




# “The mechanism of synergetically controlled self-organization of actors in social networking services”

<b>AUTHORS</b>	Kateryna Molodetska  <a href="http://orcid.org/0000-0001-9864-2463">http://orcid.org/0000-0001-9864-2463</a>  <a href="http://www.researcherid.com/rid/P-4403-2014">http://www.researcherid.com/rid/P-4403-2014</a>
<b>ARTICLE INFO</b>	Kateryna Molodetska (2018). The mechanism of synergetically controlled self-organization of actors in social networking services. <i>Development Management</i> , 16(4), 1-13. doi: <a href="https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.01">10.21511/dm.4(4).2018.01</a>
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.01">http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.01</a>
<b>RELEASED ON</b>	Monday, 21 January 2019
<b>RECEIVED ON</b>	Monday, 26 November 2018
<b>ACCEPTED ON</b>	Monday, 17 December 2018
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>
<b>JOURNAL</b>	"Development Management"
<b>ISSN PRINT</b>	2413-9610
<b>FOUNDER</b>	Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**33**



NUMBER OF FIGURES

**3**



NUMBER OF TABLES

**0**

Kateryna Molodetska (Ukraine)

# THE MECHANISM OF SYNERGETICALLY CONTROLLED SELF-ORGANIZATION OF ACTORS IN SOCIAL NETWORKING SERVICES

## Abstract

Today social networking services are one of the most popular virtual platforms for implementing social communication in the information space. In this case, social networking services provide the basic needs of actors in communication, belonging to virtual communities, new knowledge, self-realization, security, etc. At the same time, social networking services can be used by the world leading countries to achieve one-sided advantages in the national information space and influence on social and political processes in the state, public opinion, social exacerbation, interethnic and interreligious conflicts, etc. That's why providing the state's information security in social networking services is one of the most acute problems in Ukraine and around the world. It is established that the most promising direction of counteracting the threats to state information security in social networking services and managing the dynamics of interaction between the actors is the use of the concept of synergetic management. However, currently there are no practical recommendations for the implementation of synergetic management with the use of social control for self-organization in social networking services. The article systematizes the basic components of social control in social networking services. It is established that they are divided into social norms and social sanctions. The structure of each component of social control in social networking services and the peculiarities of their implementation are revealed. The synergetic model of interaction between the actors in social networking services is synthesized, which will ensure the formation of a stable virtual community. Such a virtual community is capable of counteracting the threats to the state's information security in the information space of services through the implementation of social control over the members of the virtual community and the dissemination of a strategic narrative to counteract the content of destructive nature. The experimental research of the proposed model of synergetic control for a hidden artificially controlled transition of the virtual community of actors in social networking services to the state of state information security is performed. It is proved that the effectiveness of such a management compared to the unmanaged processes of the formation of stable virtual communities increases 3.3 times and allows to attract a greater number of actors of social networking services.

## Keywords

actor, state information security, synergetical management, social networking services, social control, Mono model

## JEL Classification

O39

К.В. Молодецька (Україна)

# МЕХАНІЗМИ СИНЕРГЕТИЧНО КЕРОВАНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ АКТОРІВ У СОЦІАЛЬНИХ ІНТЕРНЕТ-СЕРВІСАХ

## Анотація

Наразі соціальні інтернет-сервіси представляють собою одну з найпопулярніших віртуальних платформ для здійснення соціальної комунікації в інформаційному просторі. При цьому соціальні інтернет-сервіси забезпечують базові потреби акторів у спілкуванні, приналежності до віртуальних спільнот, нових знаннях, самореалізації, безпеці тощо. Одночасно соціальні інтернет-сервіси можуть бути використані провідними державами світу для досягнення однобічних переваг в національному інформаційному просторі та впливу на суспільні й політичні процеси в державі, громадську думку, загострення соціальних, міжнаціональних та міжрелігійних конфліктів тощо. Тому забезпечення інформаційної безпеки держави у соціальних інтернет-сервісах є однією з найбільш гострих проблем в Україні та всьому світі. Встановлено, що найбільш перспективним напрямком протидії загрозам інформаційної



S. KUZNETS KHNUUE



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 26<sup>th</sup> of November, 2018

Accepted on: 17<sup>th</sup> of December, 2018

© Kateryna Molodetska, 2018

Kateryna Molodetska, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Educational and Scientific Center of Information Technologies, Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

безпеки держави у соціальних інтернет-сервісах та управління динамікою взаємодії акторів є використання концепції синергетичного управління. Однак, наразі відсутні практичні рекомендації щодо реалізації синергетичного управління з використанням соціального контролю для самоорганізації у соціальних інтернет-сервісах.

У статті систематизовано базові компоненти соціального контролю в соціальних інтернет-сервісах. Встановлено, що вони поділяються на соціальні норми і соціальні санкції. Розкрито структуру кожної з компонент соціального контролю у соціальних інтернет-сервісах та особливості їх реалізації. Проведено синтез моделі синергетичного управління взаємодією акторів у соціальних інтернет-сервісах, яка забезпечить утворення стійкої віртуальної спільноти. Така віртуальна спільнота здатна до протидії загрозам інформаційній безпеці держави в інформаційному просторі сервісів завдяки реалізації соціального контролю над учасниками віртуальної спільноти й поширенню стратегічного наративу для протидії контенту деструктивного змісту. Виконано експериментальне дослідження запропонованої моделі синергетичного управління для прихованого штучно-керованого переходу віртуальної спільноти акторів у соціальних інтернет-сервісах до заданого стану інформаційної безпеки держави. Доведено, що ефективність такого управління порівняно з некерованими процесами утворення стійких віртуальних спільнот, підвищується у 3.3 рази і дозволяє залучити більшу кількість акторів соціальних інтернет-сервісів.

## Ключові слова

актор, інформаційна безпека держави, синергетичне управління, соціальні інтернет-сервіси, соціальний контроль, модель Моно

## Класифікація JEL

O39

---

## ВСТУП

Внаслідок постійного розвитку і вдосконалення інформаційних технологій відбуваються відповідні зміни у системі стратегічних комунікацій суспільства. Наразі здійснюється суттєва переорієнтація каналів поширення інформації, а провідна роль відводиться соціальним інтернет-сервісам (СІС). В основу функціонування СІС покладено феномен соціальної мережевої взаємодії, який полягає у перетворенні інформаційного простору таких сервісів на інструмент формування соціального середовища суспільства, поєднання віртуального життя онлайн та реального життя офлайн [12]. Завдяки цьому сучасні СІС забезпечують своїх користувачів – акторів, не тільки ефективними засобами роботи з різними типами контенту, але й для створення віртуальних спільнот, залучення та координації учасників подій у реальному житті тощо.

Серед характерних особливостей СІС виділимо транскордонність процесів взаємодії акторів, утворення віртуальних спільнот на основі колективних інтересів, рівноправність усіх акторів, високий ступінь довіри до контенту СІС на відміну від офіційних засобів масової інформації тощо. Внаслідок відсутності ефективних процедур верифікації контенту в СІС, вони перетворилися на один з найбільш дієвих засобів для проведення зловмисниками інформаційних операцій, спрямованих проти інформаційної безпеки держави (ІБД). При цьому протиборчою стороною цілеспрямовано поширюється контент деструктивного змісту з метою маніпуляції суспільною думкою, впливу на політичні й державотворчі процеси, прийняття рішень на державному рівні тощо.

Зокрема, за даними журналістського розслідування «РБК» [26] для впливу на суспільну думку громадян США під час президентської кампанії влітку 2016 р. використано 100 співробітників «фабрики тролів» з Санкт-Петербурга (Росія). При цьому в СІС утворено щонайменше 120 віртуальних спільнот і тематичних профілів акторів, які публікували контент для поширення контенту, який сприяв появі соціальної напруженості й міжнаціональної ворожнечі щодо питань відокремлення штату Техас, права на вільне носіння зброї та нелегальної міграції. Цільова аудиторія інформаційної операції охоплювала 30 мільйонів акторів на тиждень. Протиборчій стороні з офісом, розміщеним у Росії, вдалося завдяки використанню СІС організувати близько 40 реальних мітингів на території США.

Таким чином, існує об'єктивне протиріччя між зростанням рівня популярності СІС для здійснення соціальної комунікації у всьому світі й Україні зокрема та необхідністю підвищення рівня ІБД при використанні її громадянами СІС. Тому, зважаючи на високий рівень розвитку інформаційної сфери, виникає нагальна проблема у забезпеченні ІБД у СІС, вирішення якої визначає суверенітет держави в світовому інформаційному просторі та формує її політичну та економічну роль на світовій арені.

# 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

## 1.1. Хаотична динаміка взаємодії акторів у соціальних інтернет-сервісах

Численні дослідження взаємодії акторів у СІС [9, 23, 31, 32] визначають їх як інструмент формування динамічного інформаційного простору. Сучасні СІС використовуються великою кількістю акторів – вузлів зв'язку, поєднаних між собою різними відношеннями, які формують канали передачі контенту. Віртуальні спільноти акторів у СІС, утворені на основі їх спільних інтересів, здатні динамічно змінювати свою структуру, а самі процеси взаємодії акторів характеризуються високою чутливістю до будь-яких змін початкових умов або параметрів інформаційного простору. У результаті проведення в інформаційному просторі СІС інформаційних операцій, які представляють собою зовнішні системні збурення, можуть виникати не прогнозованість і некерованість процесів соціальної комунікації акторів не тільки у віртуальному просторі, але й у реальному житті.

Так, в умовах формування інформаційного суспільства на міжнародній геополітичній арені особливого значення набуває концепція керованого хаосу [3, 16, 24, 29], суть якої зводиться до контролю нестабільності в окремій державі. При цьому протиборчою стороною активно використовуються суспільне напруження і суперечності, відсутність дієвих каналів комунікації влади, поширення усталеної суспільної думки щодо нездатності керівництва держави виконувати покладені на нього завдання [24]. Експансія здійснюється шляхом використання громадських груп або об'єднань, що беруть під свій контроль канали стратегічної, урядової та кризової комунікації з подальшим їх використанням для висвітлення подій в державі на весь світ. В першу чергу об'єктом такого деструктивного впливу стає суспільна думка, національні цінності та ідентичність, культура тощо. Усі дії оцінюються як прогресивний шлях до розвитку суспільства і держави, а конфлікти, які при цьому виникають, перетворюються на революції, громадянські війни та збройні конфлікти. В умовах послаблення вертикалі державної влади, національного суверенітету, відсутності стабільності особливого значення набуває залежність від підтримки провідних країн світу і вразливість від тиску інших держав [24].

Наразі СІС мають особливе місце для реалізації концепції керованого хаосу як найпопулярніший засіб комунікацій, що пов'язано з такими особливостями взаємодії акторів [5, 19]: віртуальні спільноти акторів у СІС є групою громадян зі спільними інтересами, які діють завдяки самоорганізації; суттєві прояви колективної поведінки у віртуальному просторі; високий рівень довіри до неофіційних джерел контенту, ступінь сприйняття інформаційного впливу; поява лідерів думок, які користуються особливим авторитетом в інших акторів СІС; використання вкрай негативного чи позитивного оцінювання подій різного типу.

У працях [7, 20] доведено, що для протидії загрозам ІБД у СІС шляхом управління процесами взаємодії акторів у віртуальних спільнотах доцільно використовувати положення теорії динамічного хаосу. Вибір ефективного методу управління хаотичною динамікою взаємодії акторів у СІС забезпечить пригнічення хаотичної динаміки для дієвого переходу віртуального співтовариства до заданого стійкого стану ІБД, в якому неможлива реалізація загроз і формуються передумови для сталого розвитку інформаційного простору в умовах глобалізації та вільного обігу контенту.

## 1.2. Методи управління взаємодією акторів у соціальних інтернет-сервісах

Відповідно до положень теорії динамічного хаосу для управління процесами взаємодії акторів можна використати наступні методи [1, 20, 33]: розімкнене управління, лінійне і нелінійне управління, адаптивне управління, метод ОГУ, нейромережеве управління, нечітку логіку тощо.

Особливостями реалізації розімкненого управління [1, 33] в СІС є здійснення спрямованого інформаційного впливу на віртуальну спільноту, який представляє собою числову функцію, що залежить від часу і не враховує зміну величини показників взаємодії акторів. Такий метод пригнічення хаотичної динаміки недоцільно застосовувати для протидії тривалим інформаційним операціям у СІС, що пов'язано

з більшою ефективністю його використання для швидкоплинних інформаційних акцій. Наразі моделі розімкненого управління синтезовані для обмежених класів задач, тому не можуть бути використаними в умовах зміни оперативної обстановки у інформаційному просторі СІС.

Лінійне та нелінійне управління хаотичною динамікою спирається на методи теорії автоматичного управління [1]. Застосування таких методів для управління процесами взаємодії акторів у СІС обмежується високим ступенем абстракції моделей, що не дозволяють в повній мірі врахувати закономірності соціальної комунікації.

Сутність адаптивного управління зводиться до параметризації моделі взаємодії акторів віртуальної спільноти в СІС і закону управління [21]. Управляючий інформаційний вплив формується з урахуванням обмеження, що параметри процесів взаємодії акторів невідомі й структура взаємозв'язків у віртуальній спільноті невідома. Суттєвими недоліками розглянутого методу управління є низький рівень точності при застосуванні такого управляючого інформаційного впливу в умовах дії комплексних загроз ІБД, недостатній рівень ефективності в умовах функціонування складних динамічних систем, зокрема СІС.

Одним з найбільш дієвих підходів до управління хаотичною динамікою є метод OGY (Ott-Grebogi-Yorke), який полягає у коригуванні параметру взаємодії акторів з метою утримання зображуючої точки системи у фазовому просторі поблизу нестійкої періодичної орбіти [22]. Складність застосування даного методу полягає у необхідності визначення такого параметру взаємодії акторів, управління яким забезпечить перехід до заданого стану ІБД, а також вимога визначення конкретного моменту часу для здійснення управляючого інформаційного впливу на віртуальну спільноту для досягнення такого стану.

Суттєва перевага нейромережевого управління хаотичною динамікою [1] полягає у високій швидкодії процедур навчання нейронної мережі для управління і прогнозування, ідентифікації та управління джерелами хаосу у віртуальних спільнотах. Зокрема, при цьому використовуються адаптивні регулятори з самонавчанням. Однак, завдяки недостатньому ступеню обґрунтування порядку утворення стійкої функціональної ланки нейронів, застосування такого підходу в умовах впливу загроз ІБД в інформаційному просторі СІС є обмеженим.

Регулювання хаотичних процесів може здійснюватися з сумісним використанням нечіткої логіки і мережі регуляторів [15]. Однак, існуючі рішення застосовуються для конкретних завдань, тому синтез системи регуляторів на основі нечіткої логіки для пригнічення хаотичної динаміки процесів взаємодії акторів в умовах постійної модифікації та удосконалення загроз ІБД в СІС є недоцільним.

У дослідженнях [10, 13,14] доведено, що одним з найбільш перспективних напрямків протидії загрозам ІБД у СІС та управління динамікою взаємодії акторів є використання концепції синергетичного управління. Суть запропонованої концепції полягає у штучно-керованому переході СІС від хаотичної динаміки взаємодії акторів до заданого стану ІБД внаслідок цільової самоорганізації у віртуальній спільноті. У працях [17, 18] виконано синтез моделей синергетичного управління на основі запропонованої концепції, які дозволяють змінювати попит акторів на контент деструктивного змісту в СІС. Однак, не розглянуто особливості практичної реалізації синергетичного управління взаємодією акторів з використанням соціального контролю для самоорганізації у СІС. Тому вироблення практичних рекомендацій щодо застосування механізмів самоорганізації акторів у СІС для протидії загрозам в інформаційному просторі є актуальним науково-прикладним завданням на шляху забезпечення ІБД у СІС.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета статті полягає у підвищенні ефективності керованого переходу до заданого стану ІБД у СІС завдяки дослідженню особливостей саморегуляції віртуальних спільнот в інформаційному просторі.

### 3. МЕТОДИ

Нехай деякий СІС перебуває у стані  $m_i$  з множини можливих  $M = \{m_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , який визначає актуальний рівень інформаційної безпеки  $Z_{actual}^{m_i}$ . У свою чергу, такий стан СІС описується вектором параметрів

$PR$ . Внаслідок впливу на інформаційний простір СІС синергетичного управління  $U_j(PR)$  за час  $T$

відбуваються процеси самоорганізації акторів – змінюється структура віртуальних спільнот або параметри взаємодії акторів між собою. Тоді СІС переходить до заданого стану інформаційної безпеки  $Z_{preset}^{k_l}$

з можливих  $K = \{k_l\}$ , тобто

$$Z_{actual}^{m_i}(t) \xrightarrow[T \rightarrow \min]{U_j(PR), F_q(U)} Z_{preset}^{k_l}(t+T)$$

Отже, необхідно визначити сукупність механізмів самоорганізації акторів у СІС  $F_q(U)$ , використання

яких забезпечить підвищення ефективності реалізації синергетичного управління взаємодією акторів як інформаційного впливу на віртуальну спільноту.

#### 3.1. Соціальний контроль у соціальних інтернет-сервісах

У даній статті під механізмами самоорганізації акторів у СІС будемо розуміти систематизовану сукупність зв'язків між проявами соціального контролю та синтезованим інформаційним впливом на віртуальну спільноту, спрямованих на формування структури віртуальної спільноти для досягнення заданого стану ІБД під час соціальної комунікації.

З публікацій [25, 28] відомо, що для СІС як до класу систем, які еволюціонують, характерні різні прояви соціального контролю. У свою чергу, соціальний контроль у СІС – це систематизована сукупність дій, спрямованих на саморегуляцію віртуальної спільноти акторів, яка дозволяє забезпечити підтримку загальноприйнятих форм поведінки окремих акторів, відношень ними та функціонування віртуальних спільнот в цілому [30]. До соціального контролю у СІС належать усі форми прояву реакції акторів для здійснення суспільного тиску у відповідь на дії інших акторів чи віртуальних спільнот у випадку їх злочинної (делінквентної) поведінки або такої, що відхиляється від загальноприйнятих норм (девіантної). Результатами здійснення соціального контролю у СІС є вплив на процеси взаємодії акторів і динаміку поширення контенту в інформаційному просторі віртуальних спільнот.

На Рисунку1 подано основні компоненти соціального контролю в СІС.

Його головними складовими є соціальні норми і соціальні санкції. Соціальні норми в СІС представлені усталеною сукупністю загальноприйнятих правил, стандартів, відношень між акторами, які забезпечують впорядкованість віртуальної спільноти, стійкість процесів взаємодії акторів, зокрема до деструктивного інформаційного впливу. Функціями соціальних норм у СІС є [30]:

1. Узгодження процесів соціальної комунікації акторів.
2. Об'єднання акторів у віртуальні спільноти, а віртуальних спільнот – у цілісну спільноту сервісу.
3. Контроль девіантної або делінквентної поведінки окремих акторів.
4. Формування еталонних моделей поведінки акторів та їх взаємодії у СІС.

Наразі у більшості СІС розроблено стандарти спільноти сервісу, які визначають перелік дозволених та заборонених акторам дій в інформаційному просторі, призначені для формування безпечного середовища соціальної комунікації, а також для створення передумов різнобічного самовираження акторів. Аналогічні стандарти можуть бути сформульовані адміністраторами віртуальних спільнот у СІС для



**Рисунок 1.** Базові компоненти соціального контролю в СІС

закріплення норм поведінки акторів, які є її учасниками. СІС мають розвинутий інструментарій для управління процесами взаємодії акторів, до яких належать засоби оцінювання коментарів і публікацій інших акторів, відгуки про сторінки або окремі дописи з можливістю поскаржитися на їх вміст, можливості блокування контенту, сторінок, акторів чи віртуальних спільнот тощо. Нетікет – сукупність загальноприйнятих правил поведінки у віртуальному просторі, дотримання яких акторами забезпечує створення комфортного середовища здійснення соціальної комунікації.

Соціальні санкції у СІС – це сукупність покарань у правовому полі держави і середовищі СІС, які застосовуються у випадку виявлення відхилень від загальноприйнятих норм взаємодії акторів та віртуальних спільнот з метою гарантованого дотримання в інформаційному просторі СІС стандартів спільноти [30]. У першу чергу соціальні санкції реалізуються як формально-негативні санкції проти акторів з девіантною поведінкою відповідно до низки законодавчих актів – Конституції України, Закону України «Про основи національної безпеки України», Указу Президента України № 47/2017 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 грудня 2016 року «Про Доктрину інформаційної безпеки України», Указу Президента України № 96/2016 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 січня 2016 року «Про Стратегію кібербезпеки України» та інших.

Значна частина СІС передбачає інструментальні засоби для блокування віртуальної спільноти, окремого актора чи поширюваного контенту. Блокування віртуальної спільноти відбувається у випадку численних скарг акторів СІС, поширення забороненого контенту, різкої зміни його тематики, «накручування» лайків і репостів тощо. Аналогічним чином блокування окремих акторів у СІС проводиться при агресивній поведінці, погрозах іншим акторам або сервісу, поширенні заборонених матеріалів чи матеріалів, захи-

щених авторським правом, використанні заборонених геш-тегів тощо.

