśkiewicz-Burnos, R. Kałużny. - Warszawa: PWN, 2011, - 308 c.

9. Gylys P. Ekonomika, antiekonomika ir globalizacija/ P. Gylys. - Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2008. - 441 c.

10. Report to the Nation on Occupational Fraud and Abuse. 2016 Global Fraud Study. Доступно в интернете: <http://www.acfe.com/rtnn2016/perpetrators/data-by-region.aspx>.

11. Albrecht S. Business Fraud (The Enron Problem). Доступно в интернете: www.aicpa.org/InterestAreas/.

12. The Staggering Cost of Fraud. Доступно в интернете: <http://www.acfe.com/rtnn2016/docs/Staggering-Cost-of-Fraud-infographic.pdf>.

13. Шпакова Л. В., Барулина Е. В. Международные стандарты финансовой отчетности, Доступно в интернете: <http://www.ipnou.ru/print/010968/>.

14. Karmańska, A. Ryzyko w rachunkowości/ A. Karmańska. – Warszawa: Difin, 2008.- 535 c.

15. Mohamed N. Financial Statement Fraud Control: Audit Testing and Internal Auditing Expectation Gap. Доступно в интернете: <http://www.ipedr.com/vol65/013-ICEBI2013-Y10016.pdf>.

16. Lakis V. Audito sistema: raida ir problemas/ V. Lakis. - Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2007. – 386 c.

3.7. ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES OF LITHUANIAN ECONOMY

Although Lithuania started the transition to market economy later than some other Eastern European countries, its business environment is one of most liberal not only in the EU but also in the world. However, attractive business environment does not necessary bring quick and easy results. Lithuania is behind most other EU countries in attracting FDI or securing high wages and salaries. A research has been done to identify the achievements of Lithuanian economy, the reasons of drawbacks and main prospective challenges. The conclusions drawn are based on statistical analysis of Lithuanian economy and a comparison to other countries.

Introduction

Lithuania is a member of the European Union since 2004 and a part of euro zone since 2015. Lithuania is a small country with population of 2.85 million in 2016. By IMF standards since 2015 Lithuania is classified as an advanced economy. GDP per capita in constant dollars in PPP terms in Lithuania in 2015 reached an all time high of 26 403 USD when in 1990 it had a record low level of 8 862 USD. Existing GDP per capita is still far from EU average of 35 605 USD but exceeds that in Hungary (24 718 USD), Greece (24 535 USD), Poland (24 952 USD), Latvia (22 759 USD) or Ukraine (7 457 USD).

Lithuania ranked 37th out of 187 countries in Human Development Index 2015, thus being one of the countries with «very high human development». Among the member states that joined the EU in 2004, only few countries are above Lithuania in this ranking, namely, Slovenia (25th), Czech Republic (28th), Estonia (30th) and some others. The main reason why Lithuanian rank is not higher is a low life expectancy (73.5). However, the economic growth since economic crisis is very unstable and some negative trends are more and more evident. Such situation suggests that Lithuania got stuck in the middle income trap.

Transition experiences: Lithuania and neighboring countries

The transition from planning to market economy which started after collapse of the Soviet Union was a serious challenge for all countries which took part in this process. The analysis based on such macroeconomic indicators as a gross national income (GNI) and a national wealth demonstrates interesting peculiarities of transition process in some of former Soviet Union and Eastern European countries. GNI features results of country's annual performance and national wealth indicator demonstrates country's total value of wealth possessed by the country at particular time point. Net wealth is calculated as gross assets minus liabilities. Because it is a monetary indicator therefore the size of a genuine wealth indicator is affected by real estate prices, stock market, as well as human and social capital, exchange rates etc⁶.

According to World Bank's national wealth estimation methodology a national wealth takes very broad definition and is embodied not only in natural capital (land, minerals, etc.) or produced assets but also in social capital with human resources playing a principal role encouraging investments in education and health⁷.

⁶ Anielski, M. (2007) *Genuine Wealth Accounting: Measuring the Sustainability of Communities*. Anielski Management Inc. Edmonton; *Time to Start Measuring Genuine Wealth* (2012). <http://www.anielski.com/time-genuine-wealth/>

⁷ *The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium* (2011). The World Bank. Washington, DC.

Table 1. National income and reproducible tangible wealth, 1988

	National income (NI)*, thousand rubles, per capita	Reproducible tangible wealth (RTW)** thousand rubles, per capita	Wealth/national income	NI, %, Ukraine = 100	RTW, %, Ukraine = 100
Russia	2,615	17,0	6,5	132	136
Ukraine	1,982	12,5	6,31	100	100
Belarus	2,569	14,5	5,64	130	116
Lithuania	2,412	15,6	6,47	122	125
Latvia	2,612	16,5	6,32	132	132
Estonia	2,606	19,1	7,33	131	153

Sources: *R. J. Kaiser. *The Geography of Nationalism in Russia and USSR*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 1994.

** L. I. Nesterov. *National Wealth Estimation in the USSR and the Russian Federation*. *Europe – Asia Studies*, vol.49, No. 8, 1997.

The statistical analysis based on GNI and national wealth indicators (table 1) revealed that at the end of nineties of last century the differences among former Soviet Union countries were not very large, although it should be emphasised that Ukraine had a slightly weaker (around 30%) start position in comparison to Baltic States or Russia.

According to data of World Bank, due to rather weak economic development since independence the lag between Ukraine and Baltic States dramatically increased – in total wealth to more the 4 times in 2005, and in GNI – around 5 times in 2015. In 2015, if to take Ukraine for 100, GNI per capita in Estonia was near 7 times higher, in Latvia and Lithuania – near 6 times higher. In more developed countries the part of tangible capital comprises the biggest share of national wealth when in less developed countries this share tends to be lower. It is also evident that countries which launched radical reforms earlier achieved better results – their wealth per capita and GDP growth rates are higher. Analysis also disclosed that the size of national wealth to large extent also depends on peculiarities of country's political and legal system.

Table 2. Wealth and GNI per capita in some transition countries, 2000-2015, US\$

	Total wealth*		GNI, Atlas method **				
	2000	2005	2000	2005	2010	2015	2015 compare to 2000, %
Belarus	34,58	47,79	1,38	2,82	5,99	6,46	468
Bulgaria	46,89	63,99	1,66	3,76	6,91	7,22	435
Estonia	-	-	4,15	9,71	14,54	18,36	442
Latvia	75,57	121,27	3,31	7,35	12,62	14,98	452
Lithuania	93,44	132,92	-	7,6	12,43	14,94	429***
Poland	113,35	135,94	4,67	7,3	12,73	13,34	286
Romania	61,64	80,91	1,72	3,93	8,59	9,5	552
Russia	52,21	73,17	1,71	4,45	9,98	11,45	670
Ukraine	19,69	29,32	0,7	1,54	2,99	2,64	377

Source: *The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millenium. 2011. Washington. The World Bank, 2012, <http://ssuu.com/world.bank.publications/docs/9780821384886>,

**[GNI per capita, Atlas method \(current US\\$\)](http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=UA)

<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=UA>

***GDP

Results of transitional period confirm that the development of Baltic States is most distinguished in comparison to other states of the former Soviet Union. Despite economic crisis, the gap did not contract indicating that the Baltic States selected the right economic model including EU membership. In comparison, we see that Ukrainian model without radical economic reforms brought rather modest economic results.

The gap between Ukraine and other countries in the region is seen in figures 1 and 2. The highest difference is in GNI per capita indicator which demonstrates relatively worse results of economic transition period while the gap in wealth per capita smaller.

Transition from centralised to market economy process encompasses first of all political changes and only then economic

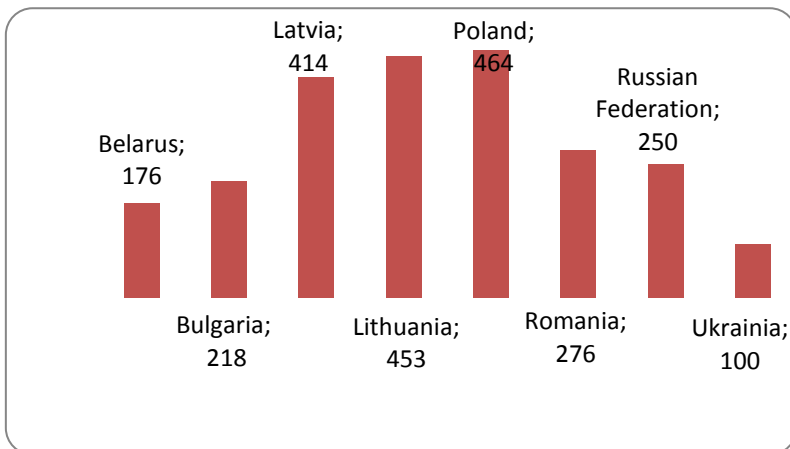


Fig. 1. Total wealth per capita in some countries, 2005, Ukraine – 100

and social changes reappraising not only economic but also moral values. Only privatisation reveals the real market price of assets which in some cases can differ several times in comparison to balance value. At the same time production assets might be lost during short time or become worthless if assets would be transferred to ownership of incompetent people or in the case of lack of investments. The national wealth could lose its value in result of privatisation mistakes, reforms, corruption, legal issues etc. When wealth consists of obsolete equipment or is underused the real national wealth is lower than it is in company books.

If to assess the application of economic potential of countries with GNI per capita indicator we see rather large difference – the Baltic States and Poland are ahead and the gap is increasing.

Although natural capital comprises the largest share of wealth in most of countries this share is smaller in less developed countries.

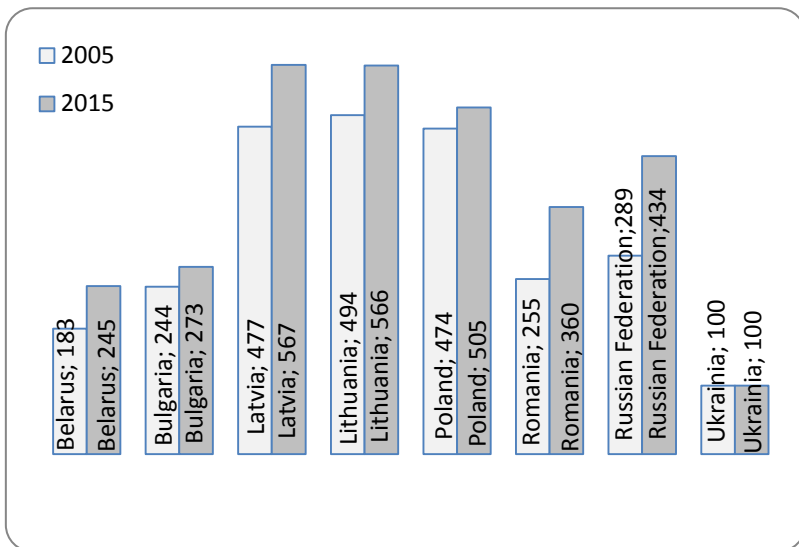


Fig. 2. GNI per capita in some countries, 2005-2015, Ukraine – 100

As table 3 shows, during the period between 2000 to 2010 GNI was growing fast in all countries. However, after economic crisis GNI growth rates are lower in all countries. To large extent the growth rates depend on how efficiently national wealth is used. Table 3 demonstrates that application of national wealth in the countries improved. If in 2000 in Ukraine one unit of GNI was produced with 28.13 units of wealth, in 2005 only with 19 units. Table 3 demonstrated that more advanced countries use less wealth to produce a certain amount of GNI (example of Latvia). The country which uses the smallest amount of wealth to produce one unit of GNI is using its wealth in most efficient way.

Table 3. Wealth and GNI ratio and changes in some transition countries, 2000-2015

	Wealth/GNI		Wealth growth 2000 - 2005	GNI growth		
	2000	2005		2000 - 2005	2005- 2010	2010 - 2015
Belarus	25,06	16,95	1,38	2,04	2,12	1,08
Bulgaria	28,25	17,02	1,36	2,26	1,84	1,04
Latvia	22,83	16,5	1,6	2,22	1,72	1,19
Lithuania	-	17,5	1,42	-	1,64	1,2
Poland	24,27	18,62	1,2	1,56	1,74	1,05
Romania	35,84	20,59	1,31	2,28	2,18	1,1
Russia	30,53	16,44	1,4	2,6	2,24	1,15
Ukraine	28,13	19,0	1,49	2,2	1,94	0,88

The main emphasis in our economic analysis was to reveal the peculiarities of economic development in Lithuania and challenges it faces after economic crisis in 2009. Lessons of Lithuania can be used by some less developed countries like Ukraine to boost their economic development and to avoid mistakes made by Lithuania.

LITHUANIA – ECONOMIC DEVELOPMENT

Since 2002 to 2008 Lithuania enjoyed relatively stable economic growth, which, however, was interrupted by the global economic crisis in 2009 when GDP fell by 14.8%, but recovered in the following years. Table 4 presents some significant indicators of economic development from 2002 to 2016.