Таким чином, розглянуті види соціального контролю використовуються акторами у СІС як реакція на синергетично керований інформаційний вплив для послідовної зміни структури віртуальної спільноти і параметрів процесів взаємодії акторів. Наслідками таких явищ є запуск когерентних колективних процесів у віртуальній спільноті, спрямована самоорганізація спільноти і, як результат, обмеження поширення контенту деструктивного змісту, що характеризує перехід системи до заданого стану ІБД у СІС.

### 3.2. Синтез моделі синергетичного управління взаємодією акторів у соціальних інтернет-сервісах

Розглянемо завдання формування віртуальної спільноти акторів, яка буде здатна до сталого саморозвитку завдяки активізації віртуальної петлі – швидкості поширення контенту в СІС [8]. Зважаючи на високу швидкість зростання кількості акторів і віртуальних спільнот у СІС, виникнення еволюційних процесів у межах віртуальних спільнот, інтенсивність обміну інформацією між СІС і зовнішнім середовищем його функціонування – національним та світовим інформаційними просторами, використаємо для опису взаємодії акторів у СІС модель мікробіологічної системи [27]. При цьому публікацію контенту заданого змісту здійснюють учасники команди віртуальної спільноти у СІС, які виступають її адміністраторами. Тому формалізуємо процеси взаємодії акторів віртуальної спільноти у СІС у вигляді моделі Моно [2, 14, 27], яка представляє собою систему звичайних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = \mu(S)x - Dx, \\ \frac{dS(t)}{dt} = DS_0 - \alpha\mu(S)x - DS, \\ \mu(S) = \frac{\mu_m S}{k_m + S}; \end{cases} \quad (1)$$

де  $x(t)$  – кількість акторів у створюваній віртуальній спільноті,  $S(t)$  – частка публікацій учасників команди у віртуальній спільноті,  $S_0$  – частка нових публікацій на задану тему у віртуальній спільноті, опублікованих учасниками команди,  $D$  – швидкість появи нових учасників віртуальної спільноти,  $\alpha^{-1}$  – коефіцієнт, який визначає частку публікацій на задану тему, що вплинули на формування суспільної думки учасників віртуальної спільноти,  $\mu(S)x$  – зростання кількості акторів у віртуальній спільноті внаслідок впливу опублікованого контенту учасниками команди,  $-Dx$  – зменшення кількості акторів віртуальної спільноти,  $-\alpha\mu(S)x$  – кількість публікацій, які вплинули на формування суспільної думки акторів віртуальної спільноти,  $DS_0$  – інтенсивність публікацій, які викликали зацікавленість у акторів СІС і спонукали їх стати учасниками віртуальної спільноти,  $-DS$  – інтенсивність публікацій, які не викликали зацікавленості у акторів СІС і не спонукали їх стати учасниками віртуальної спільноти.

Обмеження 1. Швидкість зростання кількості учасників віртуальної спільноти залежить тільки від частки публікацій учасників команди у віртуальній спільноті.

Обмеження 2. Публікації учасників команди віртуальної спільноти відрізняють за змістом, формою подачі матеріалу, типом контенту, але об'єднані спільним нарративом, який має бути донесений до акторів у прямій чи латентній формі для впливу на їх суспільну думку.



Виконаємо синтез такого синергетичного управління  $u(t)$ , яке забезпечить формування віртуальної спільноти акторів у СІС, здатної до подальшого сталого функціонування з метою поширення та просування стратегічного нарративу, спрямованого на протидію деструктивному інформаційному впливу. Тоді система диференціальних рівнянь (1) набуде вигляду, де частка нових публікацій на задану тему у віртуальній спільноті, опублікованих учасниками команди  $S_0$  визначатиметься управляючим впливом  $u(t)$

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = \mu(S)x - Dx, \\ \frac{dS(t)}{dt} = Du(t) - \alpha\mu(S)x - DS, \\ \mu(S) = \frac{\mu_m S}{k_m + S}. \end{cases} \quad (2)$$

Штучно-керована самоорганізація акторів у СІС у віртуальній спільноті буде досягнута за рахунок введення динамічного інваріанта в систему (1). Обраний динамічний інваріант повинен враховувати особливості процесів соціальної комунікації акторів у СІС. З досліджень [6, 9, 21, 28] відомо, що зростання кількості акторів віртуальної спільноти на деякому етапі її розвитку сповільнюється і асимптотично досягає граничного рівня. Дане явище доцільно формалізувати у вигляді диференціального рівняння логістичного типу

$$\frac{dx(t)}{dt} = ax_{\text{sup}}x \left( 1 - \frac{x}{x_{\text{sup}}} \right), \quad (3)$$

де  $a$  – параметр, який визначає зростання кількості акторів віртуальної спільноти,  $x_{\text{sup}}$  – гранична кількість учасників віртуальної спільноти на досліджуваному етапі її розвитку.

Використання моделі (3) для опису процесів утворення віртуальної спільноти у СІС забезпечує наочність їх демонстрації, порівняно з іншими моделями логістичного типу, представленими у публікаціях [13, 14].

Таким чином, відповідно до концепції синергетичного управління взаємодією акторів у СІС, запропонованої у [10], та з урахуванням (3), параметр порядку системи – її притягуючий аттрактор, до околу якого прямуватимуть усі фазові траєкторії керованої системи (2), набуває вигляду

$$\psi(t) = \mu(S) - ax_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x}{x_{\text{sup}}} \right) - D. \quad (4)$$

Фізичний зміст функції  $\psi(t)$  полягає у зменшенні необхідності публікації контенту заданого змісту учасниками команди віртуальної спільноти СІС  $\mu(S)$  за рахунок збільшення кількості учасників віртуальної спільноти до граничного рівня [4] відповідно до виразу  $ax_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x}{x_{\text{sup}}} \right)$  та швидкості появи нових учасників віртуальної спільноти  $D$ .

Згідно [10, 14] вираз (4) повинен задовольняти функціональному рівнянню

$$T \frac{d\psi(t)}{dt} + \psi(t) = 0, \quad (5)$$

де  $T$  – час, протягом якого у синергетично керованій системі відбудуться перехідні процеси до заданого

стану ІБД у СІС.

Підстановка моделі притягуючого атратора (4) у диференціальне рівняння (5) з урахуванням системи (2) дозволяє визначити аналітичний вигляд моделі синергетичного управління

$$Du(t) = \alpha x \mu(S) + DS - \frac{(k_m + S)^2}{\mu_m S} \left( \alpha x \mu(S) + Dx + \frac{1}{T} \left( \mu(S) - \alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x}{x_{\text{sup}}} \right) - D \right) \right). \quad (6)$$

У результаті дії синергетичного управління (6) рух зображуючої точки системи (2) на фазовій площині здійснюватиметься вздовж стабілізуючого інваріанта (4)

$$\frac{dx_{\psi}(t)}{dt} = x_{\psi} \left( \alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x_{\psi}}{x_{\text{sup}}} \right) - D \right) - Dx_{\psi}. \quad (7)$$

З метою досягнення сформованою віртуальною спільнотою у СІС стійкого стану виконаємо дослідження системи диференціальних рівнянь (2) на стійкість за методом функції Ляпунова [11], для чого скористаємося функцією  $V = 0,5x_{\psi}^2$ . Тоді умови стійкості визначимо з нерівності

$$V' = \frac{dV}{dt} \Big|_{x_{\psi}' = x_{\psi} \left( \alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x_{\psi}}{x_{\text{sup}}} \right) - D \right) - Dx_{\psi}} = x_{\psi}^2 \left( \alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x_{\psi}}{x_{\text{sup}}} \right) - D \right) - Dx_{\psi} < 0 \quad (8).$$

Наведемо деякі з них. Для кількості акторів у віртуальній спільноті СІС  $0 < x_{\psi} < 1$  похідна від функції Ляпунова  $V' < 0$ , якщо  $x_{\text{sup}} > 1$  при  $a \leq D$ , коли  $a > 0$  і  $D > 0$ . У випадку  $x_{\text{sup}} = 1$  система (2) стійка при  $a > 0$  і  $D < 0$  або  $a < 0$  і  $D > 0$ . Аналогічним чином визначають інші умови стійкості системи (2).

Внаслідок впливу синергетичного управління (6) у СІС буде запущено процеси самоорганізації акторів, а через час  $T$  система досягне точки сплеску синергетичного ефекту [10], в якій віртуальна спільнота пе-

рейде до стаціонарного стану. Координати точки сплеску синергетичного ефекту на фазовій площині визначаються з диференціального рівняння (7) і набувають наступних значень:

$$x_1 = x_{\text{sup}} + D \left( x_{\text{sup}} - \frac{1}{a} \right),$$

$$S_1 = \frac{k_m}{\mu_m} \frac{\alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x_1}{x_{\text{sup}}} \right) + D}{1 - \frac{1}{\mu_m} \left( \alpha x_{\text{sup}} \left( 1 - \frac{x_1}{x_{\text{sup}}} \right) + D \right)}. \quad (9)$$

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Виконаємо дослідження зміни кількості акторів у віртуальній спільноті під дією синтезованого синергетичного управління (6) засобами пакету прикладних програм MathCad. Для цього на першому етапі проаналізуємо процес формування віртуальної спільноти, який описується системою диференціальних рівнянь (1).

Нехай параметри системи (1) набувають таких значень:  $\mu_m = 0,6$ ,  $k_m = 0,6$ ,  $D = 0,001$ ,  $S_0 = 0,5$ ,  $\alpha = 0,3$ . При цьому у початковий момент спостереження віртуальна спільнота у СІС складається з

$x(0) = 20$  акторів, а частка публікацій учасників команди  $S(0)$  становить 40% від загальної кількості опублікованого акторами мультимедійного контенту. Тоді протягом  $t = 20$  тижнів зміна чисельності акторів у створюваній віртуальній спільноті  $x(t)$  і частка публікацій учасників команди у віртуальній спільноті  $S(t)$  будуть змінюватися як показано на Рисунку 2.

Змоделюємо процес зміни чисельності акторів віртуальної спільноти у СІС у результаті впливу синергетичного управління. При цьому фіксовані значення параметрів системи диференціальних рівнянь (1) для випадку синергетично керованої системи (2) залишимо незмінними. У свою чергу, параметрам моделі синергетичного управління (6) надамо наступні значення:  $a = 0,05$ ,  $T = 1$  тиждень, а гранична кількість учасників віртуальної спільноти на досліджуваному етапі її розвитку  $x_{sup} = 5$  тис. акторів.

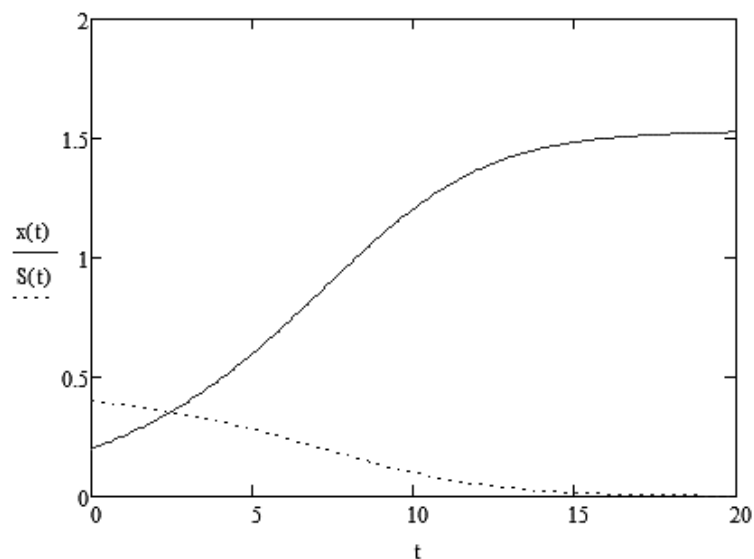
Результати моделювання подано на Рисунку 3.

Внаслідок впливу синтезованої моделі синергетичного управління (6) на віртуальну спільноту акторів у СІС відбувається запуск процесів їх самоорганізації. Суть цього явища зводиться до зміни структури віртуальної спільноти або параметрів процесів взаємодії акторів у ній. Як показано на Рисунку 3, віртуальна спільнота у некерованому режимі функціонування при фіксованих значеннях параметрів моделі (1) протягом  $t = 20$  тижнів залучить 1.51 тис. учасників. Однак, у подальшому їх кількість не буде збільшуватися в результаті досягнення граничного рівня кількості учасників віртуальної спільноти СІС.

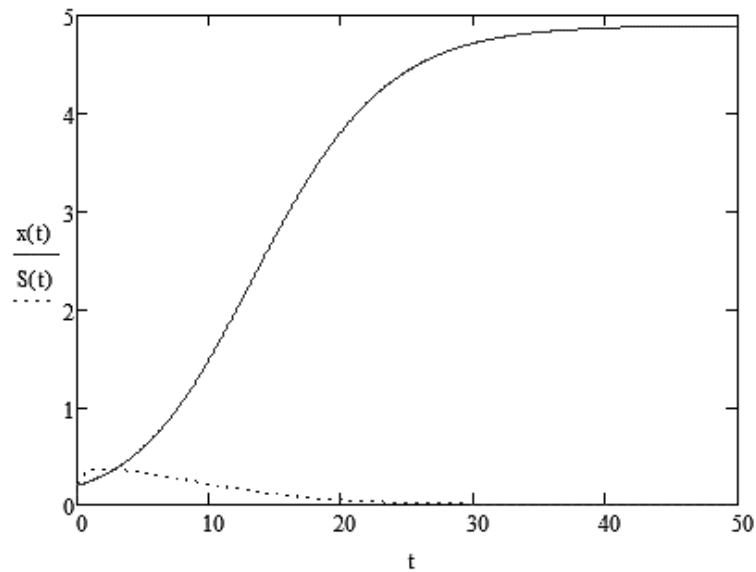
Наступне зростання кількості акторів можливе за умови зміни параметрів їх взаємодії у віртуальному просторі СІС.

При цьому частка публікацій учасників команди у віртуальній спільноті у СІС  $S(t)$  у початковий момент часу складає 0.4 і поступово зменшується до 0 через  $t = 15$  тижнів. Отримані результати свідчать

про невисоку динаміку утворення віртуальної спільноти, яка здатна критично сприймати контент деструктивного змісту. Така віртуальна спільнота буде самостійно поширювати мультимедійний контент із заданим наративом, що дозволить протидіяти загрозам ІБД у СІС.



**Рисунок 2.** Формування віртуальної спільноти у некерованому стані



**Рисунок 3.** Синергетично керований процес формування віртуальної спільноти у СІС

Проаналізуємо зміну динаміки синергетично керованого формування віртуальної спільноти у СІС для незмінних параметрів системи (1) і початкових умов. Внаслідок публікації учасниками команди контенту спрямованого змісту відповідно до розробленої моделі (6) за  $t = 40$  тижнів кількість учасників віртуальної спільноти у СІС збільшиться до 4.9 тис. акторів. При цьому частка публікацій учасників команди у віртуальній спільноті у СІС не перевищує 0.4 і за  $t = 25$  тижнів зменшиться до 0. Слід відмітити, що синергетично керований інформаційний вплив на акторів досліджуваної віртуальної спільноти відрізняється від некерованого і спрямованого на залучення нових акторів відрізняються за тривалістю та несуттєво – за інтенсивністю. Однак, при цьому результативність такого впливу для випадку синергетичного управління взаємодією акторів у СІС збільшується в 3.3 рази.

Отже, завдяки врахуванню природних особливостей взаємодії акторів у СІС, а саме існування граничної межі чисельності віртуальної спільноти, введення в структуру системи (1) притягуючого атрактора (4) забезпечує її цілеспрямований рух до точки сплеску синергетичного ефекту (9). У цій точці відбувається редукція ступенів свободи системи (1) і досягається поставлене завдання взаємодії акторів у СІС – утворюється стійка віртуальна спільнота акторів, яка здатна до саморозвитку шляхом залучення нових учасників і критичного сприйняття контенту деструктивного змісту.

Використання соціальних норм у СІС для реалізації синтезованої моделі синергетичного управління зводиться до застосування стандартів спільноти окремого сервісу та віртуальної спільноти, засобів управління взаємодією забезпечать залучення до створюваної віртуальної спільноти акторів, які критично сприймають контент деструктивного змісту та здійснюють безпосередній контроль інших учасників. Використання соціальних санкцій у вигляді блокування профілів акторів, що порушують стандарти спільноти та блокування поширюваного ними контенту призводить до утворення такої віртуальної спільноти, яка самостійно протидіє загрозам ІБД у СІС.

Використання соціальних норм у СІС для реалізації синтезованої моделі синергетичного управління зводиться до застосування стандартів спільноти окремого сервісу та віртуальної спільноти, засобів управління взаємодією забезпечать залучення до створюваної віртуальної спільноти акторів, які критично сприймають контент деструктивного змісту та здійснюють безпосередній контроль інших учасників. Використання соціальних санкцій у вигляді блокування профілів акторів, що порушують стандарти спільноти та блокування поширюваного ними контенту призводить до утворення такої віртуальної спільноти, яка самостійно протидіє загрозам ІБД у СІС.

Використання соціальних норм у СІС для реалізації синтезованої моделі синергетичного управління зводиться до застосування стандартів спільноти окремого сервісу та віртуальної спільноти, засобів управління взаємодією забезпечать залучення до створюваної віртуальної спільноти акторів, які критично сприймають контент деструктивного змісту та здійснюють безпосередній контроль інших учасників. Використання соціальних санкцій у вигляді блокування профілів акторів, що порушують стандарти спільноти та блокування поширюваного ними контенту призводить до утворення такої віртуальної спільноти, яка самостійно протидіє загрозам ІБД у СІС.

## ВИСНОВКИ

У результаті реалізації загроз ІБД у СІС взаємодія акторів і віртуальних спільнот здатна переходити до хаотичної динаміки. Внаслідок цього може здійснюватися прихований вплив на суспільну думку не тільки у інформаційному просторі СІС, але й управління суспільними й політичними процесами в ре-

альному житті. Доведено, що синергетичне управління взаємодією акторів у СІС є одним з ефективних підходів до забезпечення ІБД у СІС завдяки використанню природних особливостей процесів соціальної комунікації. При цьому обмеження поширення інформації деструктивного змісту в СІС досягається завдяки публікації в інформаційному просторі віртуальної спільноти контенту відповідно до синтезованої моделі синергетичного управління. У точці сплеску синергетичного ефекту досягається заданий стан ІБД у СІС внаслідок редукції ступенів свободи замкненої системи і утворенню такої віртуальної спільноти, яка здатна до подальшого сталого функціонування з метою поширення та просування у віртуальному просторі стратегічного нарративу, спрямованого на протидію деструктивному інформаційному впливу.

Самоорганізація акторів у СІС здійснюється завдяки впливу такого синергетичного управління і застосуванню акторами віртуальної спільноти соціального контролю. Послідовна зміна структури віртуальної спільноти та процесів взаємодії акторів представляє собою реакцію на поширені публікації учасників команди спільноти, які містять цілеспрямований інформаційний вплив на акторів. Як наслідок, виникають когерентні колективні процеси у віртуальній спільноті та спрямована самоорганізація спільноти й параметрів процесів взаємодії акторів.