Table 4. Main socio-economic indicators

Indicator	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016 *
Annual GDP growth, %	6.9	7.4	7.8	2.9	1.6	3.7	3.0	2.2
Inflation, %	0.3	1.2	4.5	8.5	1.6	3.2	0.2	1.7
Unemployment rate, %	13.8	11.4	5.6	5.8	17.8	13.4	10.1	7.9
GDP per capita in PPP as a ratio of EU average, %	43	50	56	63	60	69	75	75
Current account (% to GDP)	-5.3	-7.6	-10.6	-12.9	-0.3	-1.2	3.7	-1,6
Fiscal balance (% to GDP)	-1.9	-1.5	0.4	-3.3	-7.1	-3.2	-0.7	-0.6
Public sector debt (% to GDP)	22.3	19.3	17.9	15.5	37.4	41.2	40.7	41.9
Export growth, %	10.5	16.2	15.8	28.5	32.7	14.4	-0.4	-1.6
Net migration per 1000 population	-3.4	-9.5	-7.5	-5.2	-25.2	-7.1	-4.2	-17.7

*Data for 2016 is preliminary.

Table 4 demonstrates that Lithuania enjoyed an impressive economic growth before the global economic crisis reaching about 7% per annum. High growth rates can be related to very low start

positions with restoration of independence in 1990 and great productivity growth potential.

According to Eurostat, the Lithuanian GDP per capita in PPP in 2002 accounted only for 43% of EU average while in 2015 reached 75.0% leaving behind Poland, Greece, and Hungary. Actual individual consumption in 2015 reached 83% of EU level exceeding Portugal, Malta, Slovenia and others. Such fast growth can be attributed to the rapid productivity growth and to some extent to a decrease in EU average with new less developed members. An indirect impact on productivity growth also had the emigration of unemployed and low paid citizens.

The growth is possible when goods have a comparative advantage and there is a demand for them. During initial period of 2002-2012 the economic growth has been achieved in result of growing foreign demand for Lithuanian goods. An indication of it was export growth reaching around 30% per annum between 2008 and 2010. Since 2014 when exports started to shrink the major driving force of growth became local demand. Increase in wages and salaries boosts local demand but has a negative impact on export competitiveness. In 2016, average wages reached €822.80 per month when in 2000 were only €297.90 per month demonstrating an increase in 2.8 times.

An impressive growth in pre-crisis period terminated in 2008 with an overheated economy resulting in GDP drop by 14.7% in 2009, the rise of inflation rate to 8.5%, and the high current account deficit of 12.9 %. Moreover, in 2010 the fiscal deficit increased to 7.1% of the GDP and public debt reached 37.4% of the GDP. Such devastating impact of crisis was caused mainly by three factors. First of all, an economic growth was too much based on real estate rather than on development of tradable sector, second, investments depended more on foreign loans than on domestic savings and, third, the government did not adequately manage foreign capital inflows and public investments creating a bubble.

After economic crisis, the current account balance substantially improved, from -12.9% to GDP in 2008 to 3.7% in 2014, as did other indicators like unemployment (from 17.8% in 2010 to 7.9% in 2016). Quick recovery after economic crisis was

reached by Lithuanian government through implementing austerity measures and was achieved to large extent at the expense of people welfare. The main instrument to combat recession was an internal devaluation, enforced through cuts in public spending such as public investments, pensions, social benefits and other. Austerity measures permitted the recovery of economy, however, left some long-lasting negative social consequences such as inequality, unemployment and huge emigration flows.

The main driving force of Lithuanian economy was export which since 2008 to 2012 was growing at around 30% per annum, however, in 2016 became negative (-1.6%) mostly because of the deterioration of terms of trade with Russia. According to IMF statistics in 2016, main Lithuanian export and import partners were Russia (14% of total export), Latvia, Poland, and Germany. In 2016 exports to the EU decreased by 3.7% and accounted for 60.9% of total while exports to the CIS countries decreased by 9.1% and accounted for 22.3%. Lithuania mainly exports and imports mineral products (13.8% of total exports), machinery (8.2%), furniture (7.7%), electrical equipment (6.5%). Exports of Lithuanian origin accounted for near 60% of total exports while 40% of export is a pure re-export. Goods of Lithuanian origin are exported mostly to EU countries when re-exports go predominantly to the CIS countries.

Excellent business environment

An excellent business environment is an important factor for activities of local businesses and for attraction of foreign direct investment. Some indicators demonstrate that Lithuania can be considered as a country with a very attractive business environment.

According to the 2016 IMD World Competitiveness rankings⁸, Lithuania ranked 30th and was above other Baltic States Estonia (31st) and Latvia (37th). Lithuania reached the second best place among new member states and only Czech Republic was a few

⁸ Available at: <http://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-competitiveness-yearbook-ranking/>

steps ahead (27th).

In 2016, Lithuania was ranked high also in the Global Competitiveness Index⁹ placed 35th, with only Estonia and Czech Republic from new member states being higher. Lithuania distinguishes itself in higher education and technological readiness pillars but is lagging in financial market development and labour market efficiency pillars. According to executive opinion survey carried out in 2016 by World Economic Forum, the major drawbacks of business environment in Lithuania are tax rates, labour regulations, and inefficient government bureaucracy.

In 2016, in World Bank's Ease of Doing Business Index ranked Lithuania 21st out of 190 countries¹⁰. In this index, Lithuania did well in registering a property, enforcing contracts and dealing with construction permits, and worse in resolving insolvency and getting electricity. In the In Heritage Foundation's Index of Economic Freedom (IEF)¹¹ Lithuania ranked the 16th freest country in the world and 6th in the European Union. Lithuania excels in fiscal health, monetary and fiscal freedom but lags in judicial effectiveness, labour freedom and government spending.

Labour costs are very important for country's competitive advantage and people wellbeing. Labour cost per hour in Lithuania since joining the EU increased more than twice, however, wages remain comparatively low. In 2015, hourly labour cost in the economy excluding agriculture and public administration was only €6.8 (lower was only in Bulgaria and Romania) while EU average was €25.0 and the highest one in Denmark - €40.3. Low labour cost makes Lithuanian economy and first of all labour intensive sectors more competitive, but creates a lot of other problems such as emigration and lack of motivation.

A major Lithuanian advantage is that it has one of most educated labour force in the EU. According to Eurostat, in 2015 in

⁹ Available at: http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf

¹⁰ Available at: <http://www.doingbusiness.org/rankings>

¹¹ Available at: <http://www.heritage.org/index/>

Lithuania more than half of the population aged 30 to 34 had tertiary education (57.6%), in Cyprus 54.6%, in Ireland and Luxembourg 52.3%, Sweden 50.2%. The effective rate of people with tertiary education in Lithuania substantially exceeded EU target for 2020 (40%). Growing education level of Lithuanian people to large extent is a result of emigration of less educated people. High level of education has not only advantage but also a disadvantage. On one hand, education and training offered education institutions not always is relevant to the labour market needs and is leading to a shortage of workers for blue-collar jobs. Over education and shortage of workers is one of the main reasons why Lithuania attracts less foreign direct investments than some other countries.

It is a question why good business environment does not translate into a large foreign direct investment. FDI is the best source for investments and job creation and in comparison to loans does not generate external debt. According UNCTAD¹², in 2015 FDI stock in Lithuania was 14.4 billion US\$ when in 2013 it had 17,5 billion US\$ indicating that Lithuania was not very successful in attracting FDI and stock of FDI is decreasing. Lithuania attracted less FDI than much smaller neighboring country Estonia (18.9 billion US\$ in 2015). Small FDI in Lithuania demonstrates that the main driving force for FDI is new markets, and that cost reduction or good business environment are less important factors. A significant factor in attracting FDI is investment incentives and the location of the recipient country. The Czech Republic, Slovakia and Hungary being located near major European markets are more successful in attracting FDI than Lithuania.

Challenge – low income redistribution and high inequality

According to IMF, general government revenue (% of GDP) for Lithuania in 2015 was 34.2%, compared to the EU average of 44.9%. Such share of redistribution of GDP through the budget

¹² Available at:

<http://unctad.org/en/Pages/DIAE/World%20Investment%20Report/Annex-Tables.aspx>

indicates low financial capabilities of the government in implementation of economic and social policies. In the EU, government revenues to GDP were lower only in Ireland (27.6%) when the highest percentage was in Finland (54.2%). In comparison, Latvia had 35.8%, Poland 38.9%, Estonia 40.5%. Redistribution in Lithuania is low, to some extent, due to high tax evasion, the reluctance of Lithuanian governments to introduce real estate taxes, taxes on passenger cars or to shift from flat to progressive personal income tax. As government revenues are low such are also wages in the public sector, pensions and social benefits. This has a domino effect on wages in private sector as well. Low public revenues and expenditures demonstrate a low share of public spending in the final consumption and correspondingly limited possibilities of the government stimulate economic growth.

The major outcome of low income redistribution is income inequality. Eurostat figures indicate that in 2015 the inequality of disposal income in Lithuania was the highest in the EU with Gini coefficient reaching 37.9 when average for the EU was only 31.0. Inequality in Lithuania is much higher than that existing in such egalitarian countries as Slovakia (Gini coefficient 23.7), Slovenia (24.5), and Czech Republic (25.0). As inequality is high, the social exclusion is also high. According to Eurostat¹³, people at risk of poverty in Lithuania in 2015 accounted for 29.3% of total population. The lowest social exclusion in the EU was in Czech Republic (14.0%), Sweden (16.0%) and only Bulgaria, Romania and Greece had higher exclusion rates than Lithuania. EU average exclusion rate in 2015 was 17.3% of total population. In Lithuania household final consumption expenditure still accounts for large share to GDP. In 2015, according to World Bank data it was 64.1%, when in Latvia it was 61.0%, Poland – 58.5%, Denmark – 48%, Sweden – 45.1%. However, some indicators demonstrate that the role of private consumption is increasing and plays an important role in economic recovery and growth. Eurostat's indicator of Actual Individual Consumption (AIC, measuring all goods and services actually consumed by households) measured in

¹³ Available at: [http://ec.europa/eurostat/statistics-explained/index.php/People at risk of poverty or social exclusion](http://ec.europa/eurostat/statistics-explained/index.php/People_at_risk_of_poverty_or_social_exclusion))

PPP in 2015 reached 14.800 euro per year or of almost 79% of the EU average.

Challenge – low innovation and labour productivity

High productivity and new technologies, accompanied by research and innovation, are crucial to secure a sustainable growth. In the EU gross domestic expenditure on R&D as a percentage of GDP in 2015 was slightly higher than 2.0% and a target was to reach 3% in 2020. In Sweden, Austria and Denmark R&D intensity in 2015 exceeded 3% to GDP while in Lithuania, expenditure on R&D was almost twice lower than EU average – 1.04%. This low level of expenditure on R&D can suppress the development of new products and technologies in the private sector and does not allow Lithuania to move step by step up value chain. According to World Bank statistics, in 2015 high-tech export from Lithuania accounted only for 12.0% of total exports of goods, less than average in the world (18.3%) or EU (16.0%). Export of high-tech products from Lithuania is lower than from Latvia (15.0%), Denmark (16.0%), but slightly higher than from Estonia (11.0%) or Poland (9.0%). Malta example (32.0%) demonstrates that even a small country can be very successful in high-tech production and export.

Innovation is also an important determinant of economic and social development as low innovation means low prospects for economic modernisation. Lithuania ranks 36th out of 128 in Global Innovation Index 2016, lagging behind other EU new member states Estonia (24th), Malta (26th), Slovenia (32nd), Latvia (34th), but ahead of Poland (39th), Slovakia (37th) and Bulgaria (38th).¹⁴ Lithuania has a high ranking in education (2nd), ecological sustainability (17th), knowledge workers (29th), but a low ranking in knowledge absorption (111th) and knowledge diffusion (87th).

According to EC's Summary Innovation Index,¹⁵ aggregating 25 indicators, Lithuania is included in the group of moderate innovators and is ahead of Bulgaria and Romania belonging to a lower group of modest innovators, and ahead of Latvia and

¹⁴ Available at: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>

¹⁵ Available at: http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en

Croatia. The innovation leaders in the EU are Sweden, Denmark, Finland, Germany and Netherlands, with score more than twice exceeding that of Lithuania, and this in spite of the fact that Lithuania has a very competent labour force. The weakest point of Lithuania's innovation performance is related to doctorate students from outside EU, public-private co-publications, patent applications and revenues. Another weak point in financing innovations in Lithuania is a low input by business sector. In 2012, according to Eurostat data the highest shares of R&D expenditure in the business sector were in Slovenia (76%), Bulgaria and Hungary (both 73%), Belgium and Ireland (both 72%), Austria (71%), Sweden (70%) while in Lithuania the share of private sector accounted only for 27%. Public financing was prevailing not only in Lithuania (56%), but also in Cyprus (54%) and Latvia (50%)¹⁶.

The revival of Lithuanian economy after the economic crisis was due mainly in result of the rapid productivity growth in 2010-2013. Since then labour productivity in Lithuania still is growing but at lower speed. The major obstacle further growth of productivity is relatively low level of investment, which is still lower than before crisis. In 2015, according to World Bank data a capital formation as a share to GDP in Lithuania (21.0%) was similar to EU average (20.0%), but it was still significantly below some other new EU member states, for example, in Estonia it was 24.0%, and in the Czech Republic 26.0%¹⁷.