Подальші дослідження буде спрямовано на синтез такої управляючої дії, яка забезпечить хаотизацію процесів соціальної комунікації в інформаційному просторі СІС. Результати таких досліджень дозволять зачасно виявляти прояви високо рівня загроз ІБД у СІС та виробляти ефективні заходи протидії ним.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Andryevskiy, V. R., & Fradkov, A. T. (2003). Управление хаосом: методы и приложения. I. Методы [Upravlenye khaosom: metody i prylozheniya. Ch. I: Metody]. *Avtomatyka y telemekhanika*, 5, 3-45.
2. Arzamastsev, A. A., & Andreev, A. A. (2000). Математические модели кинетики микробиологического синтеза: возможности использования и новые подходы к разработке [Matematicheskiye modeli kynytyky mykrobyolohycheskoho synteza: vozmozhnosti ispolzovaniya y novye podkhody k razrabotke]. *Vestnyk Tambovskoho unyversyteta. Seriya: Estestvennye y tekhnnycheskye nauky*, 5(1), 111-123.
3. Bzhezinskiy, Z. (2000). Велика шахівниця. Американська першість та її стратегічні імперативи [Velyka shakhivnytsia. Amerykanska pershist ta yii stratehichni imperatyvy]. Lviv – Ivano-Frankivsk: "Aileia-NV".
4. Castells, M. (2011). *The Information Age: Economy, Society, and Culture: The Rise of the Network Society*. Wiley-Blackwell.
5. Datsiuk, S. (2015). Що таке теорія «керованого хаосу» і як її протидіяти? [Shcho take teoriia "kerovanoho khaosu" i yak yii protyidiaty?] Retrieved from <https://uainfo.org/blognews/1438683712-shcho-take-teoriya-kerovanogo-khaosu-i-yak-yiy-protidiyati---retsept.html>
6. Hanneman, R., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. CA: University of California, Riverside.
7. Horbulin, V. P., Dodonov, O. H., & Lande, D. V. (2009). Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання [Informatsiini operatsii ta bezpeka suspilstva: zahrozy, protyidiia, modeliuvannia]. K.: Intertekhnolohiia.
8. Hryshchuk, R. V. (2015). Стартап віртуальних спільнот у соціальних мережах за принципом критичної маси [Startup virtualnykh spilnot u sotsialnykh merezhakh za pryntsyrom krytychnoi masy]. *Zakhyst informatsii*, 19-25.
9. Hryshchuk, R. V., & Danyk, Yu. H. (2016). Основи кібернетичної безпеки [Osnovy kibernetichnoi bezpeky]. Zhytomyr : ZhNAEU.
10. Hryshchuk, R., & Molodetska, K. (2017). Synergetic Control of Social Networking Services Actors' Interactions. Szewczyk, R., & Kaliczynska, M. (Eds). *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology*, 543, 34-42. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-48923-0\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-48923-0_5)
11. Kalytyn, B. S. (2002). Качественная теория устойчивости движения динамических систем [Kachestvennaia teoriya ustoichyvosti dvyzheniya dynamycheskykh system]. Mn.: BNU.
12. Kohan, K. M. (2014). Соціальні мережі як елемент нового соціального середовища [Sotsialni merezhi yak element novoho sotsialnoho seredovyshcha]. *Mizhnarodnyi naukovyi forum: sotsiolohiia, psykholohiia, pedahohika, menedzhment*, 14, 61-71.
13. Kolesnykov, A. A. (1994). Синергетическая теория управления [Synerhetycheskaia teoriya upravleniya]. M.: Enerhoatomizdat.
14. Kolesnykov, A. A. (2005). Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза [Synerhetycheskoe metody upravleniya slozhnyimi systematy: teoriya systemnogo synteza]. M.: Edytoral URSS.
15. Lian, K. Y., Liu, P., & Chiu, C. S. (2004). Fuzzy Chaotic Synchronization and Communication-Signal Masking and Encryption. Soft Computing in Communications. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 136, 269-291. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-45090-0\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-45090-0_13)
16. Mann, S. R. (1992). *Chaos Theory and Strategic Thought* (pp. 54-68). U.S. Army War College, ATTN : Parameters, 122 Forbes Avenue, Carlisle, PA.
17. Molodetska, K. V. (2015). Спосіб підтримання заданого рівня попиту акторів соціальних інтернет-сервісів на контент [Sposib pidtrymannia zadanoho rivnia popytu aktoriv sotsialnykh internet-servisiv na kontent]. *Radioelektronika, informatyka, upravlinnia*, 4(35), 113-117.
18. Molodetska, K. V. (2015). Синтез синергетичного управління попитом агентів на контент у соціальних інтернет-сервісах [Syntez synerhetychnoho upravlinnia popytom ahentiv na kontent u sotsialnykh internet-servisakh]. *Informatyka ta matematychni metody v*

- modeliuvanni*, 5(4), 330-338.
19. Molodetska-Hrynychuk, K. V. (2016). Методика виявлення маніпуляції суспільною думкою у соціальних інтернет-сервісах [Metodyka vyavlennia manipuliatsii suspilnoi dumkoiu u sotsialnykh internet-servisakh]. *Informatsiina bezpeka*, 4(24), 80-92.
  20. Molodetska-Hrynychuk, K. V. (2017). Адаптація методів теорії хаосу для забезпечення інформаційної безпеки держави у соціальних інтернет-сервісах [Adaptatsiia metodiv teorii khaosu dlia zabezpechennia informatsiinoi bezpeky derzhavy u sotsialnykh internet-servisakh]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 2(61), 180-187.
  21. Molodetska-Hrynychuk, K. V. (2018). *Методологія побудови системи забезпечення інформаційної безпеки держави у соціальних інтернет-сервісах* [Metodolohiia pobudovy systemy zabezpechennia informatsiinoi bezpeky derzhavy u sotsialnykh internet-servisakh]. (Doctor's thesis). Kyiv: Derzhavnyi universytet telekomunikatsii.
  22. Ott, E., Grebogi, C., & Yorke, J. (1990). Controlling chaos. *Physical Review Letters*, 64(11), 1196-1199.
  23. Petryk, V. M., Prysiazhniuk, M. M., Kompantseva, L. F., Skulysh, Ye. D., Boiko, O. D., & Ostroukhov, V. V. (2011). *Сугестивні технології маніпулятивного впливу* [Suhestyvni tekhnolohii manipulyativnoho vplyvu]. K.: ZAT "VIPOL".
  24. Riabinin, Ye. (2013). Концепція керованого хаосу в контексті побудови сучасного світового порядку [Kontseptsiia kerovanoho khaosu v konteksti pobudovy suchasnoho svitovoho poriadku]. *Zovnishni spravy*, 11, 32-37.
  25. Rudnytskyi, S. (2011). Категорія «механізм» у суспільних науках [Katehoriia «mekhanizm» u suspilnykh naukakh]. *Social science*, 4. Retrieved from <http://social-science.com.ua/article/630>
  26. Rusiaeva, P., & Zakharov, A. (2017). *Расследование РБК: как «фабрика троллей» поработала на выборах в США* [Rassledovanye RBK: kak "fabryka trollei" porabotala na vyborakh v SShA]. Retrieved from <https://www.rbc.ru/magazine/2017/11/59e0c17d9a79470e05a9e6c1>
  27. Ryznychenko, H. Yu. (2002). *Лекции по математическим моделям в биологии. Ч. 1.* [Lektsyyu po matematycheskym modeliam v byolohyy. Ch. 1.]. Yzhevsk: NY "Rehuliarnaia y khaotycheskaia dynamyka".
  28. Savchenko, O. V. (2016). *Теоретико-правові засади громадського контролю за діяльністю органів державної влади* [Teoretyko-pravovi zasady hromadskoho kontroliu za diialnistiu orhaniv derzhavnoi vlady]. (Ph.D. Thesis). Dnipropetrovskiy derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav.
  29. Sharp, G. (2012). *From Dictatorship to Democracy*. Serpent's Tail.
  30. Tanchyn, I. Z. (2008). *Соціологія* [Sotsiolohiia]. Kyiv.
  31. Yevseiev, S. P. (2018). *Методологія побудови системи безпеки банківських інформаційних ресурсів* [Metodolohiia pobudovy systemy bezpeky bankivskykh informatsiinykh resursiv] (Extended abstract of Doctor's thesis). Kyiv: Natsionalnyi aviatsiyni universytet.
  32. Yevseiev, S., Korol, O. & Kots H. (2017). Construction of hybrid security systems based on the crypto-code structures and flawed codes. *Vostochno-evropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiyi*, 4/9(88), 4-20.
  33. Zeraoulia, E. (2012). *Models and Applications of Chaos Theory in Modern Sciences*. Taylor&Francis.

# “Introduction of electronic test tools with the aim of increasing the effectiveness of the knowledge test”

<b>AUTHORS</b>	Yuriy Skorin Oleksandr Shcherbakov
<b>ARTICLE INFO</b>	Yuriy Skorin and Oleksandr Shcherbakov (2018). Introduction of electronic test tools with the aim of increasing the effectiveness of the knowledge test. <i>Development Management</i> , 16(4), 14-25. doi: <a href="https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.02">10.21511/dm.4(4).2018.02</a>
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.02">http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.02</a>
<b>RELEASED ON</b>	Tuesday, 22 January 2019
<b>RECEIVED ON</b>	Thursday, 08 November 2018
<b>ACCEPTED ON</b>	Friday, 07 December 2018
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>
<b>JOURNAL</b>	"Development Management"
<b>ISSN PRINT</b>	2413-9610
<b>FOUNDER</b>	Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**24**



NUMBER OF FIGURES

**1**



NUMBER OF TABLES

**1**

Yuriy Skorin (Ukraine), Oleksandr Shcherbakov (Ukraine)

# INTRODUCTION OF ELECTRONIC TEST TOOLS WITH THE AIM OF INCREASING THE EFFECTIVENESS OF THE KNOWLEDGE TEST

## Abstract

In article as the direction of improvement of educational process, increase of efficiency of use of perspective forms of check and an assessment of knowledge introduction in educational process of electronic means of computer testing is defined.

The study is based on the analysis of existing forms of verification and evaluation of knowledge and the main types of control measures in the study of the discipline, the allocation of advantages and disadvantages of the main forms of knowledge testing, the rationale for the choice of testing as the most effective means of testing and evaluation of students' knowledge, the allocation of the main types of tests, the prospects of the use of electronic tests conducted using computer technology, the definition of the function of computer testing, comparative analysis of software products, providing the implementation of computer testing and selection of the most promising of them, capable, on the one hand, to simplify the testing process, and on the other hand, significantly improve the efficiency of testing and evaluation of students' knowledge.

The study suggests:

- first, analysis, generalization and understanding of the experience of using modern methods of knowledge control, analysis of existing forms of knowledge assessment and the main types of control measures, identification of advantages and disadvantages of the main forms of knowledge testing;
- secondly, the rationale for the choice of testing as the most effective means of testing and evaluation of knowledge, the allocation of the main types of tests, the rationale for the prospects of the use of electronic tests conducted using computer technology
- third, the analysis of the conditions for the effective use of test control, the definition of the function of computer testing, comparative analysis of software products that provide the implementation of computer testing, the selection of the most promising of them that can improve the efficiency of testing and evaluation of students' knowledge.

## Keywords

forms of testing and evaluation of knowledge, testing of knowledge, computer testing, types of tests, preventive tests, input control, self-control, intermediate and final control, control of residual knowledge, software system for providing and conducting computer testing, collection and analysis of results

## JEL Classification

A19

Ю.І. Скорін (Україна), О.В. Щербаков (Україна)

# ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ТЕСТУВАННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

## Анотація

У статті як напрямок удосконалення навчального процесу, підвищення ефективності використання перспективних форм перевірки та оцінювання знань визначено впровадження у навчальний процес електронних засобів комп'ютерного тестування.

Дослідження базується на проведеному аналізі існуючих форм перевірки і оцінювання знань та основних видів контрольних заходів під час вивчення дисципліни, виділенні переваг та недоліків основних форм перевірки знань, обґрунтуванні вибору тестування, як найбільш ефективного засобу перевірки і оцінювання знань студентів, виділенні основних різновидів тестів, обґрунтовані перспективність використання електронних тестів, що проводяться за



S. KUZNETS KHNUe



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 8<sup>th</sup> of November, 2018

Accepted on: 7<sup>th</sup> of December, 2018

© Yuriy Skorin, Oleksandr Shcherbakov, 2018

Yuriy Skorin, Associate Professor of the Information Systems Department, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Oleksandr Shcherbakov, Professor of the Information Systems Department, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



допомогою комп'ютерної техніки, визначенні функції комп'ютерного тестування, проведенні порівняльного аналізу програмних продуктів, що забезпечують реалізацію комп'ютерного тестування і виділенні найбільш перспективних з них, здатних, з одного боку, спростити процес тестування, а з іншого боку, істотно підвищити ефективність перевірки та оцінювання знань студентів. Дослідження передбачає:

- по-перше, проведення аналізу, узагальнення та осмислення досвіду використання сучасних методів контролю знань, проведення аналізу існуючих форм оцінювання знань та основних видів контрольних заходів, визначення переваг та недоліків основних форм перевірки знань;
- по-друге, обґрунтування вибору тестування, як найбільш ефективного засобу перевірки і оцінювання знань, визначення різновидів тестів, обґрунтування перспективності використання електронних тестів, що проводяться за допомогою комп'ютерної техніки;
- по-третє, проведення аналізу умов ефективного застосування тестового контролю, визначення функції комп'ютерного тестування, проведення порівняльного аналізу програмних продуктів, що забезпечують реалізацію комп'ютерного тестування, виділення найбільш перспективних з них, здатних підвищити ефективність перевірки та оцінювання знань студентів.

### Ключові слова

форми перевірки і оцінювання знань, тестування рівня знань, комп'ютерне тестування, види тестів, превентивні тести, вхідний контроль, самоконтроль, проміжний і підсумковий контроль, контроль залишкових знань, система програм для забезпечення і проведення комп'ютерного тестування, збору та аналізу результатів

### Класифікація JEL

A19

## ВСТУП

Найважливішою особливістю сучасності є досить бурхливе зростання можливостей комп'ютерної техніки, яке відкриває все нові галузі для просування комп'ютерних інформаційних технологій. Навчальний процес при цьому не є винятком. В першу чергу, це стосується заходів з контролю та оцінюванню знань студентів.

Перевірка, а також оцінювання знань під час вивчення дисципліни може здійснюватися у наступних формах:

- оцінювання знань під час проведення контролю рівня підготовки студентів до проведення практичних та лабораторних робіт;
- оцінювання знань студентів під час захисту звітів з практичних та лабораторних робіт;
- оцінювання результатів виконання індивідуального завдання;
- проведення проміжного тестового контролю;
- проведення поточного модульного контролю з кожного модуля навчальної дисципліни;
- проведення підсумкового модульного контролю з навчальної дисципліни.

Таким чином, можна зробити висновок, що номенклатура форм контролю, які можуть застосовуватися викладачем, є досить різноманітною, але, як свідчить практика, найчастіше використовуються такі види опитування, як письмовий та усний.

Але, на жаль, ці види опитування також мають суттєві недоліки. Так, під час проведення усного опитування слід зазначити наявність відносно великої витрати часу заняття при відносно невеликій кількості оцінок, які виставляються за результатами опитування, а під час проведення письмових робіт, хоча кількість оцінок і зростає, хоч і не значно, але багато часу необхідно затратити на перевірку результатів опитування.

Слід зазначити, що більшість різновидів тестування можна досить легко здійснювати у разі застосування можливостей персонального комп'ютеру, урахувавши суттєві переваги сучасних інформаційних технологій.

Важливим є і те, що під час використання подібного програмного продукту любий викладач практично може бути звільненим від рутинної, нудної праці з перевірки значної кількості схожих, однотипних завдань та тестів, яка може визвати втому, втрату уваги і, нарешті визвати помилку.

Проведений аналіз показує, що тестування з використанням допомогою засобів обчислювальної техніки, а саме, персональних комп'ютерів, набувають у наш час непереоціненого значення.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Підвищенню ефективності навчального процесу у цілому і ефективності контролю та оцінювання знань зокрема завжди приділялося багато уваги, чому свідчить чимала кількість статей з питань контролю та оцінки знань [1, 4-7, 10, 11, 14-22]. Так, різноманітні аспекти і шляхи підвищення ефективності використання перспективних форм перевірки та оцінювання знань розглядалися у роботах цілої низки вітчизняних і закордонних авторів, таких як Киричук (2002), Кондрашова (2009), Володько (2013), Пехота (2013), Рабунський (1975), Клокар (2016), Сисоева (1996). Але, слід зазначити, що питання, які пов'язані з пошуком шляхів підвищення ефективності заходів щодо контролю та оцінюванню рівня знань висвітлюються в переважній більшості робіт досить фрагментарно і вимагають більшої конкретизації та подальшого розвитку.

Саме питання, що пов'язані із розв'язанням проблем управління навчальним процесом, були розглянуті у публікаціях, такими авторами, як Бодряковим (2018), Вербицькою (2018), Моїсеєвим (2008), Поташником (2000), Шамовою (2003) та іншими.

У роботах таких авторів, як, Зорілова (2008), Каптерев (2008), Черниченко (2002) проводиться дослідження підходів, щодо професійної підготовки та інформатизації усього процесу навчання, а у роботах Тализіна (1998), Кулюткіна (2002), Беспалько (2013) досліджуються питання програмованого навчання тощо.

У дослідженнях Неймана (2000), Аванесова (2015), Єфремової (2017), Байрамової (1999), Кречетникова (2010), Майорова (2010), обговорюються питання організації тестування, а також методичні аспекти, що впливають на результати тестування, розглядаються принципи складання тестових завдань та різноманітні методики, щодо розроблення електронних тестів і зазначається, що тестування є однією з найбільш технологічних і об'єктивних форм педагогічного контролю.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою проведення досліджень є аналіз, узагальнення та осмислення досвіду використання сучасних методів контролю знань, а також визначення основ застосування системи тестового контролю.

Така система оцінювання знань, умінь, а також навичок студентів повинна урахувати всі види занять, які передбачені програмою навчальної дисципліни, тобто лекції, лабораторні заняття, самостійну роботу і виконання індивідуальних завдань. При цьому контрольні заходи повинні передбачати, як поточний, так і підсумковий контроль знань студентів.

Заходи щодо контролю та оцінюванню рівня знань мають виконувати наступні основні взаємопов'язані функції, а саме, діагностичну, навчальну і виховну [5].

Діагностична функція полягає у оцінюванні рівня знань, навичок, умінь студента. Вона є основною, і найочевиднішою функцією тестування. За критеріями швидкості і об'єктивності оцінювання, тестування можна вважати найвищою формою контролю рівня знань.

Навчальна функція тестування полягає саме в мотивуванні і активізації студентів до роботи щодо засвоєння навчального матеріалу. Для посилення цієї функції тестування, можна використовувати також додаткові заходи стимулювання, наприклад, такі, як роздача загального переліку питань для самостійної підготовки, або наявність в змісті тесту підказок, проведення спільного розбору результатів тесту тощо.

Виховна функція проявляється в чіткій періодичності і обов'язковості тестового контролю. Це, насамперед, повинно організувати, дисциплінувати і спрямовувати роботу студентів, допомагати визначити, а також усунути деякі прогалини в знаннях, формувати прагнення до розвитку своїх здібностей.

### 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведення практично будь-якого наукового дослідження являє собою глибоко індивідуальний, творчий процес, успіх якого часто залежить від раціонального поєднання якісних оцінок з використанням, наприклад аналітичних методів, з кількісними оцінками, котрі спираються на конкретні факти і досвід попередніх досліджень.

Як правило, при здійсненні переважної більшості досліджень, зокрема досліджень, пов'язаних з розробкою концепції підвищення ефективності навчального процесу шляхом впровадження і вдосконалення перспективних форм перевірки та оцінювання рівня знань студентів, заснованих на використанні останніх досягнень комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, а саме електронних засобів комп'ютерного тестування, в повній мірі можуть використовуватися конкретно-наукові методи, що представляють собою сукупність теоретичних і емпіричних, тобто практичних методів.

Так, емпіричні методи, які були задіяні під час проведення досліджень, дозволили зібрати, систематизувати і організувати емпіричний матеріал, що представляє собою усю гаму фактів, результатів спостережень і експериментів у галузі дослідження концепції підвищення ефективності навчального процесу взагалі і форм оцінювання знань студентів зокрема і, використовуючи порівняльно-зіставний метод, провести порівняння ефективності контролю знань з використанням традиційних підходів і підходів на базі використання інформаційних технологій і комп'ютерної техніки.

Теоретичні ж, тобто логічні методи, засновані на узагальненні всієї маси даних, які були отримані емпіричним шляхом, дозволили сформулювати проблему, яка полягає в необхідності вдосконалення навчального процесу, методів і засобів, щодо форм перевірки і оцінки знань студентів, у рамках зазначеної проблеми, провести аналіз публікації, сформулювати гіпотезу і провести оцінювання зібраних емпіричним шляхом фактів, запропонувавши, як напрямки вирішення поставленого завдання, вибір тестування, як найбільш ефективного засобу перевірки і оцінювання знань і вибір саме електронних тестів, проведених за допомогою комп'ютерної техніки, як найбільш перспективного вигляду тестування рівня знань і умінь студентів.

### 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Проведений аналіз показав, що серед безлічі форм проведення контрольних заходів перевагу слід віддати тестуванню, як найбільш ефективному засобу перевірки знань.

Тестування, у якості засобу перевірки знань студентів, як під час проведення поточного, так і підсумкового контролю матиме такі переваги [21]:

1. Тести є більш якісним та об'єктивним способом оцінювання знань завдяки застосуванню стандартизованої процедури проведення.
2. На всіх етапах тестування неможливо ввести, так звану, суб'єктивну складову в оцінку, бо вона не залежить від характеру та настрою того чи іншого викладача, його стосунків з даним студентом, враженням, які склалися від відповідей на будь-які по-передні запитання.
3. Тести мають значну ємність.
4. Показники тестів орієнтовані на вимірювання ступеня, щодо визначення рівня засвоєння основних тем і розділів навчальної програми, умінь, навичок, а не на констатацію наявності у студентів певної сукупності засвоєних знань.

5. Стандартизована форма оцінки знань дозволяє порівняти рівень досягнень будь-якого студента з дисципліни в цілому, або окремих його розділів із усередненим рівнем досягнень студентів у групі, на потоці й рівнями досягнень кожного з них.
6. Виконуючи підсумкову тестову роботу, кожний студент повинен використовувати знання з усіх тем програми в той час, як на усний іспит за звичай виноситься обмежена кількість тем.
7. Тести є, умовно кажучи, більш м'яким інструментом щодо контролю знань.
8. Тестування ставить всіх студентів у відносно рівні умови, тому що використовує загальну для всіх процедуру та загальні для всіх критерії оцінки, що приводить до зниження, так званих, нервових потрясінь, які можуть мати місце перед екзаменами.
9. Тести мають достатньо широку шкалу оцінювання знань, причому таку шкалу можна розширити не тільки угору, а і униз.
10. Гуманність, тестування полягатиме в тому, що всім без винятку студентам надаються абсолютно рівні можливості, досить великий обсяг тесту дозволяє кожному студенту показати усі свої досягнення і можливості на великому обсязі навчального матеріалу.
11. Студент повинен мати деяке право на незначну, несуттєву помилку, таке право при традиційному підході до оцінювання є відсутнім.