In spite of rather fast growth, the labour productivity per hour worked in Lithuania was still relatively lower than average for the EU, indicating that the Lithuanian industries are producing predominantly low value added products and services. In 2015, one hour worked in Lithuania on average produced a value of €12.1, when EU average was €32.5. The highest labour productivity in the EU in 2015 was in Luxembourg (€66.6), Ireland (€60.0) and Denmark (€52.6) when the lowest was in Bulgaria (€6.1) and

¹⁶ Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7752010/9-30112016-BP-EN.pdf/62892517-8c7a-4f23-8380-ce33df016818>

¹⁷ Available: <http://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.FTOT.ZS>

Romania (€8.1).

Challenge – backward economic structure

Productivity in Lithuania is low because of the share of low value added production is high. Lithuania urgently needs to modernise its economic institutions and structures. Until recently Lithuanian economy was based on traditional low or medium value added industries – furniture, food, textile, chemical etc. The competitiveness of locally produced goods and services was secured mainly by low costs, including low wages and salaries. It is unlikely, that in the future companies will secure growth with low salaries as here is a great pressure to increase them. To be able to pay higher wages the companies are forced to produce higher value-added products and services, so as to ensure that unit labour costs do not increase. Well educated labour force also expects higher salaries corresponding to their skills and qualifications. Investments in technological modernisation are the only way for Lithuanian companies to compete in export markets. Low wage rates do not offer a sustainable economic future for Lithuania, and the solution is to modernise economic structures and shift production to high value added products thus permitting the increase in returns to labour. This would also improve living standards and support further convergence with the EU that is the main policy challenge.

Challenge – emigration

A very severe challenge for Lithuania is a demographic change caused mainly by a huge emigration, which results in a decrease of the labour supply and has a negative impact on production output. According to the Lithuania Department of Statistics, during 2005-16 annual decrease of population in Lithuania was around 30.000 people. Since independence Lithuania lost a quarter of its population. Decreasing labour supply discourages FDI as foreign companies are unable to fill vacant job places and require easing immigration regulations. According to IMF study, the in some countries in Eastern Europe *emigration shaved 0.6-0.9 percentage*

*points from annual GDP growth in 1999-2014*¹⁸. Emigration, coupled with an aging population, is and will negatively affect the sustainability of the pension system, health care and education.

Emigration is also affecting the sustainability of the education system as numbers of students are decreasing. This calls for the merging of educational institutions in order to optimise the number of students per school. The Lithuanian education system needs further reforms to make teaching more applicable to the needs of the labour market.

One possible solution to reduce the downsides of emigration is to step up labour productivity, which could result in higher labour earnings and this would render domestic employment more attractive. Another possibility is to attract workers from other countries. However, taking into consideration the fact that the majority of European countries offer higher wages than in Lithuania, this possibility can hardly be realised. In addition, the import of foreign workers may create severe social problems.

Conclusions

In more developed countries the part of tangible capital comprises the biggest share of national wealth when in less developed this share tends to be lower. It is also evident that countries which launched radical reforms earlier achieved better economic results – their wealth per capita and GDP growth rates are higher. The size of national wealth to large extent depends also on the peculiarities of country's political and legal system.

Economic growth in Lithuania after economic crisis is very unstable and some negative trends are evident suggesting that Lithuania got stuck in the middle income trap.

Increase in wages and salaries boosts local demand but reduces export competitiveness. Low labour cost makes Lithuanian labour intensive sectors more competitive, but creates problems with emigration and labour motivation.

Austerity measures permit the recovery of economy; however, result in some long-lasting negative social consequences such as

¹⁸ <https://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2016/sdn1607.pdf>

inequality, unemployment and emigration.

Devastating impact of economic crisis were caused by three factors – an economic growth based on real estate rather than on tradable sector, investments based on foreign loans rather than on domestic savings, failure of the government to manage foreign capital inflows and public investments.

Main driving force for FDI is new markets while low costs or good business environment are less important factors. Significant factors in attracting FDI are incentives and country location.

Redistribution in Lithuania is low due to high tax evasion, the reluctance of government to expand tax base introducing real estate taxes, taxes on vehicle or progressive personal income tax. When government revenues are low so are wages in the public sector, pensions and social benefits.

Low level of expenditure on R&D can restrain the development of new products and technologies in the private sector and does not allow moving the value chain up.

The labour productivity per hour worked in Lithuania is lower than average for the EU, indicating that industries are producing predominantly low value added products and services.

Emigration, coupled with an aging population, is and will further negatively affect the sustainability of the pension system, health care and education.

3.8. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ СТРУКТУРИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ МП НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Моделювання логістичної системи малого підприємства (МП) на основі моделей її складових частин досліджено. Авторами запропоновано: модель логістики малого підприємства; модельне відображення інформаційних та матеріальних потоків на підприємстві при обробці заказів та реалізації продукції; модель управління виробництвом та запасами; модель управління роздрібною торгівлею: модель

функціонування та формування активів малого підприємства; модельне відображення механізму управління розвитком МП.

Ключові слова: логістична система, динамічна модель, структура малого підприємства.

Моделирование логистической системы малого предприятия (МП) на основе моделей ее составных частей исследовано. Авторами предложено: модель логистики малого предприятия; модельное отображение информационных и материальных потоков на предприятии при обработке заказов и реализации продукции; модель управления производством и запасами; модель управления розничной торговлей: модель функционирования и формирование активов малого предприятия; модельное отображение механизма управления развитием МП.

Ключевые слова: логистическая система, динамическая модель, структура малого предприятия.

I. Вступ. Малі підприємства (МП) є одним з найважливіших важелів сучасного етапу розвитку національної економіки. Ринкові перетворення зумовили переосмислення ролі МП в економічному і соціальному розвитку держави. Теоретичні і практичні аспекти функціонування і розвитку МП відображені в чисельних наукових працях [1-6, 8]. Але в науковій літературі з цього питання бракує досліджень роботи МП з позицій поточної діяльності. Тобто недостає моделей МП, які б відбивали функціонування МП в реальному часі з максимальним урахуванням логістичної системи підприємства.

II. Постановка завдання. В статті поставлена проблема – моделювання часових параметрів розвитку структури і властивостей малого підприємства на підставі урахування логістичної системи МП.

III. Результати. Моделювання процесів розвитку структури і властивостей малого підприємства(МП) на основі динамічних моделей, які відтворюють ці процеси, пов'язане, в першу чергу, з системами, що утворюють МП. Тобто, з системами, які представляють технологічну, технічну, організаційну, економічну, соціальну, інформаційну і ін.

структури МП, які пов'язані поміж собою інформаційними, матеріальними, фінансовими потоками. В свою чергу, щоб управляти і моделювати сценарії розвитку МП в часі необхідно мати чітку модель логістичних процесів діяльності МП. Тому сам процес моделювання виробничої, інвестиційної та фінансової, інноваційної діяльності МП, побудови сценаріїв його стратегічного розвитку слід будувати на основі методів, моделей і механізмів, які утворюють і видозмінюють структуру логістичних процесів функціонування МП, при цьому наділяючи її новими властивостями.

Логістика це управління матеріальними потоками в сферах виробництва й обігу. Ефективність функціонування підприємства, що використовує логістику досягається в основному за рахунок [7]:

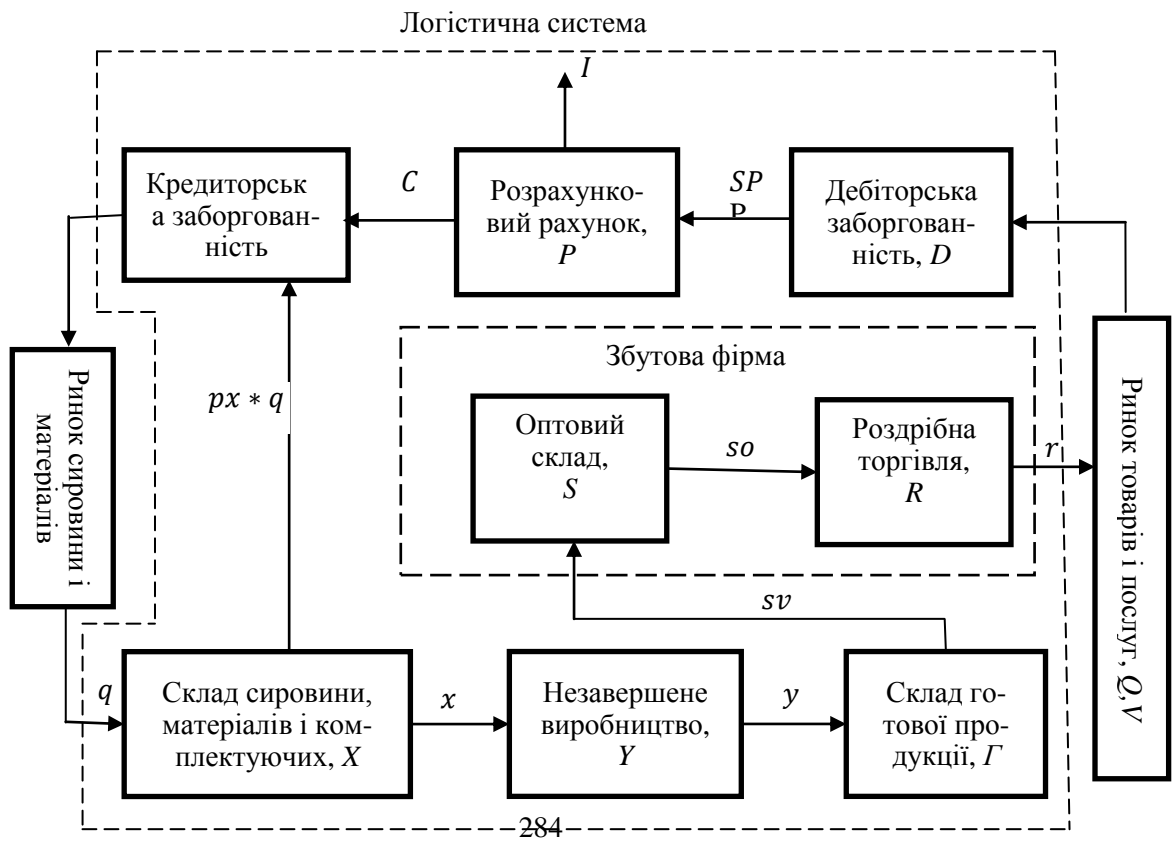
- різкого зниження собівартості товару;
- підвищення надійності і якості поставок.

Основним завданням, що постає перед логістикою є зниження витрат пов'язаних з доведенням матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача.

До мікрологістичних систем відносять різні виробничі й торговельні підприємства, територіально-виробничі комплекси. Мікрологістичні системи являють собою клас внутрівиробничих логістичних систем, до складу яких входять технологічно зв'язані виробництва, об'єднані єдиною інфраструктурою.

Границі логістичної системи визначаються виробничим циклом, починаючи від організації виробництва й закінчуючи доставкою готової продукції споживачеві. Організація виробничого процесу починається із закупівлі необхідних засобів виробництва. Вони надходять у логістичну систему, складаються, обробляються, знову зберігаються й потім ідуть із логістичної системи в споживання в обмін на фінансові ресурси, що поступають у логістичну систему (рис.1).

Рис. 1. Моделльне відображення матеріальних і фінансових потоків на підприємстві



Управління логістичними системами базується на методі залучення окремих взаємозалежних елементів в інтегрований процес бізнесу з метою запобігання нераціональних втрат матеріальних, фінансових, трудових ресурсів. Основним напрямком щодо розвитку малих підприємств є створення методів і моделей механізму, які би гнучко й ефективно забезпечували взаємодію основних елементів логістичної системи (ЛС): «закупівля — виробництво — складування — транспортування — збут» [7].

Логістична система ставить і вирішує завдання проектування гармонічних, погоджених матеріальних потоків, із заданими параметрами на виході. Відрізняє цю систему високий ступінь погодженості вхідних у них продуктивних факторів з метою управління наскрізними матеріальними потоками. Елементами ЛС на МП є:

1. Заготівельна логістика.
2. Виробнича логістика.
3. Розподільча логістика.
4. Логістика в торгівельній системі.
5. Управління запасами.
6. Транспортна логістика.
7. Організаційна логістика.

Всі ці елементи а також їх взаємозв'язок відображені на рис. 2.

На рис. 2 суцільні лінії - матеріальні потоки; пунктирні лінії - грошові потоки; штрих-пунктирні лінії - інформаційні потоки й потоки управлінських рішень (зворотній зв'язок)

Модель логістичної системи послужила пробразом концепції моделювання динамічних процесів розвитку структури і властивостей малого підприємства на основі моделей часових параметрів логістичної системи, рис.3.



Рис. 2. Модель логістичної системи малого підприємства



Рис.3. концепція моделювання динамічних процесів розвитку структури і властивостей малого підприємства на основі моделей часових параметрів логістичної системи,

Концепція моделювання динамічних процесів розвитку структури і властивостей МП на основі моделей часових параметрів логістичної системи, представлена на рис.3, охоплює теоретико-методологічне відображення самоорганізації і адаптації динамічних процесів функціонування МП в рамках його логістичної системи. Основою її структури є імітаційна модель логістичної системи управління і моделювання динамічних процесів МП, їх ланцюгової затримки. Концепція ґрунтується на формуванні теоретико-методологічних основ до моделювання динамічних процесів розвитку структури і властивостей МП, які визначають ланки ланцюга логістичної системи, пропускну здатність кожної операції, їх динамічну наповненість.

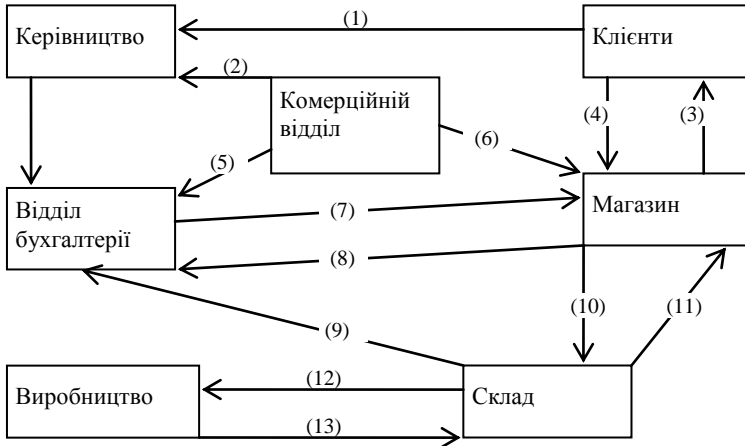
Для змістовного розгляду елементів ЛС з рис. 1 розглянемо імітаційну модель МП, яка відповідає моделі логістики на рис. 2. Почнемо з елемента «Обробка заказів та реалізація продукції», якому відповідає рис. 4.

Розглянемо конкретний приклад МП. ТОВ «Фірма «Рікаст» займається пошиттям і реалізацією взуття під торговою маркою «Рома». Також підприємство реалізує взуття вітчизняного та імпортного виробництва. МП безпосередньо виробляє два види товарів: 1) футляри, сумки дорожні, несесери, рюкзаки, сумки спортивні; 2) туфлі хатні з верхом зі шкіри.

Підприємство має виробничий цех та склад. У складі підприємства є комерційний відділ, який приймає замовлення та продає товар. Строк обробки одного замовлення – від 2 днів до 2 тижнів в залежності від наявності товару та/або сировини та комплектуючих на складі підприємства на даний момент.

Організаційна модель підприємства складається з 7 підрозділів: керівництво (представлене директорами); виробництво; склад; відділ бухгалтерії; комерційний відділ; технічний відділ.

Виконання кожної проектної операції на будь-якому рівні передбачає отримання вхідної інформації, її обробку та передачу для виконання подальших операцій (рис. 4).



Умовні позначення: (1) – скарги та пропозиції; (2) – звіти; (3) – інформація про готовність замовлення/виконання замовлення; (4) – подача замовлення; (5) – облік закупівель та продажів; (6) – формування цін на товари та послуги; (7) – інформація про рахунки; (8) – звітність про продаж; (9) – інформація про наявність продукції на складі; (10) – запит товару; (11) – відвантаження товару; (12) – замовлення товару; (13) – надходження товару.

Рис 4. Модельне відображення інформаційних та матеріальних потоків на малому підприємстві при обробці заказів та реалізації продукції

Тепер розглянемо наступний елемент «Управління закупками сировини». Заготівельна логістика — це управління матеріальними потоками з метою ефективного забезпечення підприємства матеріальними ресурсами



Рис. 5. Модель управління запасами ресурсів і сировини

Наступний елемент – «Управління відвантаженням у збутовій фірмі», рис. 6.

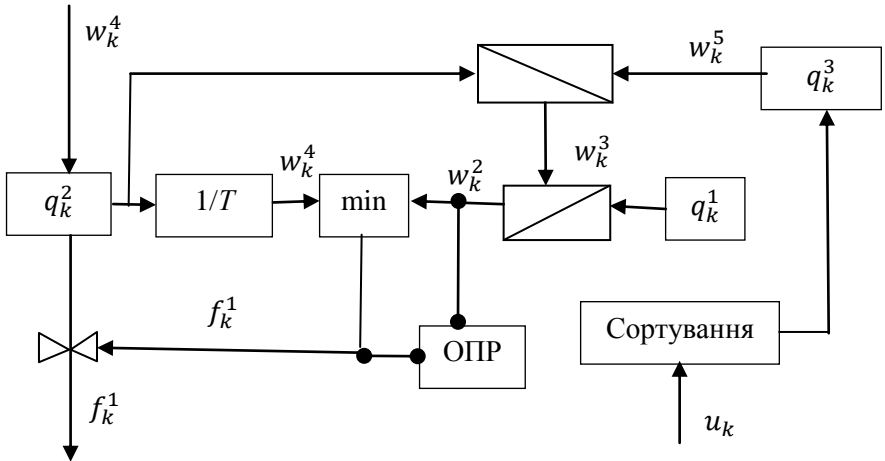


Рис. 6. Модель управління відвантаженням у збутовій фірмі (або на оптовому складі)

На рис. 6 використовується така система позначень:

u_k – вимоги (попит), одержувані збутовою фірмою (індекс k при змінній означає, що береться значення змінної в k -й момент часу);

f_k^1 – темп поставки збутової фірми споживачам;

q_k^1 – замовлення, не виконані збутовою фірмою;

T – інтервал часу між рішеннями;

q_k^2 – фактичний запас у збутовій фірмі;

w_k^2 – темп відвантаження збутовою фірмою (одиниці в тиждень), що буде перевіряється;

w_k^4 – граничний темп відвантаження збутовою фірмою (одиниці в тиждень), при яким за час між розв'язаннями рівнянь використовується весь наявний обсяг товарних запасів;

w_k^3 – запізнювання виконання замовлень;

w_k^5 – бажаний запас у збутовій фірмі;

q_k^3 – усереднені вимоги до збутової фірми;

ОПР – особа, що приймає рішення (директор).

Вимоги u_k , що одержує фірма мають бути розсортовані на предмет можливості виконання.

З попереднім елементом тісно пов'язаний наступний «Управління збутовою фірмою». На рис. 7 використовується така система позначень:

- w_k^1 – поставки одержувані збутовою фірмою;
- w_{k+1}^6 – установлюваний темп закупівель збутовою фірмою;
- w_k^8 – фактичний рівень виданих збутовий фірмою замовлень;
- w_k^{10} – видані збутовий фірмою замовлення на закупівлю товарів;
- де w_k^{11} – вимоги, одержувані виробництвом.

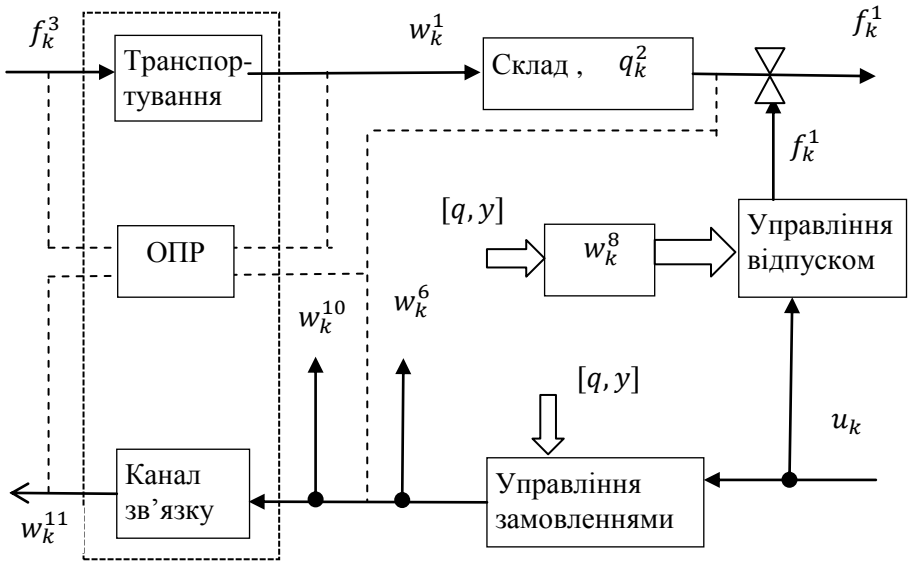


Рис. 7. Модель управління збутовою фірмою

Далі розглянемо елемент «Управління виробництвом».

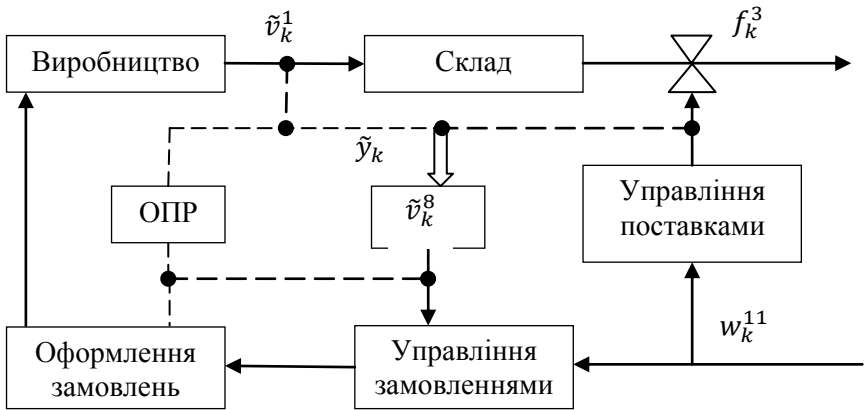


Рис. 8. Модель управління виробництвом та запасами

На рис. 8 використовується така система позначень, які є доповненням системи позначень на рис. 5 і 6:

f_k^3 – поставки, здійснювані із запасів виробництва;

\tilde{v}_k^1 – поставки товарів на склад, випуск готової продукції;

\tilde{v}_k^8 – фактичний рівень виданих виробничою ланкою замовлень.

Розглянемо елемент моделі «Управління роздрібною торгівлею».

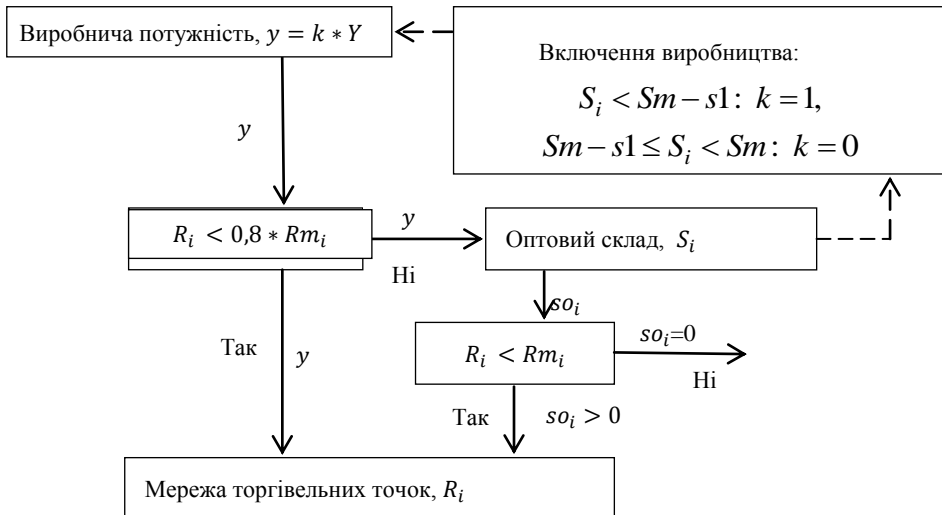


Рис. 9. Модель управління роздрібною торгівлею: суцільні лінії – потоки продукції; пунктирні – потоки інформації

На рис. 9 використовується позначення:
 y – фактична виробнича потужність;
 Y – максимальна виробнича потужність;
 k – коефіцієнт використання виробничої потужності;
 R_i – поточне завантаження мережі роздрібною торгівлі;
 Rm_i – максимальна поточна ємність мережі роздрібною торгівлі;
 S_i – поточне завантаження оптового складу;
 Sm – максимальна ємність оптового складу.
 Розглянемо елемент моделі «Управління операційними активами (9)».