Можуть бути передбачені такі різновиди тестів [20]:

Перший різновид тестів – превентивні тести.

Такий різновид тестів містить анонс матеріалів, з якими має ознайомитися студент в новій дисципліні, або у новому розділі.

Також, так звані, превентивні тести ілюструють, яким саме чином студент отримує знання та навички в результаті його освоєння.

У такому різновиді тестів матеріали подаються в досить привабливій, емоційній, тобто яскравій формі, шляхом додавання до тексту кожного з запитань деяких мультимедійних об'єктів, таких як відео, аудіо, графіка тощо.

Такі тести можуть бути використовувані для, так званих, потенційних студентів, тобто тих, хто не є незареєстрованими. У цьому випадку доцільно використовувати в основному мультимедійні форми надання матеріалу з обов'язковим повідомленням про помилки.

Подібні повідомлення, як правило, обумовлюються відсутністю у студента правильних відповідей і здійснюються з метою допомогти, тобто підказати студенту, який навчальний матеріал повинен вивчити даний студент, з метою запобігання помилкових відповідей.

Другий різновид тестів – вхідний контроль.

Такий різновид тестів здійснюється напередодні вивчення дисципліни, крім того він використовує загальний банк завдань, який комплектується розробником тестів.

При помилковій відповіді тест має містити посилання до низки близьких дисциплін, також тест можна провести повторно, аж до отримання позитивного результату.

Третій різновид тестів – самоконтроль.

Цей різновид тестів може здійснюватися, також і повторно, а перевіряється самим студентом.

У цьому випадку досягнення позитивного результату не є обов'язковим.

Зазвичай, такий вид тестів виконується перед тестами проміжного, а також підсумкового контролю, він сприяє адаптації студентів до програмного інструменту тестування або для самоперевірки.

При помилковій відповіді тест повинен містити чіткі, докладні і зрозумілі коментарі.

Четвертий різновид тестів – проміжний та підсумковий контроль.

Слід зазначити, що проміжний контроль проводиться під час завершення частини курсу, а підсумковий – під час завершення усього курсу.

Такий різновид тестів повинен вимагати авторизації, при цьому зазвичай повинен накладати обмеження на того, хто тестується, наприклад, за часом, а також місцем проведення тесту.

Тобто під час тестування контролюється не тільки правильність відповіді, але і час, витрачений на відповідь.

Такий різновид тесту може передбачати індивідуальне додавання переліку питань.

Результати тестування надаються студенту у вигляді оцінки, тобто в узагальненому вигляді, але при цьому оцінка повинна структуруватись за розділами дисципліни, або тематичними блоками.

Також розробнику навчальної дисципліни, а також викладачеві важливо надавати докладну оцінку з кожного питання тесту окремо.

П'ятий різновид тестів – контроль залишкових знань.

Особливістю є те, що контроль залишкових знань може провадитися за рамками навчальної дисципліни. Цей різновид тестів доцільно використовувати під час проведення вхідного контролю для інших навчальних дисциплін.

І тут постає питання, яким чином доцільно забезпечувати тестування, традиційними, так званими, «ручними методами», або новітніми, сучасними, комп'ютерними методами. Не складний аналіз підтвердив перспективність використання для тестового контролю програмних засобів тестування, результати якого наведені на Рисунку 1 [3, 9, 13, 24].

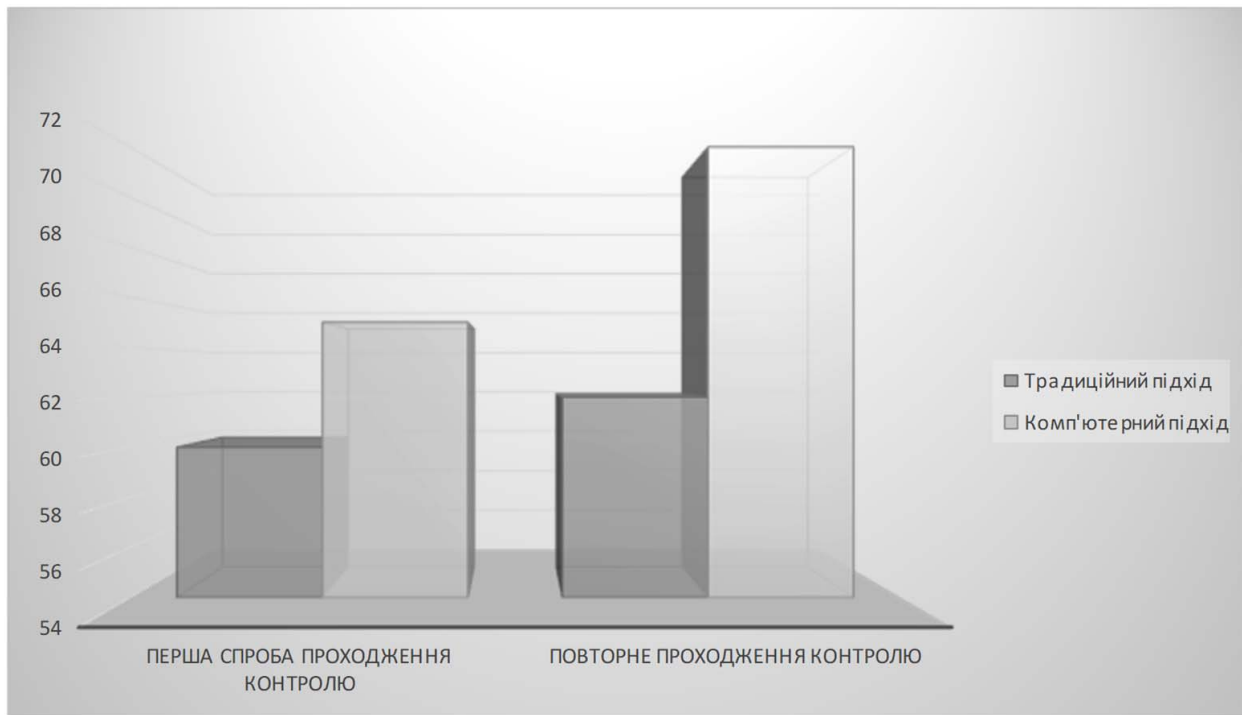
Програмний продукт, який повинен забезпечити ефективну та якісну перевірку знань студентів шляхом електронного тестування, повинен відповідати наступній низці вимог.

Зазначимо, що фундаментом архітектури програмного продукту, що забезпечить реалізацію тестування, має стати принцип подвійності, різноманіття його функціонування, тобто він повинен бути доступним і може використовуватися як викладачем, так і студентом.

При цьому, відповідний вибір статусу має здійснюватися шляхом вибору типу облікового запису. Обліковий запис визначає права викладача, які включають до свого складу повний набір можливостей роботи з тестовими завданнями, такими як створення, редагування, додавання, видалення тощо.

Обліковий запис студента є обмеженим, йому пропонується здійснити перевірку своїх знань шляхом відповідей на низку запитань зі створеного викладачем тесту, причому порядок питань і варіантів відповідей формується відповідним чином, наприклад, випадково.

Після завершенні тестування програма автоматично підводить підсумки, виставляє оцінку і створює звіт з проведеного тестування у форматі, наприклад, текстового файлу.



**Рисунок 1.** Порівняльний аналіз підходів, щодо перевірки знань

Слід приділити достатню увагу забезпеченню належного рівня захисту інформації для проведення тестування, щоб забезпечити недоступність студентів до текстів запитань, тестових завдань тощо.

Доцільним також є і забезпечення програмному продукту певної універсальності застосування, наприклад, забезпечення у процесі розробки тестів можливості обрання шкали оцінювання, тобто кількості балів у системі оцінювання знань тощо.

Також програмний продукт повинен мати для користувача дружній, привітний інтерфейс, забезпечувати легкість користування навіть для тих, хто ще досить недосконало володіє комп'ютером.

Завдання для тестів можуть складатися з використанням досить великої кількості інструментів, це можуть бути, як різні редактори і програми для розробки презентацій, так і різноманітні мови програмування, а також засоби мережі інтернет.

Часто викладачі самі створюють для проведення електронного тестування своє особисте тестове середовище. При цьому, слід зазначити, що розробка досить якісного тестового інструментарію є трудомісткий, досить тривалий і взагалі досить коштовний процес.

Зараз існує досить велика кількість програмних продуктів та інструментів для забезпечення проведення електронного тестування.

Такі програмні продукти можуть бути вбудованими в інші продукти, як наприклад Moodle, або автономними, як, наприклад, SunRav TestOfficePro, TestBuilder, SuperTest, Keepsoft або MyTestXPro.

Проведений порівняльний аналіз показав, що найбільш ефективним засобом тестового інструментарію є MyTestXPro - система програмних продуктів для здійснення комп'ютерного тестування, а також збору, дослідженню та аналізу їх результатів, результати аналізу представлені у Таблиці 1 [3, 9, 13, 24].

**Таблиця 1.** Порівняльний аналіз програмних засобів тестування

Джерело: Узагальнено авторами.

Програмні засоби тестування	Критерій порівняння					
	Вартість програмного продукту	Обмеження часу тестування	Використання медіа	Експорт-імпорт тестів	Створення Web-тестів	Кількість тестів
SunRav	безкоштовна	+	+	+	–	не обмежена
TestOfficePro	платна	+	+	+	+	не обмежена
SunRav TestOfficePro.WEB	платна	+	–	–	+	256
TestBuilder	безкоштовна	–	–	–	+	100
SuperTest	платна	–	–	–	–	100
Keepsoft	безкоштовна	+	+	+	+	не обмежена
MyTestStudentX	безкоштовна	+	+	+	+	не обмежена
MyTestXPro	безкоштовна	+	+	+	+	не обмежена

Програмний продукт MyTest є системою програм, призначених для здійснення електронного тестового контролю, а також збору і аналізу результатів тестування, визначення оцінки обраною шкалою [8, 12].

MyTest включає до свого складу програму тестування студентів, редактор тестів, а також журнал результатів тестування. Важливим є те, що програмний продукт MyTest постійно оновлюється, причому кожна нова версія включає до свого складу все найкраще від попередньої версії і пропонує нові можливості.

Слід згадати, що минулі версії продукту були досить простими, але дуже зручними тестовими оболонками, остання ж, поточна версія MyTestX - це вже є не поодиноким програма, а це є досить потужний комплекс програмних продуктів для здійснення повного комп'ютерного тестування.

Програми MyTest має досить широкі можливості, що дозволяє за її допомогою забезпечувати ефективне здійснення електронного тестового контролю.

Основні функціональні можливості та переваги програмного продукту MyTest:

- можливість організації та проведення тестування в будь-яких установах, як з метою виявлення рівню знань з будь-яких навчальних дисциплін, так і з іншими навчальними цілями;
- можливість для підприємств та організацій здійснювати сертифікацію та атестацію співробітників, наприклад під час прийняття на роботу або під час вирішення питань, пов'язаних з кар'єрним ростом;
- програмний продукт є легким та досить зручним у використанні, аналіз показав, що як викладачі, так і студенти відносно легко та швидко можуть його засвоїти;
- програмний продукт здатний на реалізацію достатньо великої кількості різновидів тестових та навчальних завдань;
- програма має сучасну модульну структуру, що здатна забезпечити її високу гнучкість та здатність до адаптації;
- програмний інструмент має досить широкі можливості та засоби для форматування тексту, як самих питань, так і варіантів відповідей;
- програма дає можливість настройки цілої низки характеристик та опцій, наприклад задати кількість балів за відповідь, змінити складність питання, додати підказку тощо;
- програма дає можливість представлення кількох варіантів питань для кожного завдання;
- у програмі можна використовувати декілька систем оцінювання рівня знань, які можна задавати або змінювати у вбудованому редакторі тесту;
- програмний засіб дозволяє завдяки модулю журналу MyTest забезпечувати дистанційний зв'язок між викладачем та студентом;
- програмний продукт MyTest забезпечує можливість організації як локального, так і мережевого тестування студентів;
- програмний продукт забезпечує підтримку декілька незалежних один від одного режимів;
- програма дозволяє встановлювати та змінювати оптимальний час на проведення тестування;

- продукт MyTest має досить надійний захист, це стосується як змісту тестових завдань, так і результатів проведеного тестування;
- результати тестування можуть зберігатися паралельно на локальному або персональному комп'ютері викладача;
- програмний продукт MyTest передбачає декілька локалізацій, серед яких присутні такі мови, як російська, українська, білоруська, англійська тощо;
- практика свідчить про досить високу надійність роботи програмного продукту;
- програмний продукт MyTest постійно розвивається і вдосконалюється, що і є найголовнішою обставиною.

Програма MyTest здатна працювати з наступними видами завдань:

1. Одиночний вибір завдання.
2. Множинний вибір завдання.
3. Встановлення порядку проходження завдання.
4. Встановлення відповідності завдання.
5. Вказівка істинності або хибності тверджень.
6. Ручне введення числа та тексту.
7. Вибір окремого місця або зони на зображенні.
8. Перестановка літерів.
9. Заповнення пропусків.

Важливим є те, що у змісті тесту програма до-зволяє використовувати будь-яку кількість і будь-яких типів, при цьому можна використовувати лише один тип, а можна і всі типи одразу.

Також, у завданнях з вибором типу відповіді, наприклад, поодинокого, або множинного вибору, вказівка порядку, вказівка істинності тощо, можна використовувати аж до десяти варіантів відповіді.

Програмний продукт включає до свого складу наступні модулі:

1. MyTestStudent – модуль тестування.
2. MyTestEditor – редактор тестів.
3. MyTestServer – журнал тестування.

MyTestEditor використовується для створення змісту тестів і є дуже зручним редактором тестів з досить дружнім інтерфейсом.

У програми є багато можливостей для створення та форматування, як тексту питань, так і варіантів відповідей. Програма надає можливості визначити шрифт, а також колір як символів, так і фону, розбивати текст на абзаци, застосовувати розширене форматування, широко використовувати списки, додавати малюнки, математичні формули тощо.

Також, кожному завданню можна задати складність, тобто кількість балів за вірну відповідь, а також додати підказку і надати пояснення, наприклад, якщо була зафіксована помилка в навчальному режимі, настроїти інші додаткові параметри.

Програма надає можливість використання декількох варіантів питання завдання, дозволяє зручно створювати вибірку завдань, випадково перемішувати завдання і варіанти відповідей.

Це, в свою чергу, дозволяє значно зменшити можливість списування, якщо той самий тест проходять декілька студентів або якщо тест проводиться вдруге.

MyTest дозволяє використовувати будь-яку існуючу систему оцінювання знань, наприклад, від 2-бальної



до 100-бальної. Редактор тексту забезпечує можливість задання або налаштування системи оцінки та налаштування програми.

Модуль журналу MyTest за наявності комп'ютерної мережі, забезпечує:

1. Організацію централізованого збору, в також обробку результатів тестування, при цьому результати тестування виводяться студенту і одночасно відправляються викладачеві для оцінювання та аналізу в зручний для нього час.
2. Організацію видачі тестів студентам через мережу, причому роздачі може підлягати відразу декілька різних тестів.
3. Безпосередньо, у реальному масштабі часу, спостереження викладачем за процесом тестування та його результативністю.

Програмний продукт MyTest забезпечує підтримку декілька режимів, які є незалежними один від одного:

1. Навчальний, де студент повідомляється про кількість і якість його помилок, також йому надаються додаткові пояснення до завдання.
2. Штрафний, де за негативні результати у студента утримуються бали і студент може пропустити деякі завдання за власним вибором без втрати балів.
3. Вільний, де студент має можливість відповідати на питання в будь-якій послідовності, а також пропускати або повертатися до будь-якого питання самостійно і за власним вибором.
4. Монопольний, де вікно програми розгорнуто на увесь екран і, що є важливим, його неможливо згорнути.

Підбор і обробка контрольного матеріалу змісту тесту, може бути використана не тільки для здійснення контролю знань, а й для навчання студентів.

Тобто програма дозволяє студентам не тільки самостійно виявляти прогалини в структурі своїх знань і умінь, а і вживати заходів для їх ліквідації.

Таким чином, використання навчального потенціалу тестових завдань дозволяє забезпечити ефективність практичної реалізації принципу взаємозв'язку та єдності процесу навчання і процесу контролю знань.

В настройках тесту, передбачена можливість редагування часу виконання як всього тесту цілком, так і будь-якого завдання, причому час для різних тестових завдань можна виставити різним, тобто забезпечити оптимальний час тестування, нераціональність та необґрунтованість завдання якого може значно знизити показники якості тесту.

Особливо важним питанням для тестових програм є питання захисту інформації. Практичне використання програмного продукту MyTest свідчить про досить високий рівень захисту, причому це стосується як самих тестових завдань, так і результатів тестування.

Реалізація можливості задання для тесту декілька різних видів паролів, як для відкриття, так і для редагування, а також для безпосередньо тестування, призводить до того, що «зламати» тест стає практично не можливо, це стосується і ключів до правильних відповідей тестових завдань.

Важливим з точки зору захисту є те, що не тільки завдання, а і результати тестування повинні зберігатися у захищеному файлі, що забезпечує об'єктивність оцінок студентів, які завжди будуть незалежними від лояльності, або нелояльності того чи іншого викладача. Також «паралельне» зберігання результатів як на локальному комп'ютері, так і одночасно на персональному комп'ютері викладача зводить ймовірність втрати результатів практично до нуля. Програмний продукт вже продемонстрував досить високу ефективність під час застосування у вищих навчальних закладах.

Не важко бачити, що програма комп'ютерного тестування MyTest досягла практично досконалого стану, має більшість необхідних функцій, є дуже компактною, а її функціональні можливості і простота використання перебувають у повному балансі, що дозволяє саме її пропонувати для широкого використання при здійсненні комп'ютерного тестового контролю у вищих навчальних закладах.

---

## ВИСНОВКИ

Підводячи підсумки, насамперед, слід підкреслити новизну проведених досліджень. На думку Бермус, під новизною дослідження розуміється «наскільки є сучасними і оригінальними використовувани в дослідженні уявлення і методи» [2]. Солнишкову видається цілком правомірним введення цих критеріїв в оцінювання наукової новизни поряд з фіксацією фактів приросту знань тощо [23].

Новизна проведених досліджень полягає у тому, що було проведено комплексне дослідження теоретичних і практичних аспектів підвищення ефективності навчального процесу в загалі і форм контролю знань студентів зокрема, в результаті якого на основі порівняльно-зіставного методу був проведений порівняльний аналіз ефективності використання традиційних, так званих, «ручних» підходів і підходів на базі використання останніх досягнень інформаційних технологій і комп'ютерної техніки, а також внесені конкретні пропозиції щодо комплексного використання електронних засобів контролю знань з урахуванням їх технічних характеристик, розглянуто комбінований метод контролю знань, що поєднує в собі всі позитивні риси традиційних і комп'ютеризованих підходів до вирішення питань контролю знань, що повністю збігається з поглядом на критерії новизни наукових досліджень Бермус [2] і Солнишкова [23].

Сучасність потребує зробити досить рішучий стрибок від традиційних, так званих, «ручних» методів і форм навчання та контролю знань до новітніх, більш ефективних, тобто потребує створення нової системи контролю знань, з використанням останніх досягнень комп'ютерної техніки і інформаційних технологій, яка б забезпечила об'єктивне оцінювання, як знань і умінь, так і навичок студентів, повністю виключаючи при цьому елементи суб'єктивізму.

Необхідно таким чином організувати всі етапи навчального процесу, щоб система контролю знань природньо і навіть непомітно включалася в загальну систему навчання в якості обов'язкового функціонального компоненту, який би забезпечував його цілісність, об'єктивність, бесперевнність і цілеспрямованість.


Найбільш ефективним на теперішній час методом оцінювання знань, умінь та навичок студентів є тестування, бо воно є більш якісним та більш об'єктивним способом оцінювання знань, практично виключають суб'єктивну складову, мають значну ємність, відрізняються більш м'яким підходом до контролю знань, стандартизованою формою оцінки знань, яка дозволяє здійснити рейтингове порівняння досягнень будь-якого студента із усередненим рівнем досягнень студентів у групі, на потоці тощо, ставить всіх студентів у рівні умови, тому що використовує загальну для всіх процедуру та загальні для всіх критерії оцінки, має достатньо широку шкалу оцінювання знань, відрізняється гуманністю, тому що всім студентам надаються абсолютно рівні можливості і при цьому ураховується, що студент повинен мати право на незначну, несуттєву помилку, таке право при традиційному підході до оцінювання є відсутнім, значно спрощує процес перевірки робіт, дає можливість перевіряти великий об'єм матеріалу за відносно невеликий проміжок часу, дозволяє отримати результати оцінювання знань практично відразу по завершенні тесту.