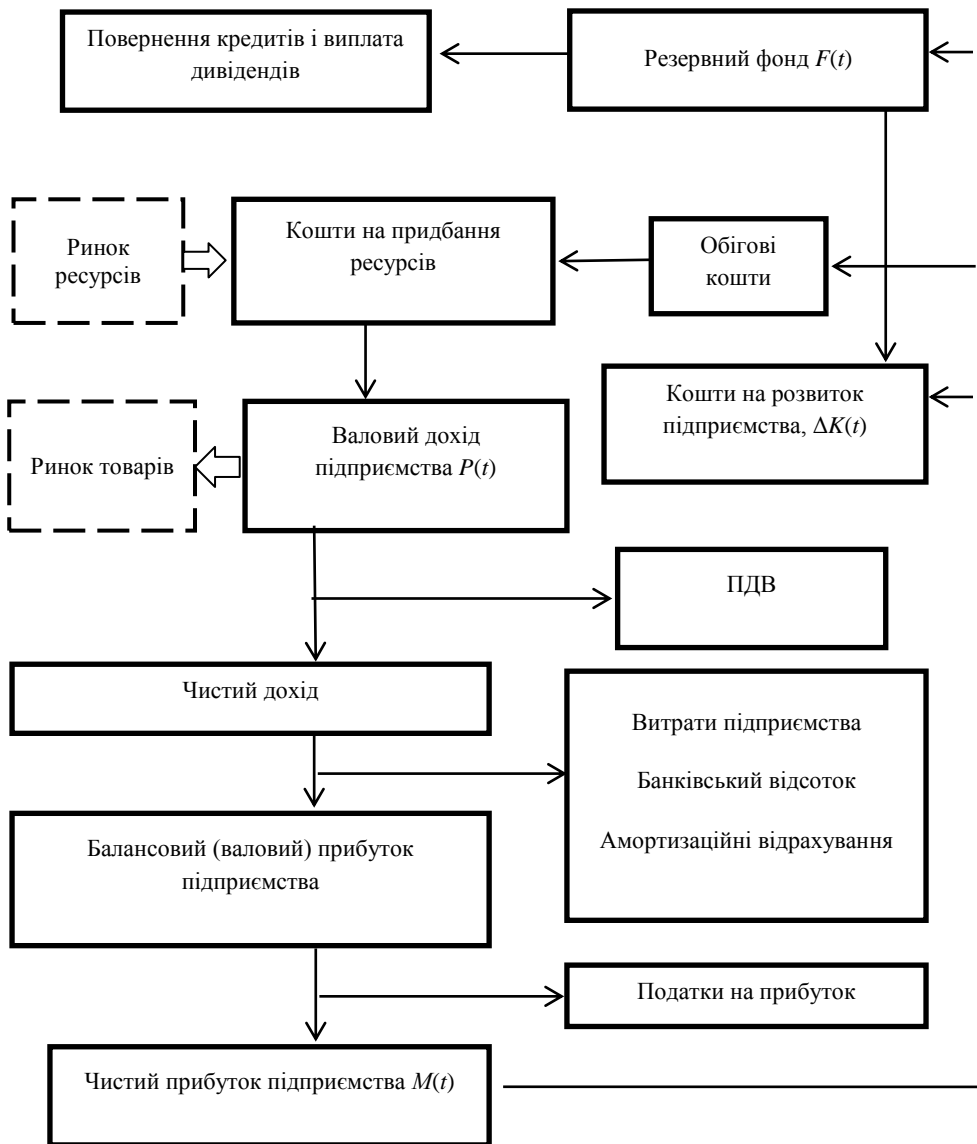


Рис. 10. Модель функціонування та формування активів малого підприємства [2]

Логістична система має ще одне завдання окрім перерахованих вище – це сприяння розвитку підприємства. Це завдання відображене елементом загальної моделі «Управління розвитком МП».

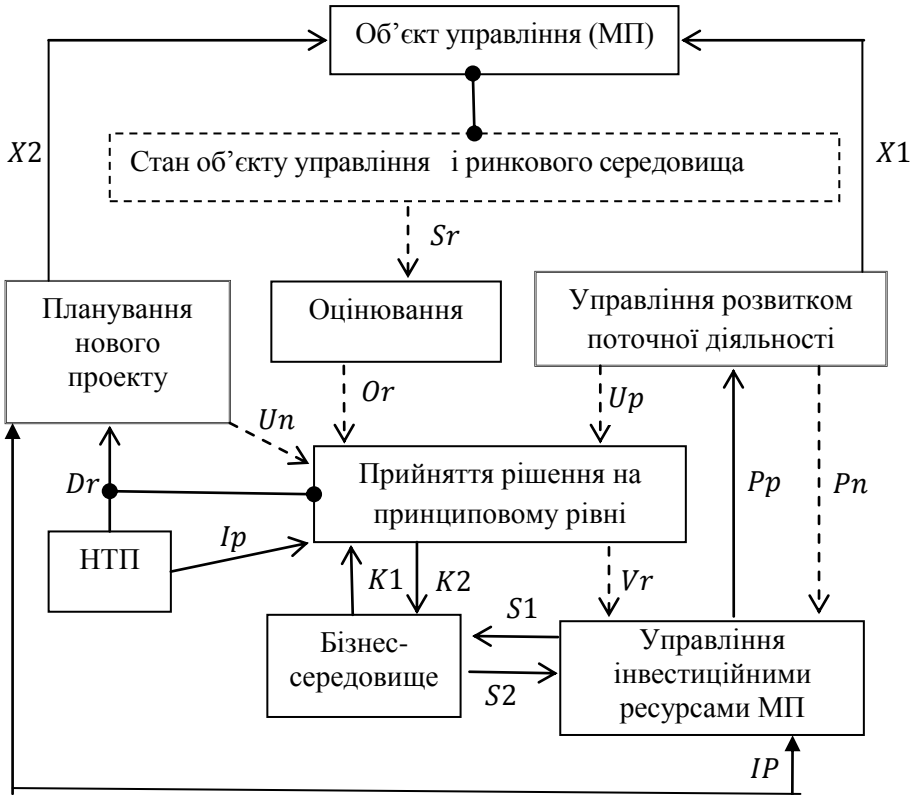


Рис. 11. Модельне відображення механізму управління розвитком МП

На рис. 11 прийнятті наступні умовні позначення:

- > – потік прямих управлінських рішень і інформаційних потоків;
- - - -> – потік інформації, що утворює зворотній зв'язок;

Sr – інформація про стан МП і ринкового середовища;
Og – ранжирувана множина поточних та перспективних проблем;

Vr – множина впорядкованих в часі управлінських задач, що відібрані на даному етапі розвитку;

Pp – потік завдань для планування розвитку поточної діяльності;

Pn – потік уточнюючої інформації для планових завдань розвитку поточної діяльності;

X1 – множина керуючих впливів щодо поточної діяльності МП;

X2 – множина керуючих впливів щодо перспективного розвитку МП;

Un, Up – потік інформації за множиною контрольованих параметрів в реальному часі;

K1 і K2 – потоки інформації між ОПР і бізнес-середовищем;

S1, S2 – інформаційні потоки між бізнес-середовищем і системою управління інвестиційними ресурсами;

Ip – нові тенденції та відповідні їм інноваційні потреби, що виникли у бізнес-середовищі;

IP – інформація щодо планових інвестиційних витрат і потреб;

НТП – науково-технічний прогрес (компоненти елемента: аналітичні центри, технопарки, науково-дослідницькі інститути і лабораторії та ін.);

Dg – множина потенційних рішень, рекомендованих до втілення (нові дослідження та розробки).

Модель логістичної системи МП містить в собі перераховані параметри: від попиту на товар та послуги до визначення темпів поставки їх споживачам, враховуючи існуючі зв'язки між динамікою цих параметрів, описаної відповідними динамічними моделями, які на підставі сценарного моделювання дають можливість порівнювати економічну ефективність різних варіантів розвитку МП.

IV. Висновки. Запропоноване загальне представлення логістичної моделі МП, на основі якої будується економіко-математична модель часових параметрів розвитку структури і

властивостей малого підприємства, до складу якої входять динамічні моделі, що забезпечує відтворення реальних процесів функціонування МП протягом циклів їх моделювання.

Модель логістичної системи МП містить в собі перераховані параметри: від попиту на товар та послуги до визначення темпів поставки їх споживачам, враховуючи існуючі зв'язки між динамікою цих параметрів, описаної відповідними динамічними моделями, які на підставі сценарного моделювання дають можливість порівнювати економічну ефективність різних варіантів розвитку МП.

Список використаних джерел:

1. Абдуллаев Г.Ш. Математическое моделирование развития малого бизнеса в регионах России: дис. канд. экон. наук : 08.00.13 / Г.Ш. Абдуллаев. - Махачкала, 2004. – 159 с.
2. Аршакуни К.В. Динамика новых малых предприятий и эндогенные начальные условия. Эконометрический подход на базе симулирования правдоподобия / К.В. Аршакуни // Экономический журнал ВШЭ. – 2005. - № 3. - С. 291-324.
3. Варналій З.С. Мікрокредитування малого підприємництва: монографія / З.С. Варналій, С.Г. Дрига, Л.Л. Тарангул. – Ірпінь, 2008. – 144 с.
4. Вітлінський В.В. Динаміка розвитку малого підприємства в умовах невизначеності / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова // Інформаційні технології та моделювання в економіці : зб. наук. пр. II Міжнар. наук.-практ. конф., 19-21 травня 2010 р., Черкаси. – Черкаси : Черкас. нац. ун-т ім. Б. Хмельницького, 2010. – С. 74-76.
5. Вознюк М. А. Фінансово-кредитна та інвестиційна підтримка малого підприємництва / М. А. Вознюк, І. М. Польова, О. І. Масна // Соціально-економічні дослідження в перехідний період / НАН України. Інститут регіональних досліджень. – Львів, 2006. – (Вип. 3(LIX) : Євроінтеграційний курс України: фінансовий вимір). – С. 172–179.
6. Глущенко С.В. Напрями кредитування суб'єктів малого бізнесу в Україні / С.В. Глущенко // Економіка і прогнозування. – 2005. №4. – С. 81-94.

7. Логистика в малом бизнесе. <http://www.dist-cons.ru/modules/logistic/index.html>
8. Серіков А.В. Економіко-математичне обґрунтування необхідності кооперації малих підприємств України / А.В. Серіков, Н.С. Сіромаха // Актуальні проблеми економіки. – 2005. - № 1. – С. 162 – 167.

3.9. БИЗНЕС – СТРАТЕГИЯ В МОЛДОВЕ: МЕТОДИКА ОТБОРА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Мы живем во время синхронного развития теории и практики в экономической и бизнес средах. Эксперты изо дня в день прилагают новые теории и стратегии развития, а практики бизнеса применяют эти знания во всех социально – экономических сферах. С точки зрения экономики и финансового развития, Молдова, являющаяся странной 3-го мира, находится под влиянием Европейского и таможенного союзов, что так или иначе сказывается на развитии экономики, привлечении инвестиций, правах человека и демократических ценностях. На данном этапе Молдова борется с проблемами базовой инфраструктуры и финансовой безопасности для привлечения иностранных инвесторов. Тревожными вопросами все еще остаются кража миллиарда и суверенитет страны. На этом фоне бизнес среда, финансовая система и самоуправление не способны справиться с потребительской нагрузкой, и не в состоянии идти в ногу с высокими стандартами современного свободного рынка.

Основной для решения этих проблем должно стать переосмысление и анализ этических и моральных ценностей, а также логического разрешения хаоса. Немаловажным фактором будет консолидация общества, внедрение международных стандартов в сфере образования и воспитания нового поколения. Воспитание поколения, в котором основой станут образованность, трудолюбие и высокие этические нормы послужат ключом к светлому будущему страны.

С Вашего позволения, хотел бы рассмотреть четыре основных фактора, влияющих на развитие компании.

1. Инновации
2. Динамики развития компании
3. Социально – культурный фактор и роль личности в компании
4. Борьба за человеческие начала

Инновация

Инновация – это внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации. Примером инновации является выведение на рынок продукции (товаров и услуг) с новыми потребительскими свойствами или качественным повышением эффективности производственных систем.

Молдова провозгласила независимость в 1991 году, но только в 1998 году создание национальной инновационной системы в Молдове было провозглашено на государственном уровне в качестве направления развития страны. Главную роль в создании национальной инновационной системы сыграла Академия наук Молдовы. Инициатором ее создания стал Президент АНМ академик Георге Дука. Первыми плодами этой научной работы явилась модернизация пищевой и аграрной отрасли. Внесенные изменения привели к ускоренному развитию винных заводов, текстильных фабрик, производство ореха и продуктов питания. Успех пришел с началом модернизации технологии производства, маркетинговой стратегии и планомерной логистике.

Примером являются заводы: «Крикова», «Пуркарь», «Букурия», «Томай Винекс» и молочные заводы. Упустившие процесс преобразования свободного рынка «Альфа», тракторный завод г. Кишинев «Зето». Они потеряли место на рынке, сдав свои производственные цеха и административные здания малому бизнесу.

Деятельность малых и средних предприятий в Республике Молдова в 2015 году

Национальное бюро статистики сообщает, что в 2015 году число малых и средних предприятий составило 49,8 тыс. предприятий, или 0,5 тыс. предприятий (на 1,0%) меньше чем в 2014 году. Сектор малого и среднего бизнеса составляет около 97,2% из общего числа предприятий.

Численность наемных работников малых и средних предприятий за отчетный период составила 281,4 тысяч человек, что достигает 55,1% от общего числа наемного персонала предприятий. Доходы от продаж малых и средних предприятий за этот же период составили 86824,6 млн. леев, или 30,8% от суммы доходов от продаж в целом по экономике.

Динамики развития компании

В условиях быстро меняющегося мира, человечество выходит за рамки привычного понимания продукта. Изначально определяющим критерием было производство продукта (количество) и, как следствие, его качество. Третьей ступенью формирования современного рынка стала концепция маркетинга, породившая социально-этическую. На данном этапе коммуникационный маркетинг играет ключевую роль, что определяет гонку торговых марок. Независимо от этапа главным всегда оставался человек и его культура, формировавшие основу общества.