Наприкінці слід зазначити, що застосування сучасних комп'ютерних інформаційних технологій в навчальному процесі дозволить, з одного боку, суттєво підвищить ефективність та значно спростить тестовий контроль знань студентів, з іншого боку, дасть відчутний поштовх до розробки цілої низки подібних програмних продуктів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Alekseychuk, I. C. (2000). Про технологію створення системи тестування [Pro tekhnolohiyu stvorenniya systemy testuvannya] (pp. 43-92). *Novi tekhnolohii navchannya*. Kyiv: NMTSVD.
2. Bermus, A. G. (1999). *Общие основы педагогики [Obshchiye osnovy pedagogiki]* (114 p.). Rostov-na-Donu: Izd-vo Rostov, gos. ped. un-ta.
3. Bukhaneych, N. V. (2007). *Контроль та оцінка навчальних досягнень учнів [Kontrol ta otsinka navchalnykh dosyagnen uchniv]*. Retrieved from <http://studentam.net.ua/content/view/7556/97/>
4. Bulakh, I. E. (2006). *Основи педагогічного оцінювання [Osnovi pedahohichnoho otsinyuvannya]* (pp. 36-91). Kyiv.
5. Denglich (2016). *Сучасні методи контролю і оцінки знання учнів [Suchasni metody kontroliu i otsinky znannya uchniv]*. Retrieved from <https://denglich-vid-desyatnik.webnode.com.ua/news/suchasni-metodi-kontrolyu-i-otsinky-znannya-uchniv/>
6. Doroshenko, U., Rotayenko, P., & Semenyuk N. (2005). Педагогічна діагностика та оцінювання результатів тестування [Pedahohichna diahnostika ta otsinyuvannya rezultativ testuvannya]. *Zavuch*, 20-21, 56-60.
7. Duzhenkov, V. D. & Panacyuk, T. I. (2006). Деякі аспекти методики складання тестових завдань [Deyaki aspekty metodyky skladannya testiv zavdannya]. *Orhanizatsiia navchalno-vykhovnoho protseci*, 8, 104-109.
8. Klyaksa.net. *Форум MyTestXPro [Forum MyTestXPro]*. Retrieved from [http://klyaksa.net-/forum/index.php?topic=317-&mode\\_forum=posts](http://klyaksa.net-/forum/index.php?topic=317-&mode_forum=posts)
9. Kuzma, K. T. (2017). Computer technologies of verification of knowledge based on the method of sequential analysis. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 3, 121-129. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2017-3-14>
10. Кутайгородська, Н. О. (2004). *Контроль знань у курсі хімії у профільних класах [Kontrol znan u kursi khimiyi u profilnikh klasakh]* (pp. 76-82).
11. Mashtaler, H. (2004). Тематична атестація – новий підхід до контролю й оцінювання навчальних здобутків учнів [Tematychna atestatsiya - noviy pidkhid do kontrolyu y otsinyuvannya Navchalnykh zdobutkiv uchniv]. *Ukraincka literatura v zahalnoocvitnii shkoli*, 9, 42-45.
12. MyTestXPro. *Компьютерное тестирование знаний MyTestX [Kompyuternoye testirovaniye znaniy MyTest]*. Retrieved from <http://mytest.klyaksa.net>
13. Navchalni materialy online. *Методи і форми контролю успішності студентів [Metody i formy kontrolyu uspishnosti studentiv]*. Retrieved from [https://pidruchniki.com/70171/pedagogika/metodi\\_formi\\_kontrolyu\\_ospishnosti\\_studentiv](https://pidruchniki.com/70171/pedagogika/metodi_formi_kontrolyu_ospishnosti_studentiv)
14. Polyakova, A. A. (2000). *Рейтинговая система контроля и оценки знаний по педагогике: Практикум для педагогов, студентов и учащихся [Reytingovaya sistema kontrolya i otsinky znan` po pedahohitsi: Praktikum dlya pedahohov, studentov i uchniv]*. Moskva: Mock. gor. ped. ob-vo.
15. Savchenko, O. (1997). *Контроль та оцінка результатів навчання [Kontrol ta otsinka rezultativ navchannya]* (pp. 122-137). Kyiv: Abryc.
16. Skorin, Yu. I. (2003). Методичні підходи щодо комп'ютеризації навчального процесу [Metodichni pidkhodi shchodo kompyuterizatsiyi navchalnoho protsesu]. *Navchalno-vykhovnyi protsec: metodyka, docvid, problemy*, 6(91), 4-6.
17. Skorin, Yu. I. (2004). Використання комп'ютерних технологій для побудови автоматизованих систем віддаленого навчання [Vikoristannya kompyuternikh tekhnolohiy dlya pobudovi avtomatizovanih system viddalenooho navchannya]. *Systemy obrobky informatsiyi*, 4, 196-200.
18. Skorin, Yu. I. (2004). Шляхи підвищення ефективності дипломного і курсового проектування [Shljahu pidvyshchennya effektivnosti diplomnoho y kursovoho projektuvannya]. *Navchalno-vykhovnyi protsec: metodyka, docvid, problemy*, 2-3(93-94), 22-23.
19. Skorin, Yu. I. (2008). Упровадження в навчальний процес засобів інформаційного супроводження навчальних занять [Upravozhennya v navchalny protses zasobiv informatsiynoho suprovodzhennya Navchalnykh zaunyat]. *Upravlinnia rozvytkom*, 15, 145-146.
20. Skorin, Yu. I. (2013). *Робоча програма навчальної дисципліни «Технології тестування програмних продуктів» для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерні науки» [Robocha prohrama navchalnoyi dystsypliny «Tekhnolohiyi testuvannya prohramnikh produktiv» dlya studentiv napryamu pidhotovki «Kompyuterni nauky»]* (40 p.). Kharkiv: KhNEU.
21. Skorin, Yu. I., Fedko, V. V., & Shcherbakov, O. V. (2011). *Робоча програма навчальної дисципліни «Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій» для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерні науки» [Robocha prohrama navchalnoyi dystsypliny «Metody ta zasoby kompyuternikh informatsiynikh tekhnolohiy» dlya studentiv napryamu pidhotovki «Kompyuterni nauky»]* (48 p.). Kharkiv: KhNEU.
22. Skorin, Yu. I., Stadnyk, V. V., & Shcherbakov, O. V. (2010). Інформаційне супроводження навчального процесу [Informatsiyne suprovodzhennya navchalnoho protsesu]. *Upravlinnia rozvytkom*, 7(88), 273-274.
23. Solnyshkov, M. E. (2009). *Критерии новизны научно-педагогических исследований [Kriterii novizny nauchno-pedagogicheskikh issledovaniy]*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/v/kriteriy-novizny-nauchno-pedagogicheskikh-issledovaniy>
24. *Ukrayinskyy tsentr otsinyuvannya yakosti osvity*. Retrieved from <http://testportal.gov.ua/>

# “Research of crypto-code designs construction for using in post quantum cryptography”

<b>AUTHORS</b>	Serhii Yevseiev Alla Gavrilova Bogdan Tomashevsky Firuz Samadov
<b>ARTICLE INFO</b>	Serhii Yevseiev, Alla Gavrilova, Bogdan Tomashevsky and Firuz Samadov (2018). Research of crypto-code designs construction for using in post quantum cryptography. <i>Development Management</i> , 16(4), 26-39. doi: <a href="https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.03">10.21511/dm.4(4).2018.03</a>
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.03">http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.03</a>
<b>RELEASED ON</b>	Monday, 04 February 2019
<b>RECEIVED ON</b>	Monday, 12 November 2018
<b>ACCEPTED ON</b>	Friday, 14 December 2018
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>
<b>JOURNAL</b>	"Development Management"
<b>ISSN PRINT</b>	2413-9610
<b>ISSN ONLINE</b>	2663-2365
<b>FOUNDER</b>	Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**29**



NUMBER OF FIGURES

**8**



NUMBER OF TABLES

**4**



S. KUZNETS KHNUe



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 12th of November, 2018

Accepted on: 14th of December, 2018

© Serhii Yevseiev, Alla Gavrilova, Bogdan Tomashevsky, Firuz Samadov, 2018

Serhii Yevseiev, Chief of Department of Cyber Security and Information Technology Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Alla Gavrilova, Senior Lecturer Department of Cyber Security and Information Technology Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Bogdan Tomashevsky, Associate Professor of Department of Cyber Security Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine.

Firuz Samadov, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Systems and networks, Azerbaijan Technical University, Azerbaijan.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Serhii Yevseiev (Ukraine), Alla Gavrilova (Ukraine), Bogdan Tomashevsky (Ukraine), Firuz Samadov (Azerbaijan)

## RESEARCH OF CRYPTO-CODE DESIGNS CONSTRUCTION FOR USING IN POST QUANTUM CRYPTOGRAPHY

### Abstract

The article analyzes construction of crypto-code designs (CCDs) on the basis of asymmetric Mac-Alice and Niederreiter crypto-code systems on elliptical (EC) and modified elliptic codes (MEC), which, in the conditions of post-quantum cryptography, allow to provide a guaranteed level of crypto stability, to counteract the modern Attacks and attack by V. Sidelnikov on the theoretical code schemes of McEliece and Niederreiter.

Schemes of hybrid crypto-code designs construction the lossy codes are addressed. Methods of constructing mechanisms of confidentiality and integrity of banking information resources under hybrid threats to security components (information security, cybersecurity, information security) are proposed.

Using of a lossy code is suggested to this end. Lossy Code allow you to increase the speed of code changes by reducing the power of the field when causing damage to open text and reducing the amount of data transferred by causing harm to the cipher text. The methods of constructing unprofitable codes and approaches for use in hybrid KKK of McEliece and Niederreiter on modified elliptic codes are considered. Practical algorithms for the use of the MV2 mechanism in McEliece's CCD and Niederreiter's modified elliptic codes are proposed, which allows the implementation of the CCD hybrid scheme. The comparative results of the study of stability and power capacity with respect to their practical use in automated banking systems are presented.

### Keywords

McEliece' crypto-code designs, Niederreiter's crypto-code designs, elliptic codes, modified elliptical codes, hybrid crypto-code designs

### JEL Classification

H56

С. Євсеєв (Україна), А. Гаврилова (Україна), Б. Томашевський (Україна), Ф. Самадов (Азербайджан)

## ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТО-КODOВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ПОСТ КВАНТОВІЙ КРИПТОГРАФІЇ

### Анотація

У статті проводиться аналіз побудови крипто-кодових конструкцій (ККК) на основі несиметричних крипто-кодових систем Мак-Еліса і Нідеррайтера на еліптичних (EC) та модифікованих еліптичних кодах (MEC), які в умовах постквантової криптографії дозволяють забезпечити гарантований рівень криптостійкості, протидіяти сучасним атакам і атаці В. Сідельникова на теоретико-кодові схеми Мак-Еліса і Нідеррайтера.

Розглянуті схеми побудови гібридних крипто-кодових конструкцій на збиткових кодах. Запропоновані методи побудови механізмів конфіденційності і цілісності банківських інформаційних ресурсів в умовах дії гібридних загроз на складові безпеки (інформаційній безпеці, кібербезпеці, безпеці інформації).

Для цього пропонується використовувати збиткові коди. Збиткові коди дозволяють збільшити швидкість кодових перетворень за рахунок зменшення потужності поля при нанесенні збитку відкритого тексту і зменшити обсяг переданих даних за рахунок нанесення шкоди шифртексту. Розглядаються способи побудови збиткових кодів і підходи використання в гібридних ККК Мак-Еліса і Нідеррайтера на модифікованих еліптичних кодах. Пропонуються практичні алгоритми використання механізму MV2 в ККК Мак-Еліса і Нідеррайтера на модифікованих еліптичних кодах, що дозволяє реалізувати гібридну схему ККК. Наведені порівняльні результати дослідження стійкості та енергетичній ємності щодо їх практичного використання в автоматизованих банківських системах.

**Ключові слова**

крипто-кодова конструкція Мак-Еліса, крипто-кодова конструкція Нідеррайтера, еліптичні коди, модифіковані еліптичні коди, гібридні крипто-кодові конструкції

**Класифікація JEL**

H 56

---

**INTRODUCTION**

The age of high technology is characterized by the sharp increase in the volume of processed data, quantum technologies and artificial intelligence development in all spheres of human activity, the emergence of hybrid threats in cyberspace and the reduction of the stability of classical algorithms of traditional and asymmetric cryptography. Research in the field of quantum computing impact, using the phenomena of quantum superposition and quantum confusion for the transmission and data processing, has shown that quantum computers that use special algorithms (for example, Shore's algorithm) will be able to factorize numbers at polynomial time (Androshchuk, 2017; Babych, 2016; Baldi et al., 2016; Chen, 2016; Grischuk & Danik, 2016; Leonenko & Yudin, 2013). Therefore, cryptographic systems on asymmetric cryptography algorithms (RSA, ECC, DSA) will be vulnerable to brute force attacks using a full-scale quantum computer. So that, the main research and development of cryptographic information security (KPI) is aimed at finding solutions that would not be vulnerable to quantum computing and would be simultaneously resistant to attacks using conventional computers. Such algorithms refer to the section of quantum-safe cryptography (or quantum-resistant cryptography) (De Vries, 2016; Hryshchuk & Molodetska-Hrynhchuk, 2018; Hryshchuk & Molodetska, 2016; Kuchuk et al., 2016; Kuchuk et al., 2017; Mozhaev et al., 2017), among which NIST specialists distinguish cipher-code systems of Mac-Alice and Niederreiter. The main disadvantage is the computational complexity of their implementation. To insure guaranteed stability, the power of the GF (210–213) field is required. In addition, the possibility of implementing Sidelnikov's attack when using blocking codes BCH, Hopp's, Reed-Solomon's codes, alternative Hopp's codes (De Vries, 2016; Dinh et al., 2011; Sidelnikov, 2008). In the view of V. Sidelnikov, the perspective direction is the use of algebra-geometric (built using curves, for example, elliptic, Fermat, Suzuki, Hermite, etc.) or cascading codes (Baldi et al., 2016; Cho et al., 2017; Dudikevich et al., 2010; Morozov et al., 2017; Sidelnikov, 2008).

**1. LITERATURE REVIEW**

The main advantage of the symmetric (Rao-Nama scheme) and non-symmetric McEliece and Niederreiter crypto-code systems is the high speed of cryptographic transmissions and the simultaneous securing of the confidentiality of data transmitted by open communication channels (Baldi et al., 2016; Morozov et al., 2017; Niederreiter, 1986). The general classification of crypto-code systems and security services that provide their use are shown in Figure 1.

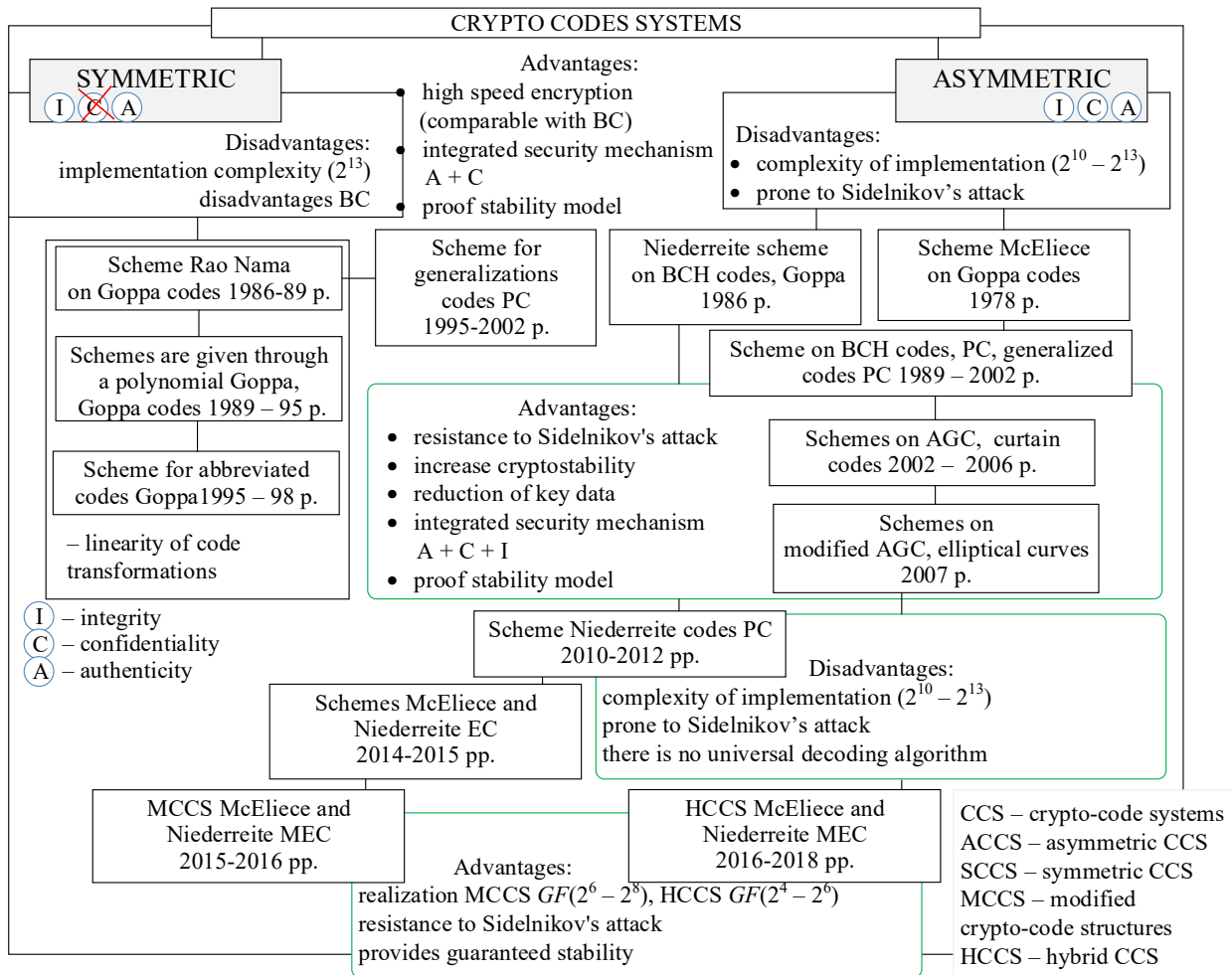
In the paper (Evseev et al., 2016), it is proposed to use modified NKSKS (IKSS) for modified EC (MEC) to reduce the power consumption of cryptanalons in the Nuclear Physics and Mathematics Laboratory of McEliece.

**2. AIMS**

The purpose of the article is a research of the crypto-code designs construction on the basis of elliptic codes modification with further lossy based on multichannel cryptography, analysis of the properties of safety and energy of modified Mak-Alice constructions in the conditions of post-quantum cryptography.

**3. METHODS**

To modify the linear block code, which does not reduce the minimum code distance, remains shortening its length by reducing the information symbols (Evseev et al., 2016; Yevseiev, et al., 2016). In works (Evseev et al., 2016; Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev & Tsyhanenko, 2018; Evseev et al., 2017) the mathematical apparatus for constructing modified elliptic codes is given.



**Figure 1.** Classification of cryptosystems based on CCS

To modify (shorten) elliptic codes, we will use a decrease in the set of points of the curve. The following statements are true (Babych, 2016; Baranov, 2014).

*Statement 1* (Evseev et al., 2016; Yevseiev & Korol, 2018). Let  $EC$  – elliptic curve over  $GF(q)$ ,  $g=g(EC)$  – the curve type,  $EC(GF(q))$  – the set of its points over the finite field,  $N=EC(GF(q))$  – their number. Let  $X$  and  $h$  – non-disjoint subsets of the points,  $X \cup h = EC(GF(q))$ ,  $|h| = x$ ,  $x \leq 1/2k$ . When encoding an information vector, the characters of the set of  $h$  do not participate (they are zero) and they can be discarded, and the resulting codeword will be shorter on  $x$  code symbols. Then the shortened elliptic  $(n, k, d)$  code over  $GF(q)$ , is constructed by displaying the form  $\varphi: X \rightarrow P^{k-1}$ , which is related to the characteristics  $k + d \geq n$ , moreover:  $n = 2\sqrt{q} + q + 1 - x$ ,  $k \geq \alpha - x, d \geq n - \alpha, \alpha = 3 \cdot degF$ .

*Statement 2* (Evseev et al., 2016; Yevseiev & Korol, 2018). The shortened elliptic-curve  $(n, k, d)$  code over  $GF(q)$ , is constructed by displaying the form  $\varphi: X \rightarrow P^{r-1}$ , which is related to the characteristics  $k + d \geq n$ , moreover:

$$n = 2\sqrt{q} + q + 1 - x, k \geq n - \alpha, d \geq \alpha, \alpha = 3 \cdot degF. \quad (1)$$

Using the result of the assertions 1, 2 specify McEliece's MACCS on MEC, constructed by displaying the form  $\varphi: X \rightarrow P^{k-1}$ , та  $\varphi: X \rightarrow P^{r-1}$ . The following statements are true.

*Statement 3* (Evseev et al., 2016; Yevseiev & Korol, 2018). The shortened elliptic-curve  $(n, k, d)$  code over  $GF(2^m)$ , is constructed by displaying the form  $\varphi: X \rightarrow P^{k-1}$ , defines the MCCS on MEC with the parameters:

- the dimension of the secret key:  $l_{K^+} = (x - x_1) \cdot \left[ \log_2 (2\sqrt{q} + q + 1) \right]$ ; (2)
- the dimension of the information vector (in bits):  $l_I = (\acute{a} - x + x_1) \cdot m$ ; (3)
- the codec dimension:  $l_S = (2\sqrt{q} + q + 1 - x) \cdot m$ ; (4)
- relative encoding speed:  $R = \frac{(\acute{a} - x)}{(2\sqrt{q} + q + 1 - x)}$ . (5)

*Statement 4* (Evseev et al., 2016; Yevseiev & Korol, 2018). The shortened elliptic-curve  $(n, k, d)$  code over  $GF(2^m)$ , constructed by displaying the form  $\varphi: X \rightarrow P^{r-1}$ , constructed by displaying the form:

- the dimension of the secret key is determined by the expression (3);
- the dimension of the information vector (in bits):  $l_I = (2\sqrt{q} + q + 1 - x) \cdot m$ ; (6)
- the codec dimension is determined by the expression (3.16);
- relative transmission rate:  $R = \frac{(2\sqrt{q} + q + 1 - x)}{(2\sqrt{q} + q + 1 - x)}$ . (7)

The second way of modifying a linear block code that retains the minimum code distance and increases the amount of data transmitted is to extend its length after the formation of the initialization vector, by reducing the information symbols. The mathematical apparatus of a modified crypto-code construction based on the McEliece scheme is given in (Evseev et al., 2016; Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev et al., 2017).

*Statement 5* (Evseev et al., 2016; Yevseiev & Korol, 2018). Extended elliptic-curve  $(n, k, d)$  code over  $GF(2^m)$ , constructed by displaying the form  $\delta: (X \cup h_1) \rightarrow P^{k-1}$ , defines the MCCA with the parameters:

- the dimension of the secret key (in bits):  $l_{K^+} = (x - x_1) \cdot \left[ \log_2 (2\sqrt{q} + q + 1) \right]$ ; (8)
- the dimension of the information vector (in bits):  $l_I = (\acute{a} - x + x_1) \cdot m$ ; (9)
- the size of the cryptogram (in bits):  $l_S = (2\sqrt{q} + q + 1 - x + x_1) \cdot m$ ; (10)
- relative transmission speed:  $R = \frac{(\acute{a} - x + x_1)}{(2\sqrt{q} + q + 1 - x + x_1)}$ . (11)

The analysis carried out in (Evseev et al., 2016; Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev et al., 2017) shows that the use of modified (shortened / extended) MECs can reduce the power capacity of the software implementation of the McEliece's MCCA almost in 2 times, but at the same time provide the required level of crypto stability while implementing a smaller field  $GF(26 - 28)$ .

Investigation of the properties of construction of cryptosystems on the loss codes. In order to provide basic information security services, in the conditions of growing information security threats (IS), cyber security (CB), information security (IS) in works (Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev et al., 2017), it is proposed to use hybrid crypto-code designs based on the synthesis of McEliece and Niederreiter MCCA on MEC and the unprofitable codes of multichannel cryptography.

In the works (Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018) the theoretical and practical bases of the construction of loss codes are considered. Lucrative text is understood the text obtained because of further deformation of non-redundant codes of letters (Mishchenko & Vilansky, 2007; Mishchenko et al., 2006).



The theoretical basis for constructing unprofitable texts is the disturbance of the ordering of the characters of the source text and because of the reduction of redundancy of the symbols of the language in the redundancy text. At the same time, the amount of information that expresses this ordering will be equal to the decrease in the entropy of the text as compared with the maximum possible amount of entropy, that is, the equally probable appearance of any letter after any previous letter. Methods of calculating the information proposed in (Mishchenko & Vilansky, 2007) allow us to find out the ratio of the amount of predicted (that is, formed according to certain rules) information and the amount of unexpected information that cannot be foreseen in advance. The redundancy of the text is determined by the expression (Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018):

$$B(M) = B_A L_0 = \left( \log N - \frac{H(M)}{L_0} \right) \cdot L_0, \quad (12)$$

where  $M$  – is the original text,  $B$  – redundancy of the language ( $B = R - r$ ,  $R$  – redundancy of the language ( $R = \log N$ ),  $N$  – capacity of the alphabet,  $r$  – entropy of the language for one character,  $r = H(M) / L$ ,  $L$  – the length of the message  $M$  in the characters of the language),  $H(M)$  – entropy (uncertainty) of the message,

$L_0$  – the length of the message  $M$  of the characters of the language with the contents,  $B_A$  – redundancy of the language.

To obtain redundancy text (FTC) and redundancy (DCH) the “ideal” compression method is used after executing  $m$  cycles of the  $C_m$  (Yevseiev & Tsyhanenko, 2018; Yevseiev et al., 2016).

A quantitative measure of the effectiveness of causing damage is the degree of change in meaning, equal to the difference in entropy of the lossy text and source text at different segments of the length of the redundancy text:

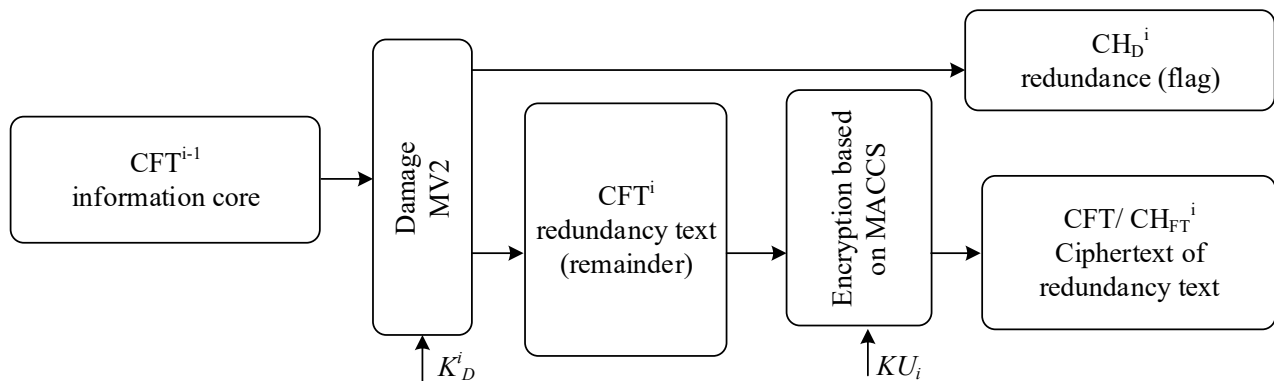
$$d = H(FTC) - \sum_{i=1}^s H(M_i) p_i, \quad \sum_{i=1}^s p_i = 1, \quad s = \left\lceil \frac{L_0 - L_{FTC}}{L_{FTC}} \right\rceil, \quad (13)$$

where  $M_i$  – is the part of the source text corresponding to the  $i$ -th segment,  $p_i$  – it’s probability,  $L_0$  – the length  $M_i$ , equal to the length of the  $L_{FTC}$  – redundancy text,  $s$  – the number of segments.

In Figure 2 shows the structural scheme of one step of the universal mechanism of causing damage.

Under the information core of some text is understood the laconic text of the  $CFT$ , obtained as a result of the cyclic transformation of the universal mechanism of causing damage to  $C_m$ .

The universal mechanism for causing damage to  $C_m$  can be described (Sidelnikov, 2008; Yevseiev, 2017):



**Figure 2.** The block diagram of one step of the universal mechanism of causing damage

$$\begin{aligned}
 CFT / CH_{FT} &= E_1(M, KU^{EC}), & CFT / CH_{FT} &= CFT / CH_{FT}^i, \dots, CFT / CH_{FT}^m, \\
 CHD / CH_D &= E_2(M, KU^{EC}), & \text{where } KU^{EC} &= \delta(K_D^i, \dots, K_D^m, KU_1^{EC}, \dots, KU_m^{EC}), \\
 M &= E_{1.2}^{-1}(CFT / CH_{FT}, CHD / CH_D, KU^{EC}), & CHD / CH_D &= CHD / CH_D^i, \dots, CHD / CH_D^m.
 \end{aligned}$$

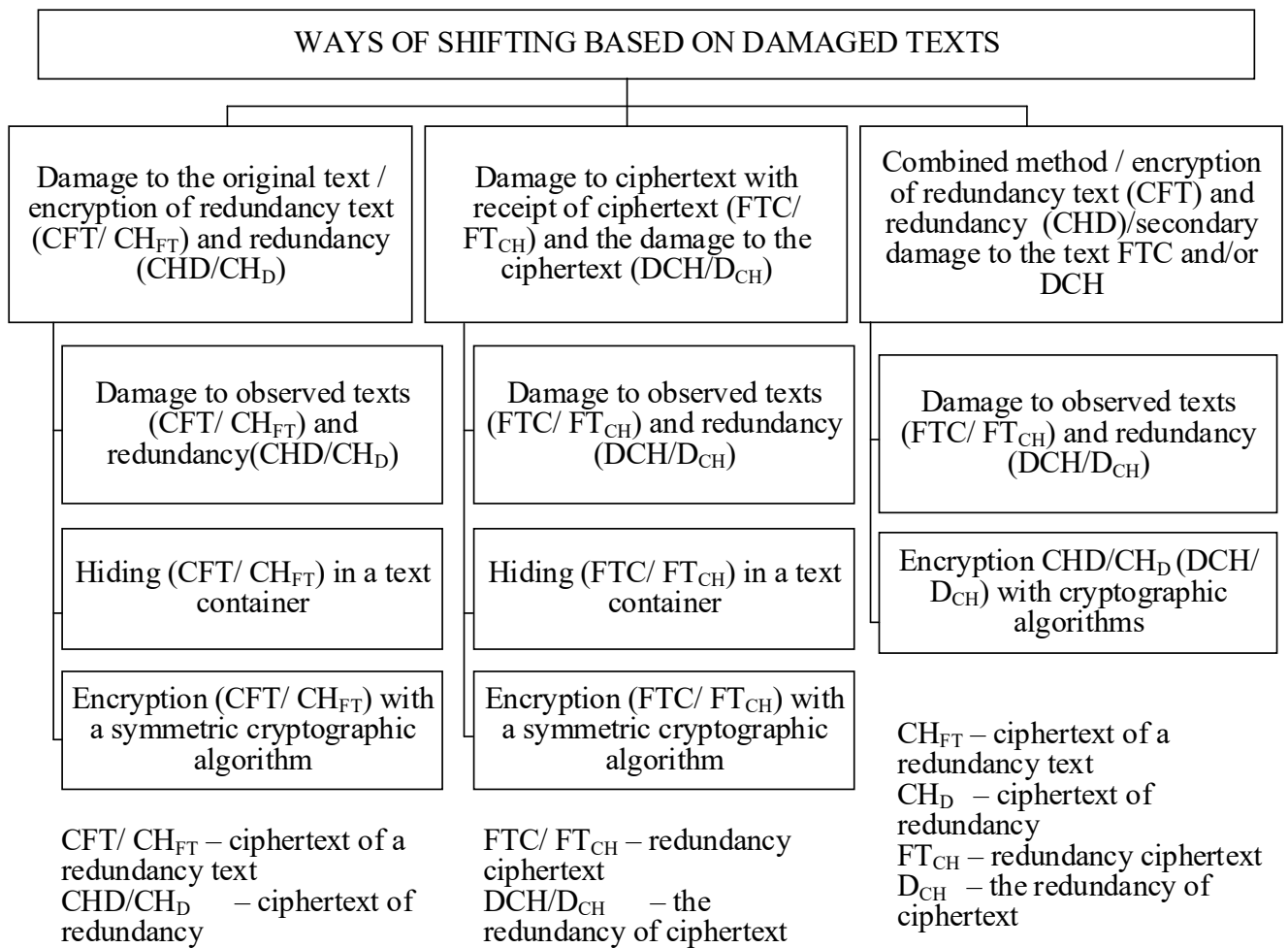
The main methods of causing damage are shown in Figure 3, 4 shows the basic protocols of security services based on the use of loss-making codes.

The unity distance for a random cipher model for which there is a probability of obtaining meaningful text in random and equally probable choices of the key  $K$  and an attempt to decrypt the encrypt text

$$N_s = H(K) \frac{2^{HL}}{|I|^L} = 1 \text{ is equal to:}$$

$$L = U_0 = \frac{H(K)}{\log |I| - H} = \frac{H(K)}{B \cdot \log |I|}, \quad (14)$$

where  $B$  – redundancy of the source text,  $H$  – entropy on the letter of meaningful text in the input alphabet  $I$ ,  $|I| > 2$ ,  $2^{HL}$  – he approximate value of the number of meaningful texts.



**Figure 3.** The main ways of causing damage

The conducted analysis in the works (Mishchenko & Vilansky, 2007; Mishchenko et al., 2006; Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev, & Tsyhanenko, 2018) showed that hybrid cryptographic code structures provide the possibility of their practical implementation, with a significant reduction of field strength. In this way, it ensures its competitiveness and the possibility of considering as an alternative to classical algorithms of asymmetric cryptography.

An analysis of methods for causing damage in works (Mishchenko & Vilansky, 2007; Mishchenko et al., 2006; Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev, & Tsyhanenko, 2018) showed that the first and second methods of causing damage with subsequent cryptographic transformations are the most suitable for use in Internet protocols, which reduces the power of the alphabet in the formation of cryptograms in the McEliece and Niederreiter MCCS, structural schemes are shown in Figure 5, 6 respectively. The unity distance for the first method (Expression 15) will be transformed:

$$U_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \left( H\left( CHD^{(i)} \right) \right) + H\left( KU_i^{EC} \right)}{B \cdot \log |I|}. \quad (15)$$

Such system is based on the incorrect distortion of the damage and stability through the use of subsequent encryption on the basis of MCCS. This leads to the inability to find out the encryption text of the redundancy text. The unity distance for the second method (Expression 16) will be transformed:

$$U_0 = \frac{H\left( KU_i^{EC} + H\left( FTC/FT_{CH} \right) + H\left( DCH/D_{CH} \right) + \sum_{i=1}^m \left( H\left( CHD^{(i)} \right) \right) + H\left( KU_i^{EC} \right) \right)}{B \cdot \log |I|}. \quad (16)$$

The second option allows you to increase the distance of unity compared to the first way.

To estimate the reduction of energy costs for the practical implementation of crypto-code designs in (Yevseiev & Tsyhanenko, 2018) the results of the evaluation of the complexity of the formation of cryptograms and its decoding with the use of the Niederreiter's CCS, the evaluation of the hurdle's complexity by the most effective method of decoding (permutations by a decoder) are given.

Further reduction of the Galois field power leads to a significant reduction in the complexity of the formation ( $\approx$  in 3 times) and decoding ( $\approx$  in 5 times) of cryptograms and provides a guaranteed level of crypto stability (Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev, & Tsyhanenko, 2018).

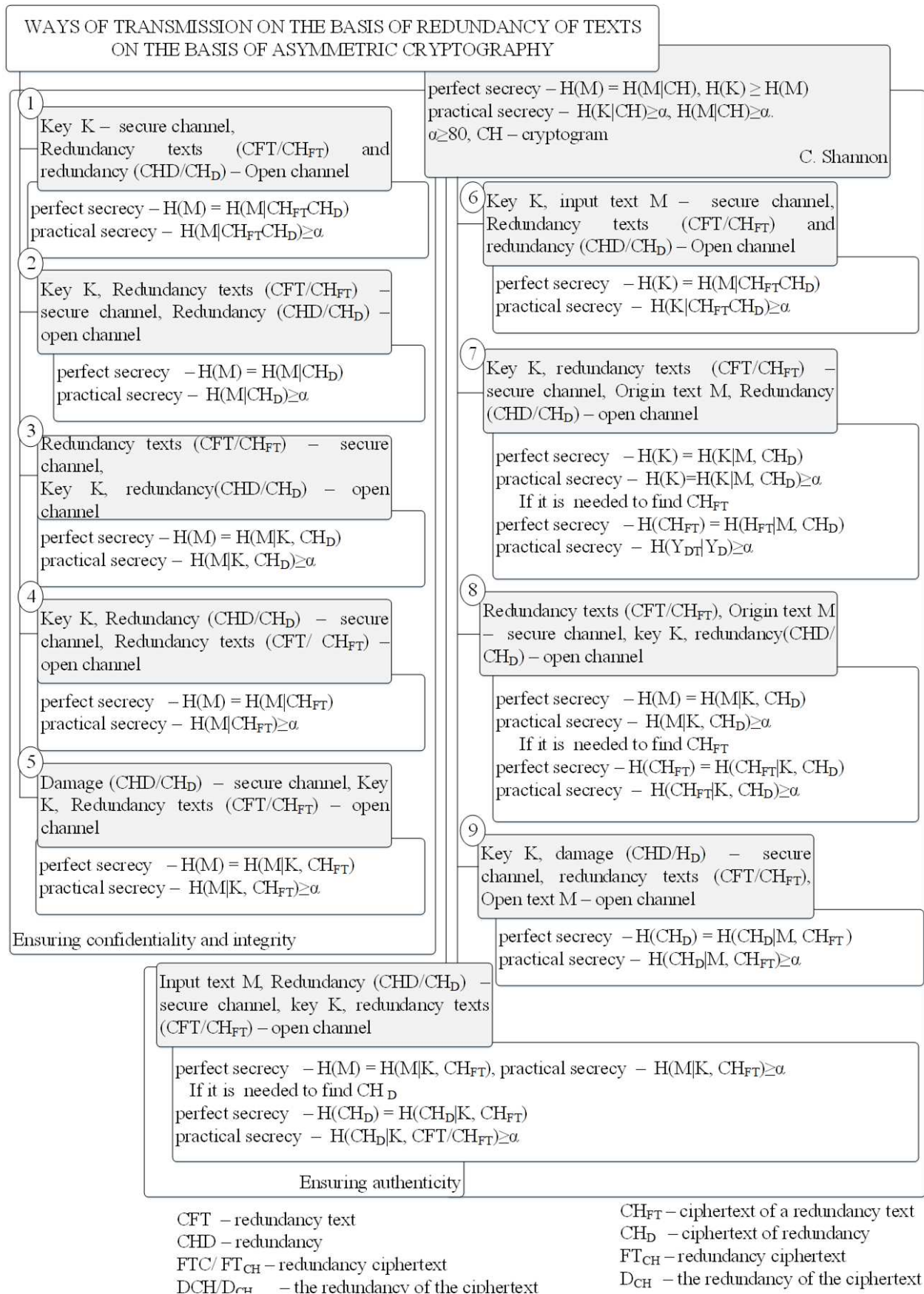
To estimate time and speed indicators, it is accepted to use a unit of measurement cpb, where cpb (cycles per byte) - the number of processor counts that need to be spent to handle 1 byte of input information. The complexity of the algorithm is determined by the formula:

$$Per = Utl \cdot CPU\_clock / Rate, \quad (17)$$

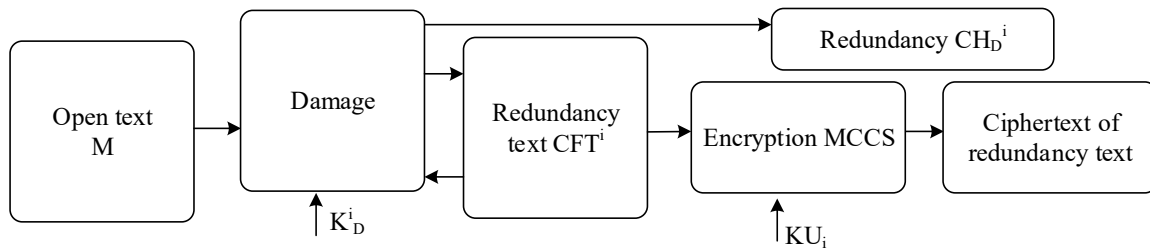
where *Utl* – utilization of the core of the processor (%), *Rate* – bandwidth of the algorithm (bytes/s).

## 4. RESULTS

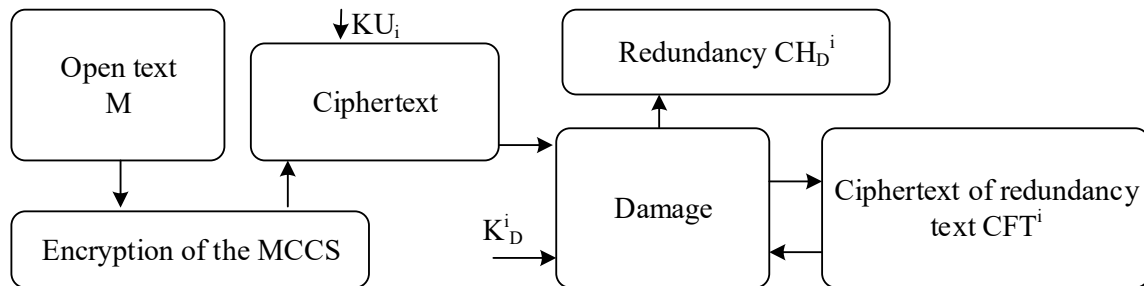
In Table 1 the results of studies of the dependence of the length of the input sequence on the MV2 algorithm from the number of processor cycles to perform elementary operations in the program implementation are presented.