Социально – культурный фактор и роль личности в компании.

Советская логика некоторых администраторов, основанная на доминировании и ранговом превосходстве: «я – директор, ты рабочий». Именно поэтому, отсутствовала способность мыслить и рождать новые идеи. Современные структуры общества предполагают существование коллектива, нежели отдельного индивидуума как основного элемента. Компания должна пройти путь от индивидуума к коллективизму и

создать культуру предприятия. Это поможет выжить в условиях свободного рынка. Коллективная система должна включать в себя принцип: один за всех, и все за одного. Работодатель, в первую очередь, должен видеть работника как полноправного члена общества, а работник, в свою очередь, должен действовать исключительно в интересах предприятия.

В 1956 г. в Японской системе менеджмента Доюкай расставил приоритеты и распределил ответственность кадров в зависимости от их сферы занятости. В истории развития Южной Кореи главную роль сыграл prof. Dr Taf-Young Yu. В 1960 году он написал книгу «Как будем развиваться?», в которой писал: «Разум, как вода. Чистая вода является самой ценной. Вода нежна, но сильнее камня и металла. Она с легкостью обходит преграды, уходя под землю, преумножается. Плоды разума и сердца, подобно воде, должны быть переданы обществу во всем своем обилии». Практикуя эти учения, Южная Корея прошла путь от 200 долларового ВВП на душу населения до 30.000.

Если посмотреть на ВВП Республики Молдова, то показатель за 2015 год зарегистрировал отметку 2000 долларов.

Доходы и расходы населения в 2015 году

*Национальное бюро статистики сообщает что, в 2015 году **располагаемые доходы населения** составили в среднем на одного человека в месяц 1956,6 лея, что на 10,7% больше чем в 2014 году. В реальном выражении (с корректировкой на индекс потребительских цен) доходы населения увеличились на 0,9%.*

***Расходы населения** в 2015 году составили в среднем на одного человека в месяц 2048,5 лея, увеличились на 12,8% по сравнению с 2014 годом.*

Борьба за человеческие начала

Пропасть между правдой и ложью растет в человеческом сознании день ото дня. На самом деле, ложь порождает зло, неуважение, ненависть, недоверие и вражду. Она играет

главную роль в расколе общества, провоцируя личность на конфликт, а государство на войны. В то время как правда несет с собой все самое светлое и доброе: уважение, любовь и доверие.

В ближайшем будущем главным богатством будет человеческое начало и культура. Предприятия, которые смогут найти золотую середину между индивидуализмом, коллективизмом и культурой бизнеса, продолжают свое существование на просторах свободного рынка.

Целью образования должно быть правильное сочетание физического, умственного и духовного воспитания человека – образца.

Экономика, образование и сфера обслуживания определяет дальнейшее развитие социума и индивидуума как его составляющей.

Подводя итог, можно сказать словами Гёте: «Фауст – Мефистофель продолжают человеческую борьбу».

Сегодняшний «цивилизационный кризис» имеет глубокие корни, которые питаются от устаревшей парадигмы общественного развития, где игнорировались духовные ценности. Сегодня следует переосмыслить материалистический подход в экономической теории, философии, социологии, который не отвечает современным процессам глобализации.

Научная мысль на пороге поиска равновесия на высших порядках, где материальные ценности приводятся в соответствие с духовными ценностями. В общественном мнении и в СМИ сложилось мнение, что речь идет только об экономическом кризисе. Однако экономика, как и любая наука, имеет свою теорию, свою идеологию.

Многие экономисты указывают на кризис самой экономической теории, в частности на экономический мейнстрим. Вместе с экономикой терпит поражение и демократия. Лауреат Нобелевской премии по экономике Джеймс Бьюкенен в своих трудах постоянно указывал на упадок современной демократии и даже присущие им

медленные, но верные тенденции к саморазрушению [9, 261].

Подлинные причины экономических кризисов, а значит и общественной жизни, глубоко спрятаны в человеке, в его духовной сфере. Если экономический кризис имеет духовное происхождение, следует говорить о духовном кризисе, который порождает экономический кризис, как следствие. Важно отыскать, где раскручивается маховик воспроизводства духовного кризиса или состояние бездуховности.

Воспроизводство экономического кризиса в университетских аудиториях

Мы полагаем, что одним из главных катализаторов сознательного игнорирования духовных ценностей является школьное и университетское образование, за редким исключением специализированных элитных учебных заведений, где уделяют особое значение духовной культуре. Зачастую учебники по экономике наполнены одним содержанием - производство материальных ценностей, и, разумеется, имеют свое материальное измерение (в деньгах, метрах, килограммах и т.п.). Признание только материальных ценностей в нашем понимании есть сущность современной одномерной экономической науки. Современный человек слишком глубоко погрузился в материю, его культура стала подлинно материалистической. Негласно все больше господствует убеждение, что ничего другого, кроме материи, не существует.

Наша цивилизация в эпоху глобализации погрузилась в «плотную материю», игнорируя существование духовности. Материалистическая культура завершает свою фазу в развитии человечества и находится на перекрестке своей истории. Произойдет ли великая трансформация из материальной в духовную культуру?

История полна примеров, как процветания, так и упадка народов и империй, бесследно погибших культур. Процветание объясняется тем фактом, что они развивались в гармонии с законами живой разумной природы, где материальные и духовные ценности приводились в соответствие с устойчивым

равновесием, а гибель целых цивилизаций, как правило, объясняется нарушением великих законов, которые приведены в гармонию с окружающей природой. Дисгармония в человеческих и международных отношениях показывает, что наша жизнь не находится в согласии с тем высоконравственным законом, который регулирует наши межчеловеческие отношения и отношения с окружающей природой, которые имеют свое Божественное происхождение.

Какие изменения должны произойти в учебниках, чтобы признать духовную ценность как экономическую категорию? На наш взгляд, следует переосмыслить экономическую науку как материалистическую одномерную, лишенную человеческих факторов, и необходимо познать материальную и духовную природу человека в тандеме.

Рассматривая духовные ценности как сегмент экономической системы, экономическая наука должна не противопоставлять друг другу религию и науку, а рассматривать их в единстве, полагая, что религия должна быть научной, а наука должна быть религиозной, т.е. речь идет о необходимости общего научного подхода ученых-экономистов и ученых-богословов.

Ученые физики давно вышли из трехмерного измерения и на седьмом уровне измерения открыли «Теорию физического вакуума» и «Теорию торсионных полей», доказав наличие Вселенского Разума, и пришли к выводу о существовании Творца! Академик РАЕН А.Е. Акимов пишет: «Физика признает Сверхразум!» Выдающийся турецкий ученый-богослов Фетхуллах Гюлен утверждает: «К сожалению, господствующее материалистическое мировоззрение нарушает равновесие между человечеством и природой, а также между людьми. Гармония и мир возможны, когда материальная и духовная сферы достигают мира друг с другом» [12, 37].

Посетив недавно Албанию, мы были приятно удивлены сосуществованием там трех различных религий в одном месте: в городе Берат стоит мусульманская мечеть, через дорогу от нее – христианская церковь, а в городе Шкодер поблизости друг от друга сразу три духовных центра – мусульманская мечеть, католическая и православная церкви. Это подлинная

толерантность прошлого и настоящего, которую необходимо расширять и сделать достоянием всего человечества.

Сегодняшние вызовы – это, прежде всего, дисгармония, когда техническая эволюция опережает гуманитарную. Сегодня мир идет к экономическому самоубийству, разваливается экосистема планеты. Продвинутое технологии без продвинутого гуманитарного мышления приводят не к движению вперед, а к гибели. Нас ждет Великая трансформация, т.е. переход от материальных ценностей к духовным.

Университетские учебники призваны формировать из студента гармонически развитую, высокодуховную личность. Однако, во всех современных учебниках по микро- и макроэкономике (классических, неоклассических, кейнсианских, некейнсианских) напрочь отсутствует, либо отвергается такое понятие, как духовные ценности и их измерение, потому что все они писались на базе материалистической идеологии учеными-атеистами. В читаемых курсах по микро- и макроэкономике экономический рост (успех) на любом уровне рассматривается как самоцель. Рыночное равновесие и его изменения рассматриваются как истина в последней инстанции, с привлечением в качестве доказательств множества графических изображений, математических формул и экономических моделей. Потребительский выбор и максимизация благосостояния потребителя также рассматриваются через призму материалистических ценностей в денежном выражении, в обход духовных ценностей. Начиная со студенческих лет, у человека формируется потребительское поведение. Равновесие между производителем (фирмой) и потребителем покоится на одних и тех же математических формулах в ограниченном материалистическом пространстве. «Учебники указывают на то, что фирмы, экономические агенты должны максимизировать свою прибыль (без всяких других условий), т.е. если будет выполняться равновесие $MC=MR$ (предельные издержки равны предельному доходу). Здесь моральные и нравственные издержки в счет не принимаются. Аналогично, в условиях совершенной конкуренции, для достижения

оптимального объема производства руководствуются известной формулой $P^*=MR=MC=AC$, где разумеется, рыночная цена (P^*) равна средним издержкам (AC). А в условиях монополии – признается получение фирмой (корпорацией) сверхприбыли т.е. $PM>MR=MC$. Представители корпораций, получившие образование в классических университетах, так и поступают» [7, 160].

Магическая формула $MC=MR$ для получения максимальной прибыли признана как «золотое правило», и это правило «работает» вне морали. Заученные формулы и правила «программируются» будущими субъектами экономики.

Предложенная нами идея приведения в равновесие материальных и духовных ценностей ($MV=SV$), на первый взгляд вызывает сомнения, поскольку материальные ценности можно количественно измерить, сопоставляя доходы и издержки. А как количественно измерить духовные ценности, состояние морали? В данном контексте мы выходим на другие уровни - общечеловеческие. Разумеется, и порядок измерения осуществляется другими категориями. Мы предлагаем для сопоставления применить относительные показатели «больше», «меньше» и «равно» с обозначениями $MV>SV$, $MV<SV$ и $MV=SV$. Тогда как в учебниках по курсу «Финансирование и эффективность инвестиций» студентам зачастую внушается старая идея, что цель инвестора – лишь максимизация прибыли. Другими словами, методика оценки инвестиционных проектов сводится лишь к максимизации ожидаемой прибыли.

Новая методика оценки инвестиционных проектов

Если гармонически развитая личность понимается как синтез, как совокупная величина, где материальные ценности (MV) должны быть приведены в равновесие с духовными ценностями (SV), то наряду с экономическими измерениями следует особое внимание обратить на гуманитарные измерения, которые имеют свою субъективную оценку в контексте общечеловеческих ценностей. Данная совокупная величина и есть общее благосостояние и целевая функция для любого инвестора и для любого индивида в современном обществе.

Учитывая, что большинство инвестиционных решений принимаются в условиях полной неопределенности и риска, большое практическое значение приобретают методы перспективного анализа, когда нужно принимать управленческие решения с учетом прогнозирования возможных исходов и присвоение им соответствующих вероятностей. Данный вероятностный подход предполагает использование следующей общепринятой формулы:

$$E(R) = \sum_{k=1}^n R_k * P_k \rightarrow \max-$$

где:

- $E(R)$ – математическое ожидание прибыли;
- R_k – возможный исход (доход, прибыль);
- P_k – соответствующая вероятность.

Следовательно, инвестор выберет тот проект, который принесет наибольший доход. В современных условиях теория максимизации прибыли без учета других ценностей дорого обходится инвесторам. Исследования, проведенные в АТО Гагаузия, показывают, что предприниматели, занятые малым и средним бизнесом, болеют в 1,7 раза больше, чем среднестатистическая активная часть населения, такая же закономерность наблюдается и по Молдове. При чтении экономических дисциплин целесообразно уделять особое внимание понятиям «успех» и «благо». Успех в широком смысле – это не только материальный успех, но нечто большее. Успех, на наш взгляд, содержит следующую триаду: здоровье, счастье и финансовая независимость.

Наши наблюдения за поведением инвесторов (предпринимателей) как в Молдове, так и в странах СНГ свидетельствуют, что каждый, кто стремится построить свою «пирамиду успеха», подвержен риску потерять здоровье. Находясь в стрессовом состоянии, такой человек может нанести моральный ущерб себе и окружающим. Поэтому необходимо изменить методику выбора лучшего варианта проекта. Критерием будет выступать не максимизация прибыли в чистом виде, а максимизация благосостояния инвестора и благосостояния конкретной фирмы, конкретного коллектива. Термин благосостояние включает как наличие

прибыли, так и состояние уровня конфликтности (потеря здоровья, потеря друзей – это тоже убытки неэкономического порядка и должны рассматриваться в совокупности).

В эпоху третьего тысячелетия работник как экономический агент будет рассматриваться не как рабочий, производящий материальные блага, а как гармонически развитая личность: физически и духовно. В теории полезности используется условный показатель – «ютиль» (единица полезности товара). Мы предлагаем оценивать инвестиционные проекты (выбор оптимальных решений) с учетом физического и духовного состояния инвестора, где вводится показатель «благо» (Well).

Экономисты сознательно уходят от таких понятий, как духовные ценности, этика, мораль, состояние радости, так как их нельзя количественно измерить. Перед австрийскими экономистами – маргиналистами в свое время стояла подобная задача: как измерить полезность товаров и услуг (если один продукт вкуснее другого или первый потребленный товар полезнее последующих). Они ввели условное понятие «ютиль» (полезность), который действует в пространстве и во времени и вошло в учебники как «закон убывающей предельной полезности».

Предложенный нами условный показатель «благо» действует в пространстве и во времени и имеет свою отправную точку и эта отправная точка принимается за единицу ($W=1$) и рассматривается как тенденция роста и развития.

Таким образом, расширенная модель принятия управленческих решений, ориентированная на гармонизацию личности примет вид:

$$E(W) = \sum_{k=1}^n Rk * Pk * Wk \rightarrow \max.$$

где:

$E(W)$ – математическое ожидание благосостояния,

Wk – коэффициент блага.

Показатель физического и духовного здоровья инвестора ранее не учитывался, однако это необходимо делать, поскольку, в противном случае, используемые методики,

прежде всего развивающихся и слаборазвитых стран, дают некорректные результаты.

Коэффициент блага (W_k) является отражением состояния здоровья и психологического климата в коллективе. Окончательное решение об инвестировании целесообразно принимать не с учетом максимизации прибыли, а на основе максимизации математического ожидания благосостояния. По новой методике инвестор даст предпочтение тому проекту, где выше/больше общее благосостояние, при этом коэффициент физического и духовного состояния инвестора должен быть больше единицы: $W_k > 1$. Если $W_k < 1$, то проект считается ущербным и не принимается к рассмотрению. За основу следует брать экономико-экологическую эффективность, защищая как индивида, так и окружающую среду. Настало время изучать экономическую теорию на стыке философии, физики, политологии. В.С. Соловьев в книге «Оправдание добра» пишет: «Признать в человеке только деятеля экономического производителя, собственника и потребителя вещественных благ – есть точка зрения ложная и безнравственная».

Предложенная нами методика отбора инвестиционного проекта прошла апробацию в студенческих аудиториях: в ходе деловой игры – по выбору лучшего проекта предложено студента самим выбрать, из двух методик лучшую на их взгляд. Результаты таковы – 87% студентов решил задачи при выборе лучшего проекта по предложенной нами методике.

Приведем методологию оценки инвестиционных проектов в условиях риска потерь ожидаемого дохода, а также риска потерять здоровье.

1. Предположим, эксперты прогнозируют возможные исходы (доходность). Обозначим возможный исход (доход) – R_k , где $k=1, 2, \dots, n$. В качестве R_k могут выступать различные показатели, например: доход, прибыль, выручка и т.д.

2. Каждому исходу, присваивается соответствующая вероятность (P_k) получения ожидаемого дохода, где $\sum P_k=1$.

3. Каждому исходу присваивается, так же, соответствующий коэффициент получения «блага» (W_k – степень физического и духовного здоровья инвестора).

4. Выбирается критерий (например, максимизация математического ожидания, благосостояния).

Приведем пример: Допустим, имеются два объекта инвестирования с одинаковой прогнозной суммой требуемых капитальных вложений. Величина планируемого дохода (R_k) в каждом случае неопределенна и приведена в виде распределения вероятностей (P_k), а также коэффициента возможного блага (W_k).

Исходные данные для отбора инвестиционных проектов

Доход (R_k), тыс.лее в	Вероятность (P_k)	Коэффициент блага (W_k).	Доход (R_k), тыс.лее в	Вероятность (P_k)	Коэффициент блага (W_k).
3000	0,10	1,20	2000	0,10	1,0
3500	0,20	1,10	3000	0,15	1,0
4000	0,40	1,00	4000	0,30	1,0
4500	0,20	1,15	5000	0,35	0,9
5000	0,10	1,00	8000	0,10	0,8

Рассмотрим традиционный метод определения лучшего проекта, где учитывается только доход (R_k) и соответствующая вероятность (P_k). Тогда математическое ожидание по проектам А и В следующее:

$$E(R_A)=4000 \text{ тыс.лей.}$$

$$E(R_B)=4400 \text{ тыс.лей.}$$

Следовательно, проект В является более предпочтительным, так как ожидаемый доход больше чем у проекта А на 400 тыс. лей, и составит 4400 тыс. лей.

Теперь введем переменную W_k – коэффициент блага. Формула пример следующий вид:

$$E(W) = \sum_{k=1}^n R_k * P_k * W_k$$

$$E(W_A)=4265 \text{ тыс.лей.}$$

$$E(W_B)=4065 \text{ тыс.лей.}$$

Таким образом, проект А является более

предпочтительным с точки зрения общего благосостояния (4265 тыс.лей). Сравнивая две методики установления критерия отбора инвестиционных проектов, можно сделать вывод, что проект В обладает большим доходом – 4400 тыс. лей, чем проект А, однако это сопряжено с издержками потери здоровья (ухудшением физического и духовного состояние инвестора).

Следовательно, окончательное решение об инвестировании целесообразно принимать не с учетом максимизации прибыли, а на основе максимизации математического ожидания благосостояния. Методика предполагает, то если $W_k < 1$, то проект не принимается к рассмотрению. За основу следует брать экономико – экологическую эффективность, защищая как индивида, так и окружающую среду. Настало время изучить экономическую теорию на стыке философии, физики, политологии.

На наш взгляд, действия политико-экономических «законов» не отвечают возросшим требованиям интеграционного процесса. Причины мирового экономического кризиса следует искать в человеке – носителе, прежде всего духовных и материальных ценностей, в его возросшем самосознании, которые вступают в противоречия с устаревшими экономическими отношениями.

КОНКУРЕНЦИЯ ИЛИ СОТРУДНИЧЕСТВО?

Смену научной парадигмы следует искать в образовании, нужны новые учебники, новые понятия. Следует изъять из учебников такое магическое понятие как «конкуренция» (борьба за выживание). В нашем неразвитом обществе придумали конкуренцию в экономике, где выживают сильные, их называли конкурентоспособными, они подчинили себе менее конкурентоспособных. «Дикий закон» работает только в бездуховном обществе.

Наша попытка заменить понятие «конкуренции» на «сотрудничество» в учебном процессе не находит поддержку среди всех ученых экономистов. Тем не менее, мы с уважением относимся к нашим оппонентам. Сегодня преподается

либеральная рыночная экономика, где «конкуренция» является главным атрибутом, а Адам Смит – всеобщим кумиром. То, что Западная рыночная экономика накормила и одела передовые страны, во истину так, и мы, Восточные страны переняли эту либеральную экономическую политику. Однако, теорию предпринимательства А. Смит написал в 1776 году, а сегодня ТНК создали много социальных и экономических проблем, и конкуренция стала источником всех бед: безобидная конкуренция между всеми фирмами перерастает в торговую и экономическую войну, а последнее в межнациональные конфликты и войны.

Сегодня мы видим, как главные игроки конкурируют между собой за сферы влияния, преследуют свои интересы. Ведь конкуренция включает в себя превосходство одного человека над другим, одной фирмы над другой, одной страны над другой, она не совместима с межнациональным диалогом. Вот почему, на наш взгляд, понятие конкуренции (борьбы) следует пересмотреть, начиная с межличностного уровня и кончая уровнем планетарной цивилизации.

Здесь, по нашему мнению должна произойти также смена научной парадигмы – не «борьба», а «сотрудничество» двух цивилизаций – Западной и Восточной. Научный мир должен осознать, что только взаимное сотрудничество на всех уровнях общественного развития позволит решить общепланетарные проблемы. Тем более, что это происходит из Божественного закона («Перед Богом мы все равны»).

Первый ментальный закон – это «покой в душе», указывающий на то, что материальные и нематериальные ценности приведены в равновесие и индивид (инвестор, предприниматель), человеческая сущность пребывает в состоянии удовлетворенности, радости. «Прибором» определения этого состояния являются глубинные человеческие удовлетворенности (равновесия) или неудовлетворенности (неравновесия).

Данная проблема выходит за рамки экономической науки в чистом ее виде. Сегодняшние вызовы XXI в. Заставляют нас обратить внимание на серьезный конфликт экономики и экологии, как нарушение равновесия человека и окружающей

среды. Синтез материальности и духовности вынуждает нас в эпоху глобализации отыскать равновесную величину между экономическим ростом и сохранением окружающей среды и принять «золотое правило» к исполнению всеми странами. Такое позитивное сотрудничество возможно только в условиях «конструктивного диалога». И мы полагаем, что диалог следует рассматривать на микро- и макроуровне, как единое целое, в узком и широком смысле этого слова, как восходящий стержень, от диалога между двумя личностями до диалога цивилизаций (диалог Запада и Востока) на плановом уровне.

Позитивные примеры диалога на локальном уровне имеются и в маленькой стране – Республике Молдова. Самый уязвимый и трудный – это диалог политический. Для разрешения межнационального конфликта на юге Молдовы в период известного «парада суверенитетов» после распада СССР, необходимо было выработать в ходе внутреннего межнационального диалога компромиссный вариант, чтобы не допустить братоубийственного конфликта. Один из авторов этой статьи был непосредственным участником этого многостороннего диалога и автором компромиссного проекта «Гагауз Йери» (Гагаузия), опубликованного в 1991 году и ставшего затем для многих стран примером того, как можно достичь мирного разрешения назревающих горячих конфликтов.

Какое образование нам нужно?

В настоящее время в стенах Комратского Государственного Университета разрабатывается новая экономическая концепция «Договорной Единый Налог», который также основывается на диалоге между властью и союзом предпринимателей. Этому предшествовали удачные эксперименты в 1993 – 2003 гг. в г. Комрат. Несмотря на то, что среди экономистов у проекта было много противников, игнорировавших договорные отношения в налоговой системе, оправдывавших свои позиции отсутствием теоретической базы. В настоящее время теоретическая база уже имеется, причем весьма солидная. В частности, большинство из нас

полностью поддерживает труды известного экономиста Джеймса Бьюкена и его идею общественного выбора [9,122]. Мы считаем, что только методом диалога и компромисса между властью и работодателями можно избежать как «провалов рынка», так и «провалов государства». Иначе говоря, сегодня необходима, как воздух, смена теоретической парадигмы в экономике.

Итак, какие конкретные перемены требуются в экономическом образовании?

1. Ввести в учебный курс «макроэкономика» новое равновесие:

$MV=SV$ (материальные ценности = духовные ценности) в качестве **золотого жизнеутверждающего правила**.

2. Признать деспотизм современной экономики и заменить понятие «конкуренция» на «сотрудничество». Ввести у учебный процесс «новую экономику Эдварда Деминга».

3. Признать «метафизику» как науку и ввести в учебный процесс.

4. Учитывая тот факт, что технология ведения бизнеса далека от технологии ведения рационального хозяйства, ввести в учебную программу курс «Бизнес и рациональное ведение хозяйства».

5. Новое университетское образование должно функционировать исключительно на основе доброты и взаимоуважения.

6. Сменить понятие «обособленность», разделяющее людей, на понятие «мы все – одно целое».

Таким образом, причины мирового экономического кризиса следует искать в человеке – носителе духовных и материальных ценностей, в его возросшем самосознании, которые вступает в противоречия с устаревшими экономическими отношениями.

Мы не претендуем на полноту исследования и точные ответы на поставленные выше вопросы – мы только попытались отыскать новые равновесия другого порядка и обозначить «новую системную экономику».

Список используемой литературы:

1. Богомолов О.Т. Неэкономические грани экономики: неопознанное взаимовлияние. Научные и публицистические заметки обществоведов. М.: Институт экономических стратегий. 2010.
2. Деминг Э. Новая экономика. М., 2010.
3. Заостровцев А. Либеральная политическая экономия и философия Джеймса Бьюкенена. Вопросы эконом. №4, 2013
4. Крапивенский С.Э. Социальная философия.
5. Похомов Ю. Мировой финансовый кризис: цивилизационные истоки// Экономик. 2009. №2.
6. Соловьев В.С. Оправдание добра. М., 2016.
7. Таушанжи К.П., Карабет М.А. Многомерная экономика в образовании: проблема и суждения//: Dialogul civilizatiilor: etica, educatie, libertate si responsabilitate intr-j lume in schimbare. Chisinau: S.n., 2015 – 567 p.
8. Таушанжи К.П., Яниогло А.И., Конкуренция или сотрудничество. ULUSLARARASI Bakanlarda soial bilimler kongresi №6, март 2014, Комрат.
9. Тихоплов В.Ю., Тихоплов Т.С. Физика веры. СПГ Весь 2005.
10. Фетхуллах Гюлен. От террора к планетарной этике: Религии и мир. Международный форум 2005 г. Москва.
11. IDISViitorul « Финансирование малых и средних предприятий Республики Молдова: Проблемы, тенденции и перспективы», Кишинев 2012.
12. THE PLATFORM OF «DIALOGUE EURASIA» Платформа «Диалог Евразия». Antalza 2012.
13. Таушанжи К.П. Смена научной парадигмы. Международная конференция. Киев.2015.