**Figure 4.** Basic protocols for providing security services



**Figure 5.** Structural diagram of construction of a hybrid crypto-code system on the basis of causing damage to open text



**Figure 6.** The block diagram of construction of a hybrid cryptosystem on the basis of damage to cipher text

**Table 1.** The results of studies on the dependence of the length of the input sequence on the MV2 algorithm from the number of processor counts

Code sequence length		MV2		
		10	100	1,000
The number of calls of functions that implement elementary operations	addition	3,942	28,673	275,499
	subtraction	1,794	3,810	23,881
	division	3,274	4,804	20,104
	multiplication	19	109	1,009
	comparison	8,939	60,963	578,784
Sum		17,968	98,359	899,277
Runtime * in milliseconds	addition	19.53	93.58	2,297.36
	subtraction	8.89	12.43	199.14
	division	16.22	15.68	167.65
	multiplication	0.09	0.36	8.41
	comparison	44.28	198.96	4,826.43
Sum		89	321	7,499
Runtime * in milliseconds		89	321	7,499

In Table 2 the results of researches of the estimation of time and speed indicators of procedures of drawing and removal of damage are resulted.

**Table 2.** Results of research of time and speed indicators of procedures of drawing and removal of damage

Indexes	Code sequence length	Work time (sec)	Bandwidth of the algorithm, Rate (byte /sec)	Recycle the core of the processor (ticks)	complexity of the algorithm, Per (cpb)
The number of calls of functions that implement elementary operations	10	0.089	112.3596	90	0.801
	100	0.321	311.5265	322	1.034

Thus, an analysis of the basic principles of the McEliece (Niederreiter) MCCA and multichannel cryptography systems on redundancy codes allows the formation of hybrid cryptosystems.

The difference between the HCCA in the McEliece or Niederreiter schemas of the “classic” approach to the formation of a hybrid (integrated) cryptosystem is the use of asymmetric crypto-code structures with fast algorithms of cryptographic transformations as the main mechanism for ensuring the stability (security) of information followed by the use of MV2 algorithm (multichannel system on loss codes), which reduces energy costs (the capacity of the MCCA alphabet on the MEC).

In the works (Yevseiev, 2017; Yevseiev & Korol, 2018; Yevseiev, & Tsyhanenko, 2018) algorithms of the hybrid crypto-code system of McEliece on MEC are proposed which allow in case of concealing of loss-making ciphertext  $CFT/CH_{FT}$  all its possible values are determined by an additional key field:

$$U_0 = \frac{H(CFT/CH_{FT}) + \sum_{i=1}^m (H(CHD^{(i)})) + H(KU_i^{EC})}{B \cdot \log |I|}. \quad (18)$$

In the case of additional concealment of the last encryption text, the damage to the  $CHD/CH_D$  due to its smallness and the admissibility with the ciphertext of the redundancy text  $CFT/CH_{FT}$  the distance of unity can be further increased:

$$U_0 = \frac{H(CHD/CH_D) + H(CFT/CH_{FT}) + \sum_{i=1}^m (H(CHD^{(i)})) + H(KU_i^{EC})}{B \cdot \log |I|}. \quad (19)$$

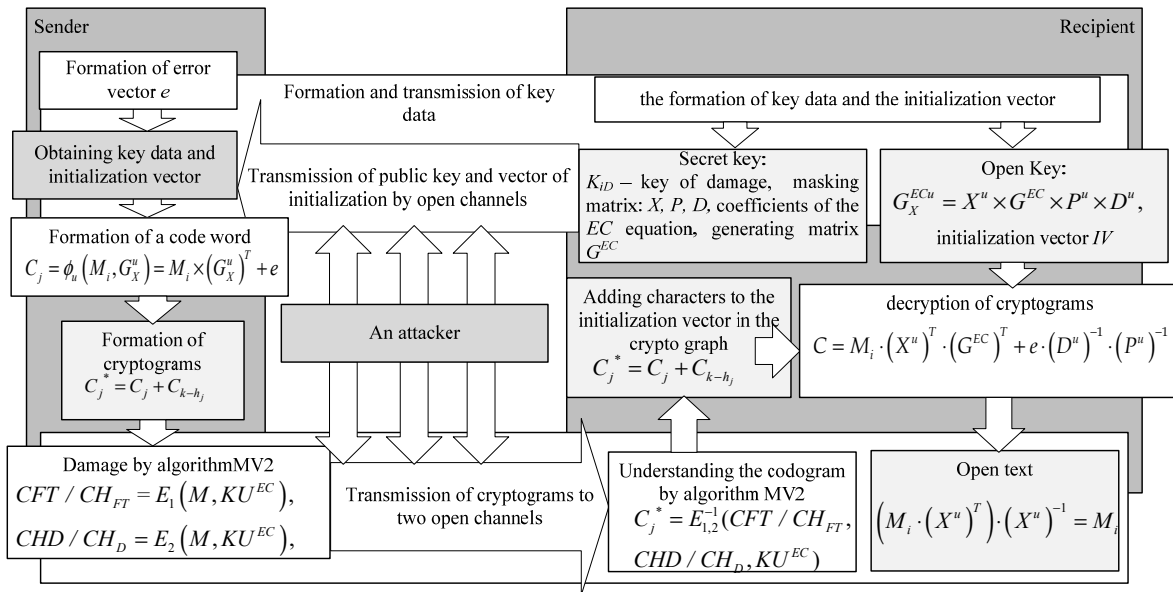
Thus, multichannel cryptography on the basis of the loss-making codes allows for the integration of cryptographic systems, combining crypto-code designs with the same concept (McEliece and Niederreiter MCCA on MEC) and the systems on the loss-making codes that complement each other providing the necessary security measures and reliability, and enrich the total system with its properties. In addition, such an approach provides for counteracting V. Sidelnikov’s attack on the basis of fine-linear transformations (Sidelnikov, 2008).

In works (Evseev et al., 2016; Yevseiev, 2017; Yevseiev, & Korol, 2018; Yevseiev et al., 2017) a formal description of the McEliece’s MCCA mathematical model on modified elliptic codes is considered, (Mishchenko et al., 2006) considered the universal mechanism of causing losses and methods of transmission in systems on redundancy codes. The main difference between mathematical models is the formation of a codogram based on shortening or lengthening, as well as the method of causing damage. The main difference between elongated codes is the use of the abbreviation symbols in the McEliece’s MCCA, with the subsequent replacement of the information symbols of the open information.

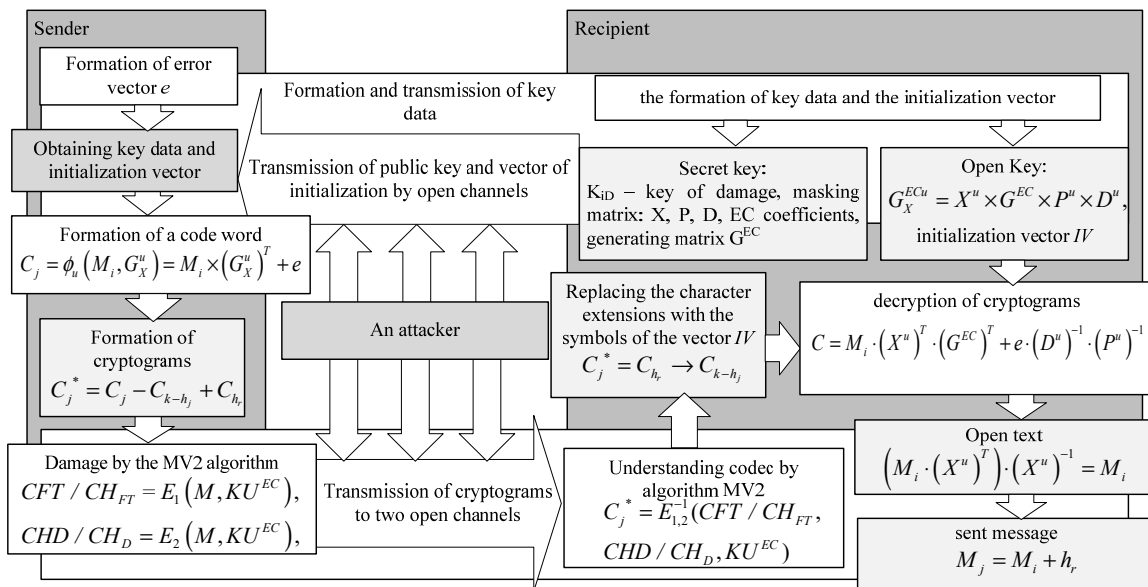
In Figures 7, 8 the structural protocols based on the McEliece’s HCCA with modified (shortened / extended) elliptic-curve codes according to the second method of causing damage are given.

In (Yevseiev & Tsyhanenko, 2018) a formal description of the mathematical model of the hybrid Niederreiter’s HCCA is presented. An analysis of the practical implementation of the encryption/decryption algorithms in the HCCA of the Niederreiter shows that when forming a cryptogram (syndrome) after the formation of an error vector by an algorithm of equilibrium coding, the initialization vector that defines the reduction of symbols to the error vector –  $h_e$  (error vector symbols equal to zero),  $|h|=1/2e$ , that is  $e_i = 0, \forall e_i \in h$ , encrypted by the MV2 algorithm and transmitted by two independent open channels. When encrypting cryptograms (after receiving the error vector, before using the equilibrium coding algorithm), for the information to be entered, the “zero” characters are shortened.

The algorithm for forming a cryptogram in a modified HCCA of Niederreiter is presented in the form of a sequence of steps:



**Figure 7.** The protocol of exchange with the help of the McEliece’s HCCS on shortened MES



**Figure 8** Protocol for the exchange with McEliece’s HCCS on extended MES

Step 1. Entering information that is subject to coding.

Entering the public key  $H_X^{EC}$ .

Step 2. Formation of the error vector  $e$ , the weight of which does not exceed  $\leq t$  – corrects the ability of the elliptic code based on the algorithm of non-dual equilibrium coding.

Step 3. Formation of the initialization vector  $IV_1, IV_1$  – where the set of fixed open texts, which are not suitable for the further formation of cryptograms.

Step 4. Formation of the truncated error vector:  $e_x = e(A) - IV_2$ , where  $IV_2$  – is the elements of the reduction ( $h_e$  –

the symbols of the vector of the error vector that are equal to zero,  $|h|=1/2e$ , i.e.  $\hat{a}_i = 0, \forall \hat{a}_i \in h$ ).

Step 5. Formation of the codec:

$$S_{r-h_e}^* = (e_n - h_e) \cdot H_x^{EC^T}. \quad (20)$$

Step 6. Formation of the redundancy text of the CFT and the damage to the CHD.

The algorithm for decoding the codec in the modified of Niederreiter's CCS is presented in the form of a sequence of steps:

Step 1. Entering the redundancy text of the CFT, that is decomposable. The introduction of a private key - the matrices X, P, D. The introduction of the redundancy of CHD.

Step 2. Getting the length of the remainder and splitting the redundancy text.

Step 3. Get the  $S_{X_i}$  character of the codec and create a complete codec

$$S_X = S_{X_i} \parallel S_{X_i} \parallel \dots \parallel S_{X_n}. \quad (21)$$

Step 4. Finding one of the possible solutions of the equation

$$S_{r-h_e}^* = \bar{c}^* (H_x^{EC})^T. \quad (22)$$

Step 5. Removal of diagonal and residual matrices:

$$\bar{c}^* = c_x^* \cdot D^{-1} \cdot P^{-1}. \quad (23)$$

Step 6. Decoding the vector  $\bar{c}^*$ . Formation of the vector  $\hat{a}_o'$ .

Step 7. Converting the vector  $\hat{a}_o'$ :

$$\hat{a}_o = \hat{a}_o' \cdot P \cdot D. \quad (24)$$

Step 8. Formation of the desired error vector  $\hat{a}$ :  $\hat{a} = \hat{a}_o + IV_2$ .

Step 9. Transforming the vector  $e$  based on the use of non-binary equilibrium code into the information sequence.

## 5. DISCUSSION

In the works (Evseev et al., 2016; Yevseiev, 2017; Yevseiev, & Korol, 2018; Yevseiev et al., 2017), comparisons were made between the McEliece's MCCA on MEC and HCCA with the use of modified elliptic codes. Results of researches of practical realization MCCA on MEC confirm that the number of group operations has been reduced by 4.5 times due to the construction of the GF (26-24).

In Table 3 shows the results of investigations of capacitive characteristics in the program realization of the field power of the HCCA scheme of McEliece on the MEC. In addition, the use of EU (MES) constructed on flat curves of the third kind provides formation of generating or verification matrices by finding the value of generator functions at the points of the curve. This allows to synthesize methods of constructing corresponding matrices with elements of geometric curves, which cannot be achieved by V. Sidelnikov's attack.



**Table 3.** The dependence of the software implementation speed on the power of the field (number of group operations)

Cryptographic algorithms	power GF(2 <sup>m</sup> )						
	2 <sup>4</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>8</sup>	2 <sup>9</sup>	2 <sup>10</sup>
McEliece on shortened MEC	8,293,075	10,007,947	17,787,431	28,595,014	44,079,433	61,974,253	79,554,764
McEliece on extended MEC	8,506,422	11,156,138	18,561,228	33,210,708	48,297,112	65,171,690	84,051,337
HCCS on MCCS McEliece on extended MEC	5,612,316	7,900,315	14,892,945	25,565,274	42,279,183	58,963,778	76,564,173
HCCS on MCCS McEliece on shortened MEC	5,942,627	7,905,257	14,682,411	25,595,014	42,116,327	58,468,143	75,474,764

For statistic studies of the stability of the investigated cryptosystems we will use the package NIST STS 822 (Yevseiev et al., 2017). The results of the studies are shown in Table 4.

**Table 4.** Results of research on statistical safety

Cryptosystems	The number of tests in which the testing passed more than 99% of the sequences	The number of tests in which tests were over 96% of the sequences	The number of tests in which testing was less than 96% of the sequences
CCS McEliece	149 (78.83%)	189 (100%)	0 (0%)
MCCS McEliece on shortened MEC	151 (79.89%)	189 (100%)	0 (0%)
MCCS McEliece on extended MEC	152 (80.42%)	189 (100%)	0 (0%)
HCCSRC on extended MEC	153 (80.95%)	189 (100%)	0 (0%)
HCCSRC on shortened MEC	155 (82 %)	189 (100%)	0 (0%)

Listed in Table 4 indicators showed that despite the decrease of the Galois field power to GF(2<sup>6</sup>) for MCCS and GF(2<sup>4</sup>) for HCCS respectively, the statistical characteristics of such cryptographic code designs were at least not worse than the traditional McEliece’s CCS on GF(2<sup>10</sup>). All cryptosystems passed 100% tests, with the best result revealed by the HCCSRC on shortened MEC: 155 out of 189 tests passed at the level of 0.99, which is 82% of the total number of tests. At the same time, the traditional McEliece’s CCS on GF(2<sup>10</sup>) showed 149 tests at 0.99.

## CONCLUSIONS

The analysis of the crypto-code designs construction on modified elliptic codes and synthesis with multi-channel cryptography lossy procedures allow to build complex (hybrid) cryptosystems that provide the basic data security services in the conditions of hybrid threats of post-quantum cryptography. The proposed CCS provide the security of information resources (the safe time –  $\hat{O}_A > 200$  p., resistance to cryptanalysis of  $\hat{D}_E < 10^{25} - 10^{35}$  of group operations), authenticity of data transmission ( $P_{\text{ном}} < 10^{-9}$ ) and reduction of energy costs for their practical realization in 10<sup>-12</sup> times (encryption, decryption) by reducing the order GF(q).

Using of algebra-geometric codes (codes on elliptic curves) and their modifications eliminates the possibility of implementing V. Sidelnikov’s attack (finding an impedance-proof verification matrix), which greatly enhances the crypto stability of the system under post-quantum cryptography. The implementation of the proposed cryptosystems allows to increase the level of protection of information resources of Internet protocols and to create competitive conditions for alternative use in post-quantum cryptography.

## REFERENCES

- Androshchuk, G. O. (2017). Cybersecurity: Trends in the World and Ukraine (pp. 30-36). *Cyber security and intellectual property: problems of legal provision*. Kyiv: Vyd-vo “Politekhnik”.
- Babych, E. U. (2016). Забезпечення кібербезпеки в Україні [Zabezpechennya kiberbezpeky v Ukraini] (pp. 77-78). *Aktualni zadachi ta dosyahnennya u haluzi kiberbezpeky*. Kropivnitsky: KNTU.
- Baldi, M., Bianchi, M., Chiaraluce, F., Rosenthal, J., & Schipani, D. (2016). Enhanced public key security for the McEliece cryptosystem.

- Journal of Cryptology*, 29(1), 1-27. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s00145-014-9187-8>
4. Baranov, O. A. (2014). Про тлумачення та визначення поняття «кібербезпека» [Pro tлумachennya ta vyznachennya ponyattya «kiberbezpeka»]. *Pravova informatyka*, 2, 54-62.
  5. Bassham, L. E., Rukhin, A. L., Soto, J., Nechvatal, J. R., Smid, M. E., Leigh, S. D., Levenson, M., Vangel, M., & Heckert, N. A. (2010). A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications. *Special Publication (NIST SP)*. Retrieved from [http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub\\_id=151222](http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=151222)
  6. Chen, L., Jordan, S., Liu, Y-K., Moody, D., Peralta, R., Perlner, R., & Smith-Tone, D. (2016). *Report on Post-Quantum Cryptography*. <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8105>
  7. Cho, J. Y., Griesser, H., & Rafique, D. (2017). A McEliece-based key exchange protocol for optical communication systems. *Proceedings of the 2nd Workshop on Communication Security* (pp. 109-123). Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59265-7\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59265-7_8)
  8. De Vries, S. (2016). *Achieving 128-bit security against Quantum Attacks in OpenVPN* (Master Thesis). University of Twente. Retrieved from <https://internetscriptieprijs.nl/wp-content/uploads/2017/04/1-Simon-de-Vries-UT.pdf>
  9. Dinh, H., Moore, C., & Russell, A. (2011). *McEliece and niederreiter cryptosystems that resist quantum fourier sampling attacks*. *Proceeding Crypto 11 Proceedings of the 31st annual conference on advances in cryptology* (pp. 761-779). Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2033093>
  10. Dudikevich, V. B., Kuznetsov, O. O., & Tomashevsky, B. P. (2010). Крипто-кодовый захист інформації з недвійковим рівно ваговим кодуванням [Крипто-kodovyy zakhyst informatsiyi z nedv'ykovym r'ivnovahovym koduvannya]. *Suchasnyi zakhyst informatsii*, 2, 14-23.
  11. Dudikevich, V. B., Kuznetsov, O. O., & Tomashevsky, B. P. (2010). Метод недвійкового рівновагового кодування [Metod nedv'ykovoho r'ivnovahovoho koduvannya]. *Suchasnyi zakhyst informatsii*, 3, 57-68.
  12. Evseev, S., Rzaev, H., Korol, O., & Imanova, Z. (2016). Разработка модифицированной несимметричной крипто-кодовой системы мак-елиса на укороченных эллиптических кодах [Razrabotka modifitsirovannoy nesimmetrichnoy kriptokodovoy sistemy Mak-Elisa na ukorochennykh ellipticheskikh kodakh]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/9(82), 18-26. Retrieved from <http://journals.urau.ua/eejet/article/viewFile/75250/80864>
  13. Grischuk, R. V., & Danik, Y. G. (2016). *Основи кібербезпеки [Osnovy kiberbezpeky]* (636 p.). Zhitomir: ZhNAEU.
  14. Hryshchuk, R. & Molodetska-Hrynhchuk, K. (2018). Foundation of State's Information Security in Social Networking Services in Conditions of Hybrid War. *Information & Security: An International Journal*, 41, 55-73.
  15. Hryshchuk, R., & Molodetska, K. (2016). Synergetic Control of Social Networking Services Actors' Interactions. *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology*, 543, 34-42. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0_5)
  16. Kuchuk, G., Kharchenko, V., Kovalenko, A., & Ruchkov, E. (2016). Approaches to Selection of Combinatorial Algorithm for Optimization in Network Traffic Control of Safety-Critical Systems. *IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, 384-389. <http://dx.doi.org/10.1109/EWDTS.2016.7807655>
  17. Kuchuk, N., Mozhaiev, O., Mozhaiev, M., & Kuchuk, H. (2017). Method for calculating of R-learning traffic peakedness. *4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T)* (pp. 359-362). <http://dx.doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246416>
  18. Leonenko, G. P., & Yudin, A. Y. (2013). Проблемы обеспечения информационной безопасности систем критически важной информационной инфраструктуры Украины [Problemy obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti sistem kriticheski vazhnoy informatsionnoy infrastruktury Ukrainy]. *Information Technology and Security*, 1(3), 44-48.
  19. Mishchenko, V. A., & Vilansky, Yu. V. (2007). *Damage texts and multichannel cryptography* (292 p.). Minsk: Encyclopedic.
  20. Mishchenko, V. A., Vilansky, Yu. V., & Lepin V. V. (2006). *The cryptographic algorithm MV 2*. Minsk.
  21. Morozov, K., Roy, P. S., & Sakurai, K. (2017). On unconditionally binding code-based commitment schemes. *Proceeding IMCOM 17 Proceedings of the 11th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*. USA: NY, New York. <http://dx.doi.org/10.1145/3022227.3022327>
  22. Mozhaev, O., Kuchuk, H., Kuchuk, N., Mykhailo, M., & Lohvynenko, M. (2017). Multiservice network security metric. *2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)* (pp. 133-136). <http://dx.doi.org/10.1109/AICT.2017.8020083>
  23. Niederreiter, H. (1986). Knapsack type cryptosystems and algebraic coding theory. *Probl. Control and Inform. Theory*, 15, 19-34.
  24. Sidelnikov, V. M., (2008). *Теорія кодирования [Teoriya kodirovaniya]* (324 p.). М.: Fyzmatlyt.
  25. Yevseiev, S. (2017). The Use of Damage Codes in Crypto-Code Systems. *Information Processing Systems*, 5(151), 109-121. Retrieved from <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/18004/eng>
  26. Yevseiev, S., & Korol, O. (2018). Theoretical and methodological principles of construction of hybrid crypto-code structures on the loss codes. *Information economy: stages of development, management methods, models*. Kharkiv: VSEM, KhNEU.
  27. Yevseiev, S., & Tsyhanenko, O. (2018). Розробка несиметричної крипто-кодової конструкції Нідеррайтера на модифікованих еліптичних кодах [Rozrobka nesimetrichnoї kriptokodovoi konstrukcii Niderrajtera na modifikovanih eliptichnih kodakh]. *Information Processing Systems*, 2(153), 127-135. Retrieved from <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/18788>
  28. Yevseiev, S., Kots, H., & Liekariiev, Y. (2016). Developing of multi-factor authentication method based on Niederreiter-McEliece modified crypto-code system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6/4(84), 11-23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.86175>
  29. Yevseiev, S., Kots, H., Minukhin, S., Korol, O., & Kholodkova, A. (2017). The development of the method of multifactor authentication based on hybrid crypto-code constructions on defective codes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/9(89), 19-35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109879>