ANNOTATION

Bazhenova O., Chornodid I. The genesis of factors and models of economic growth The paper explores the main trends and facts about economic growth, genesis of its factors and models. It is noted that in addition to the technological progress on the current stage of the world economy development such factors of economic growth as human capital, innovation, social infrastructure came to the forefront. It is analyzed the basic models of economic growth - from neoclassical exogenous models to modern endogenous ones.

Biehun A., Ignatova Iu., Osipova O. Case management of the information security center The topic of the papers is the problem of the case management of information security center based on the theory of precedent (Case Based Reasoning, CBR). It is proved that, CBR methodology is an approach that can solve a new task using or adapting solutions of the already known problem. The solution of any cases over time and the methods of solutions are stored in a special base of precedents. In order to solve a new problem due to the similar situation of precedents, it is useful to apply the method which was used in similar case. The papers present an illustration of the model of case management at the Center for Information Security (IS) and a control example of the interaction of the domain of security and the Center for solving the situation of the incident. Therefore, this has allowed to make the following issues: the requirement of experienced experts to manage incident information security domains of security; the risk of making wrong decisions when managing information security incidents; the lack of a centralized source of statistics on incidents IB.

Keywords: theory of precedents, information security, precedent database, case management.

Chernyak O., Yakymchuk B. The modern approaches to modelling the balance of payment crisis The paper considers and presents synthesis of theoretical models of balance of payment crisis and investigates the most effective ways to model the crisis in Ukraine. For mathematical formalization of balance of payment crisis, comparative analysis of the effectiveness of different

calculation methods of Exchange Market Pressure Index was performed. A set of indicators that signal the growing likelihood of balance of payments crisis was defined using signal approach. With the help of minimization function thresholds indicators were selected, the crossing of which signalize increase in the probability of balance of payment crisis.

Danylcuk H., Zasyadko O., Soloviev V. Application the methods in theory of complex systems assessment economic security The paper estimated the financial stability of the enterprise «Motor Sich» network measures and using permutation entropy. The analysis and comparison of the weights with integrated measurement of financial security. The conclusions about the possibility of using methods of the theory of complex systems in assessing economic security.

Keywords: economic security, financial stability, network measures, spectral gap, permutation entropy, integrated assessment.

Grytsenko K. The method of modeling the dynamics of the development of insurance companies based on dynamical analysis of patterns Dynamic analysis of patterns – a new area of data analysis related to the study of the dynamics of the development of socio-economic objects, finding their interdependencies and classification. In the article the scientific and methodical approach to modelling the dynamics of the development of life insurers is proposed based on dynamical analysis of patterns.

Keywords: life insurance companies, analysis patterns, data visualization, Kohonen self-organized maps, dynamic group, trajectory of development.

Hostryk A., Solovyova V. Modeling of the crisis in socio-economic systems of the by methods networks analysis. The results are compared by methods of network analysis for the stock and spot markets in times of crisis. Obtained results are giving a reason to assert that unlike the stock markets, spot markets are practically uncorrelated, which greatly complicates the prediction of adverse events.

Keywords: complex networks, measure of complexity, topological analysis, spectral analysis, stock market, spot market, crisis.

Ivanov N. The method of estimation of economic safety of an economic entity In this article the method of evaluation of economic security. This method is based on the estimate of the total instability of the economic performance of an economic entity. In this paper we obtain expressions for the limiting values of the total volatility.

Kibalnik L., Kuzmych N. Network analysis in the study crisis in the financial markets The article deals with the possibility of using measures of network complexity means recurrent analysis in the study of the financial crisis (stock and foreign exchange) markets. It was found that spectral and topological characteristics of network complexity measures can be used as an indicator precursor-emergence of negative trends in the financial markets. Established that the complex application performance data can improve the accuracy of forecasts and reduce the possibility of errors.

Key words: complex network, recurrent network, topology, spectral analysis, crisis.

Kurbanov K., Pushkar O., Menyailova G. This article contains material on the choice of sources of financing of innovation in emergent economies. The characteristic emergent economy as a system of interrelated processes that respond qualitative changes in external factors. The analysis of the state of innovation, which is the strongest synergistic factor of economic development of Ukraine. There were comparing distinct sources of funding of innovative development and discovered among them the most perspective and are available

Lakis V. Reliability of date of accounting and financial statements – the basics of society’s economic stability. In globalization no legal entity can function separately from other legal entities. Economic links bring all companies into unified system. The main source of information about a company lies in the financial statements. On the bases of date in financial statements different management decisions are made. The basics of management decisions and economic stability depend on the reliability of date. The article investigates primary date and reasons of fraud in company’s transactions and ways how the fraud was performed and their impact on the reliability of financial

statements. Primary accounting data and assurance of reliability of financial statements are presented. Key words: primary data, date fraud, financial statements, manipulation, deception, internal control.

Lauzadyte-Tutliene A., Morkuniene N. The impact of globalization on income inequality in the member states of the EU. This paper aims at analysing the trends of globalization and income inequality in the member states of the European Union and comparing these occurrences in the global context; examining the impact and significance of economic elements of globalization in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia. Comparative analysis reveals that the EU member states can be characterized as more globalized and with lower income inequality, compared with the average of the other countries of the world, while the analysis of correlation between globalization (KOF index) and income inequality (GINI coefficient) shows the existence of various relationship between these factors in the EU member states. The regression analysis in Lithuania, Estonia, the Czech Republic, Denmark and Slovenia demonstrated diverse influence of global economic factors in these countries, i.e. foreign direct investment does not statistically influence the change in GINI coefficient in the countries researched. In Lithuania, the Czech Republic, and Slovenia the increase in foreign trade flows made impact on reducing GINI coefficient, while in Estonia and Denmark the increase in portfolio investments enlarged the income inequality

Miskinis A., Martinavicius J. Achievements and challenges of Lithuanian economy Although Lithuania started the transition to market economy later than some other Eastern European countries, its business environment is one of most liberal not only in the EU but also in the world. However, attractive business environment does not necessary bring quick and easy results. Lithuania is behind most other EU countries in attracting FDI or securing high wages and salaries. A research has been done to identify the achievements of Lithuanian economy, the reasons of drawbacks and main prospective challenges. The conclusions drawn are based on statistical analysis of Lithuanian economy and a comparison to other countries.

Paliulyte R., Rasteniene A. Liberal profession – new individual independent activity form in professional structure of Lithuania

The article deals with individual independent form of activity - the liberal professions, which is relatively new in Lithuania. The aim - on the basis of modern scientific theories to define the uniqueness of economic activity of liberal professions; describe the social significance and development of liberal professions as an individual independent activity. The article concludes that the criteria which distinguish the liberal professions from business and other individual independent forms of activity are: economic independence, intellectual nature of the activity, information asymmetry, altruistic attitude, a relationship of trust. A public significance of liberal professions is determined by the growth significance of human capital in the value creation process. **Keywords:** liberal professions, intellectual services, trust goods, information asymmetry, regulation.

Porokhnya V., Sherstennikov Yu. Modeling of dynamic processes of structure and properties of small business models based on time parameters logistics system

Modelling of structure and properties developments of small enterprise on the basis of dynamic models which recreate these processes, with systems, which form small enterprise. That is, with systems which represent technological, technical, organizational, economic, social, information and other structures of small enterprise which are connected among themselves by information, material, financial flows. In turn, to manage and model scenarios of development of small enterprise in time it is necessary to have accurate model of logistic processes of activity of small enterprise. Therefore process of production modelling, investment and financial, innovative activity of small enterprise, construction of scenarios of its strategic development needs to be built on the basis of methods, models and mechanisms which form and alter structure of logistic processes of functioning of small enterprise, thus allocating with its new properties. The primary goal which arises before logistics is decrease in expenses connected with finishing of a material flow from a primary source of raw to an ultimate consumer. The model of logistic system of small enterprise includes parametres: from demand for the goods and service to determination of rates of

delivery to their consumers, considering existing communications between dynamics of these parameters described by corresponding dynamic models which on the basis of scenario modelling give the chance to compare cost efficiency of different variants of development of small enterprise. The general idea of logistic model of small enterprise on which basis the economic-mathematical model of time parameters of structure and properties development of small enterprise into which railroad train dynamic models which are provided with reproduction of real processes of small enterprise functioning throughout cycles of their modelling enter is under construction is offered.

Keywords: logistic system, dynamic model, small enterprise structure.

Taushanzhy K., Feredun Tyufekchy. The crisis that hit the entire world is a crisis of moral values for the sake of the material ones. Scientific paradigm change must be found in education. Only mutual cooperation at all levels of social development will solve the existing problems.

Keywords: spiritual values, economy, material values, education, cooperation

Tishkov B., Kotliarova Yu. Neuromarketing: innovative methods of marketing research in digital-medium. In the article analyzed innovative methods of neuromarketing research; developed an author classification of these methods; highlighted sections of neuromarketing; give examples of areas of appliance.

Keywords: digital-marketing, marketing research, neuroeconomic, neuromarketing.

Vitlinskyi V., Koliada Y., Rozhok T. The effect of lag on the factors of the evolution of the macroeconomic system and risk evaluation on the basis of the linear matrix dynamic model. The lag matrix modification of the classic dynamic Harrod-Domar model with the constant rate of the consumption growth is reviewed. The mathematical tools for finding the optimal values of the model's parameters for the purposes of simulating the target dynamics are described. The result of modeling the evolution of the Ukrainian economy on the basis of the reviewed model with the coordinates «GDP – taxes» is provided. The coordinate-wise risk of losing stability of the economic system is evaluated.

Keywords: economic and mathematical modeling, Harrod-Domar model, economic dynamics, macroeconomic system, risk.

Vitlinskyy V., Skitsko V. Modeling in evaluating of logistics risk using artificial immune system. Background risk management logistics as one of the major business risks in the current business environment is analyzed. Existing approaches to logistics risk evaluating are described. The basic notions of artificial immune systems are described. The model of logistics risk evaluating using clonal selection algorithm in artificial immune system for example is constructed.

Vodoleeva I., Lazarenko A., Soloviv V. Investigated the dynamics multiplex measures during the crisis. Demonstrated features of modeling random and directed attacks on the network as the basis for timely monitoring adverse events and to ensure the stability and reliability of the system. A testing system developed indicators robustness for example the actual functioning of complex systems, including a series of attacks on the social, technical and terror networks modeled changing dynamics of the occurrence of such attacks. Analysis of the results gives rise to recommendations for practical application range of indicators developed as a system of sustainable development of complex socio-economic systems.

Key words: socio-economic systems, complexity, multiplexed networks, stability, crisis, terrorism.

Zakharchenko P. The scenario of emergence of hyper chaos in economic activity of resort-recreation system The article is devoted to solving of problem the applications of mechanism intersection of chaos in activity of resort-recreation complex. There are reflected peculiarities of health-resort activity in market conditions, and there are grounded necessity and methodology of construction of dynamic nonlinear model management of chaotic constituent.

ЗМІСТ

Передмова	4
Розділ 1. Сучасні методи дослідження емерджентних властивостей складних систем	7
1.1. Дослідження стійкості мультиплексних мереж під час кризових явищ	7
1.2. Моделювання кризових явищ в соціально-економічних системах методами мережного аналізу	16
1.3. Метод моделювання динаміки розвитку страхових компаній на основі динамічного аналізу патернів	23
1.4. Using an evolutionary algorithm to improve investment strategies for economic industries	33
1.5. Сценарій виникнення гіперхаосу в економічній діяльності курортно-рекреаційної системи	46
1.6. Мережний аналіз при дослідженні кризових явищ на фінансових ринках	54
1.7. Інтегральна стохастична модель динаміки зростання і розвитку соціально-еколого-орієнтованої інноваційної економіки	62
1.8. Нейромаркетинг: інноваційні методи проведення маркетингових досліджень в Digital-середовищі	84
1.9. Сучасні підходи до моделювання кризи платіжного балансу	93
Розділ 2. Ризик-менеджмент та безпекологія інноваційної економіки	113
2.1. Ситуаційне управління центром інформаційної безпеки	113
2.2. Вплив лагу на чинники еволюції макроекономічної системи та оцінювання ризику на підґрунті матричної лінійної динамічної моделі	135
2.3. Моделювання в оцінюванні логістичного ризику з використанням штучної імунної системи	151
2.4. Застосування методів теорії складних систем при оцінці економічної безпеки підприємства	167
2.5. Метод оценки экономической безопасности субъекта хозяйственной деятельности	174

Розділ 3. Фактори забезпечення економічного зростання на мікро- та макрорівнях	180
3.1. Evaluation of economic efficiency in new member states of the European Union	180
3.2. Liberal profession – new individual independent activity form in professional structure of Lithuania	191
3.3. The impact of globalization on income inequality in the member states of the EU	205
3.4. Генезис чинників та моделей економічного зростання	221
3.5. Фінансування інновацій в емерджентній економіці ...	235
3.6. Достоверность первичных данных учета и финансовых отчетов – основа экономической стабильности общества	245
3.7. Achievements and challenges of Lithuanian economy ...	264
3.8. Моделювання динамічних процесів розвитку структури і властивостей мп на основі моделей часових параметрів логістичної системи	281
3.9. Бизнес – стратегия в Молдове: методика отбора инвестиционного проекта	298
Annotation	316