# “Money laundering risk management tools based on determining the level of co-ordination of financial companies and credit unions”

Nataliya Vnukova  <http://orcid.org/0000-0002-1354-4838>

 <http://www.researcherid.com/rid/T-9097-2018>

Daria Hontar  <http://orcid.org/0000-0001-5416-9328>

 <http://www.researcherid.com/rid/C-9917-2017>

Mykhaylo Vorotyntsev

## AUTHORS

## ARTICLE INFO

Nataliya Vnukova, Daria Hontar and Mykhaylo Vorotyntsev (2018). Money laundering risk management tools based on determining the level of co-ordination of financial companies and credit unions. *Development Management*, 16(4), 40-51. doi:[10.21511/dm.4\(4\).2018.04](https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.04)

## DOI

[http://dx.doi.org/10.21511/dm.4\(4\).2018.04](http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.04)

## RELEASED ON

Monday, 04 February 2019

## RECEIVED ON

Saturday, 01 December 2018

## ACCEPTED ON

Tuesday, 18 December 2018

## LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## JOURNAL

"Development Management"

## ISSN PRINT

2413-9610

## ISSN ONLINE

2663-2365

## FOUNDER

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

19



NUMBER OF FIGURES

2



NUMBER OF TABLES

5

© The author(s) 2022. This publication is an open access article.

Nataliya Vnukova (Ukraine), Daria Hontar (Ukraine),  
Mykhaylo Vorotyntsev (Ukraine)

## MONEY LAUNDERING RISK MANAGEMENT TOOLS BASED ON DETERMINING THE LEVEL OF CO-ORDINATION OF FINANCIAL COMPANIES AND CREDIT UNIONS

### Abstract

The article proposes a tool for managing money laundering risk based on the definition of the level of coherence of financial companies and credit unions, the application of which will contribute to introduction of a risk-based approach to anti-money laundering, terrorist financing and proliferation of weapons of mass destruction. It was revealed that among the investigated during 2010-2017 financial corporations and credit unions there are financial conglomerates. This confirms the existence of close ties between them. Associated financial companies and credit unions may form or join networks that can be used for possible money laundering. It was established that the share of connected credit unions and financial companies corresponds to the principle of Pareto – 20:80. The proposed methodological support allowed selecting a large number of independent credit unions and financial companies. This will help to prevent the impact of the risk of connected individuals on the high ability of the borrower to fulfill their loan obligations and not to be involved in processes for money laundering using networks. Meanwhile, dedicated joint financial institutions belong to a high-risk group for controlling their financial operations to prevent the legalization of proceeds from crime.

### Keywords

level of connectivity, risk-oriented approach to anti-money laundering, terrorist financing and proliferation of weapons of mass destruction, financial companies, credit unions, Pareto principle

### JEL Classification

G23, G32

Н.М. Внукова (Україна), Д.Д. Гонтар (Україна),  
М.М. Воротинцев (Україна)

## ІНСТРУМЕНТАРІЙ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ «ВІДМИВАННЯ» КОШТІВ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗВ'ЯЗНОСТІ ФІНАНСОВИХ КОМПАНІЙ ТА КРЕДИТНИХ СПІЛОК

### Анотація

У статті запропоновано інструментарій управління ризиками відмивання коштів на основі визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок, застосування якого сприятиме впровадженню ризик-орієнтованого підходу у забезпечення протидії «відмиванню» коштів, фінансуванню тероризму та розповсюдженню зброї масового знищення. Виявлено, що серед досліджених протягом 2010-2017 рр. фінансових компаній та кредитних спілок існують фінансові конгломерати, що підтверджує наявність тісних зв'язків між ними. Зв'язані фінансові компанії та кредитні спілки можуть утворювати або входити до складу мереж, які можуть бути використані для можливого «відмивання» коштів. Установлено, що питома вага зв'язних кредитних спілок та фінансових компаній відповідає принципу Парето – 20:80. Запропоноване методичне забезпечення дало змогу виділити множину незалежних кредитних спілок та фінансових компаній. Це сприятиме



S. KUZNETS KHNUE



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics, Nauky  
avenue, 9-A, Kharkiv, 61166,  
Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 1st of  
December, 2018

Accepted on: 18th of  
December, 2018

© Nataliya Vnukova, Daria Hontar,  
Mykhaylo Vorotyntsev, 2018

Nataliya Vnukova, Doctor of  
Economic Sciences, Professor,  
Head of the Department of  
Financial Services Management,  
Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics, Ukraine.

Daria Hontar, Ph.D. in Economics,  
Lecturer of the Department of  
Financial Services Management,  
Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics, Ukraine.

Mykhaylo Vorotyntsev, Ph.D.  
in Economics, junior researcher  
of Scientific-research sector,  
Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics, Ukraine.



This is an Open Access article,  
distributed under the terms of the  
[Creative Commons Attribution 4.0  
International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits  
unrestricted re-use, distribution,  
and reproduction in any medium,  
provided the original work is  
properly cited.

запобіганню впливу ризику зв'язних осіб на високу здатність позичальника виконувати зобов'язання за кредитом та не бути втягнутим у процеси з «відмивання» коштів з використанням мереж. Між тим, виділені зв'язні фінансові установи належать до групи високого ризику щодо контролю за їх фінансовими операціями для запобігання легалізації доходів, одержаних злочинним шляхом.

### Ключові слова

рівень зв'язності, ризик-орієнтований підхід у забезпечення протидії відмиванню коштів, фінансуванню тероризму та розповсюдженню зброї масового знищення, фінансові компанії, кредитні спілки, принцип Парето

### Класифікація JEL

G23, G32

## ВСТУП

У зв'язку із уведенням нових вимог міжнародних стандартів щодо запровадження ризик-орієнтованого підходу для контролю за діяльністю суб'єктів первинного фінансового моніторингу та того факту, що він не є довільним варіантом для держави та зобов'язань суб'єктів первинного фінансового моніторингу, питання науково-методологічного супроводу запровадження ризик-орієнтованого підходу потребують подальшої розробки, адже фінансові установи зобов'язані визначати, оцінювати та вживати ефективні заходи для зниження ризиків, пов'язаних з відмиванням коштів та фінансуванням тероризму [17].

Як зазначено у Міжнародних стандартах боротьби з відмиванням коштів, фінансуванням тероризму і розповсюдженням зброї масового знищення [3], країни повинні ідентифікувати, та оцінювати ризики, пов'язані з відмиванням коштів та фінансуванням тероризму, а також вживати відповідні заходи, зокрема визначати орган або механізм оцінки ризиків з метою координації дій у цій сфері, та використовувати ресурси, спрямовані на зниження ризиків.

З метою забезпечення відповідності заходів із запобігання або протидії відмиванню коштів та фінансуванню тероризму ступеню виявлених ризиків, країни повинні застосовувати підхід, який передбачає оцінку цих ризиків. Такий підхід повинен бути основним підґрунтям для ефективного спрямування ресурсів в системі протидії фінансуванню тероризму та відмиванню коштів, а також для впровадження заходів, що ґрунтуються на оцінці ризиків. Якщо країни визначають рівень ризику як високий, вони повинні забезпечити, щоб відбулося усунення таких ризиків. Якщо країни визначають рівень ризику як невисокий, вони можуть за певних умов застосовувати спрощені заходи з усунення ризиків у межах деяких Рекомендацій FATF.

Україна лише починає запроваджувати ризик-орієнтований підхід у систему протидії фінансуванню тероризму, відмиванню коштів, та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення, тому важливим є розроблення теоретичного, методичного і практичного інструментарію у цій сфері з метою подальшої імплементації рекомендацій щодо визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок як складових міжнародних стандартів FATF.

Визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок сприятиме впровадженню ризик-орієнтованого підходу у забезпечення протидії фінансуванню тероризму відмиванню коштів, та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення.

Зв'язність фінансових установ, які є суб'єктами первинного фінансового моніторингу, є додатковим фактором, який має бути врахований, коли ухвалюють рішення щодо надання фінансових послуг. Прикладом зв'язності фінансових установ є, наприклад, наявність у них спільних клієнтів, що залучають кредитні кошти. У такому разі зв'язні фінансові установи мають спільне джерело повернення кредиту, а отже, несуть спільний економічний ризик, або можуть утворювати мережі для переказування коштів. Відсутність необхідної методичної бази з оцінки зв'язності фінансових установ значно знижує можливість раціонально оцінити рівень ризиків.

Від якості прийнятої в окремому банку системи оцінки ризиків фінансового моніторингу залежить

його здатність протистояти негативним змінам в економіці. Особливою групою клієнтів фінансових установ є пов'язані та зв'язні юридичні особи. Специфіка таких клієнтів пов'язана з тим, що надаючи фінансові послуги одній особі, фінансова установа приймає ризики функціонування всіх пов'язаних та/або зв'язних з нею осіб у розмірі наданої фінансової послуги, що призводить до необхідності розглядати усіх таких осіб як одного потенційного мережевого клієнта та проведення економічного аналізу фінансової діяльності всіх пов'язаних та зв'язних осіб [12].

Отже, з метою більш точної оцінки ризику фінансового моніторингу при наданні фінансових послуг фінансовою установою постає необхідність у розробленні підходу до оцінки зв'язності як фінансових установ, так і їх клієнтів та врахування цього фактора при визначенні ризику надання фінансової послуги з метою відмивання коштів. Це питання є актуальним для фінансових установ, оскільки сфера їх діяльності пов'язана з перерозподілом фінансових ресурсів, тому наявність зв'язності між фінансовими установами може виявити деякі негативні наслідки діяльності даних суб'єктів господарювання.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Дослідженню питання врахування зв'язності систем приділяється велика увага [1, 13, 2]. Так, у роботі Аврамчикової [1] здійснено оцінку якості економічного простору в ресурсноорієнтованих регіонах та розроблено інструменти такого оцінювання з урахуванням щільності, рівномірності розміщення виробництва і зв'язності суб'єктів господарювання. У праці Полякової [13] зв'язаність розглядається як властивість просторового розвитку, що є характеристикою об'єкта управління в ході реалізації економічної політики. У роботі Чепик [2] запропоновано оцінювати нерівномірність міжрегіонального розвитку в різних сферах економіки за допомогою індексу нерівномірності і досліджувати вплив різних чинників на величину цих коефіцієнтів.

На основі аналізу законодавства України [8, 10, 9, 7, 11] встановлено, що під пов'язаними особами розглядаються юридичні особи, які входять до однієї групи (материнське та дочірні підприємства), мають спільних власників істотної участі (або є власниками істотної участі один в одного), інвесторів, кінцевих бенефіціарів, використовують фінансові послуги для спільної діяльності та мають єдине джерело фінансування. Як ознаки визначення пов'язаності осіб законодавством України [8, 10, 9, 7, 11] виділяються наступні: винятковість, економічна залежність, спільна інфраструктура, недостатня прозорість, мета використання коштів, документація, операційні стандарти, заборгованість та кредитоспроможність, інструменти внутрішнього контролю, відсоткові ставки, комісії та ціни, заставне забезпечення та гарантії.

Так, однією із найважливіших ознак пов'язаності осіб є економічна залежність, яка визначається за такими критеріями:

- особа здійснює свою господарську діяльність у такій сфері економіки, де фінансова установа або пов'язані з нею особи відіграють дуже важливу роль (зокрема, і діяльність з надання допоміжних послуг);
- основним джерелом надходжень особи (зокрема, для виконання зобов'язань або погашення заборгованості), є кошти фінансової установи та/або пов'язаної з нею особи;
- особа не здійснює суттєвої господарської діяльності через фіктивні і офшорні компанії та підставні особи;
- особа є залежною від фінансової установи та/або від пов'язаних із нею осіб, внаслідок чого проблеми в її діяльності або пов'язаних із нею осіб із великою імовірністю призведуть до проблем у її діяльності;
- особа діє переважно як представник інтересів фінансової установи та/або пов'язаної з нею особи;
- особа належить до групи осіб, одна з яких є клієнтом фінансової установи та якій фінансова установа надала значні кредити, які пов'язані між собою спільною господарською діяльністю або участю в статутному капіталі іншої особи, та одна із цих осіб є пов'язаною з фінансовою установою особою;

- особа належить до групи осіб, пов'язаних між собою спільною господарською діяльністю, при цьому забезпечення за кредитами пов'язаних між собою осіб надано одним заставодавцем, та щонайменше один з позичальників є пов'язаною з фінансовою установою особою.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Урахування зв'язності осіб при оцінці ризику фінансового моніторингу клієнтів фінансових установ досліджено недостатньо. Критерії визначення зв'язності осіб у національному законодавстві не конкретизовані. Тому метою статті є розробка інструментарію управління ризиками відмивання коштів на основі визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок, застосування якого сприятиме впровадженню ризик-орієнтованого підходу у забезпечення протидії відмиванню коштів, фінансуванню тероризму та розповсюдженню зброї масового знищення.

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для дослідження рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок у статті використано теорію графів [5, 6, 4], яка може застосовуватися в усіх галузях, де є елементи й зв'язки між ними. З нею пов'язані й інші теорії, використані у дослідженні: теорія циклів, що є певною сукупністю різноманітних моделей з деякими спрощеннями, що формалізують процес економічної динаміки; хвильова теорія – математична теорія, що представляє процес розвитку і зміни суспільства або фінансових ринків у вигляді моделей, що розпізнаються; теорія економічного зростання – теорія для пояснення довгострокових напрямів зростання економічно розвинених країн [14].

У дослідженні використано оптимум Парето – економічний термін, який визначає стан системи, за якого значення кожного критерію, що характеризує систему, не може бути покращено без погіршення стану інших елементів. Принцип Парето стверджує, що для багатьох явищ 80% наслідків спричинені 20% факторів; закон Паркінсона – емпіричний закон, який стверджує, що будь-яка робота завжди заповнює весь відведений на неї час [15].

Здійснено перевірку припущення щодо реалізації або використання принципу Парето в множині фінансових компаній та кредитних спілок. Зважаючи на те, що ці фінансові установи мають бути нев'язані між собою, не утворювати монополії та забезпечувати здорову конкуренцію, зроблено припущення, що обсяг незв'язних одна з іншою компаній відповідатиме 80%, а зв'язних – 20%. У такому разі можна стверджувати, що 20% суб'єктів господарювання на ринку фінансових послуг дають змогу реалізувати множину можливих зв'язків.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Для подальшого проведення дослідження та отримання можливості оцінити ступінь зв'язності фінансових компаній і кредитних спілок та визначення впливу цих обставин на ризик відмивання коштів побудовано послідовність етапів методичного забезпечення оцінки рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок на ринку фінансових послуг. Запропонована авторами послідовність етапів та їх опис наведені в Таблиці 1.

**Таблиця 1.** Етапи оцінки рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок

Джерело: Авторська розробка.

Етап	Зміст етапу	Результат етапу																														
1. Формування інформаційної бази дослідження	Відбір та формування множини фінансових компаній (ФК) та кредитних спілок (КС) для проведення дослідження	Розраховано кількісні та якісні показники фінансової діяльності 50 фінансових компаній та 50 кредитних спілок за 2010-2017 рр.																														
2. Визначення тісноти зв'язку фінансових компаній та кредитних спілок	Розрахунок коефіцієнтів кореляції ( $r_{ij}$ ) за кількісними та якісними показниками фінансової діяльності фінансових компаній та кредитних спілок	Побудовано кореляційну матрицю: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>ФУ</td><td>ФУ<sub>1</sub></td><td>ФУ<sub>2</sub></td><td>...</td><td>ФУ<sub>n</sub></td></tr> <tr><td>ФУ<sub>1</sub></td><td>1</td><td><math>r_{12}</math></td><td>...</td><td><math>r_{1n}</math></td></tr> <tr><td>ФУ<sub>2</sub></td><td><math>r_{21}</math></td><td>1</td><td>...</td><td><math>r_{2n}</math></td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>ФУ<sub>n</sub></td><td><math>r_{n1}</math></td><td><math>r_{n2}</math></td><td>...</td><td>1</td></tr> </table> <p>де ФУ<sub>i</sub>(j) – i(j)-та фінансова установа, <math>i, j \in [1; n]</math>, i – рядок матриці, j – стовпець матриці, n – кількість фінансових установ</p>	ФУ	ФУ <sub>1</sub>	ФУ <sub>2</sub>	...	ФУ <sub>n</sub>	ФУ <sub>1</sub>	1	$r_{12}$	...	$r_{1n}$	ФУ <sub>2</sub>	$r_{21}$	1	...	$r_{2n}$	...	...	...	...	...	ФУ <sub>n</sub>	$r_{n1}$	$r_{n2}$	...	1					
ФУ	ФУ <sub>1</sub>	ФУ <sub>2</sub>	...	ФУ <sub>n</sub>																												
ФУ <sub>1</sub>	1	$r_{12}$	...	$r_{1n}$																												
ФУ <sub>2</sub>	$r_{21}$	1	...	$r_{2n}$																												
...	...	...	...	...																												
ФУ <sub>n</sub>	$r_{n1}$	$r_{n2}$	...	1																												
3. Відбір тісно зв'язних фінансових компаній та кредитних спілок	Побудова бінарної матриці за формулою: $X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } r_{ij} \geq 0,7; \\ 0, & \text{if } r_{ij} < 0,7, \end{cases}$ <p>де <math>z_i</math> – кількість зв'язків фінансової установи, <math>x_{ij}</math> – елемент бінарної матриці</p>	Побудовано бінарну матрицю: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>ФУ</td><td>ФУ<sub>1</sub></td><td>ФУ<sub>2</sub></td><td>...</td><td>ФУ<sub>n</sub></td><td><math>z_i</math></td></tr> <tr><td>ФУ<sub>1</sub></td><td>1</td><td><math>x_{12}</math></td><td>...</td><td><math>x_{1n}</math></td><td><math>z_1 = \sum_{j=1}^n x_{1j} - 1</math></td></tr> <tr><td>ФУ<sub>2</sub></td><td><math>x_{21}</math></td><td>1</td><td>...</td><td><math>x_{2n}</math></td><td><math>z_2 = \sum_{j=1}^n x_{2j} - 1</math></td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>ФУ<sub>n</sub></td><td><math>x_{n1}</math></td><td><math>x_{n2}</math></td><td>...</td><td>...</td><td><math>z_n = \sum_{j=1}^n x_{nj} - 1</math></td></tr> </table>	ФУ	ФУ <sub>1</sub>	ФУ <sub>2</sub>	...	ФУ <sub>n</sub>	$z_i$	ФУ <sub>1</sub>	1	$x_{12}$	...	$x_{1n}$	$z_1 = \sum_{j=1}^n x_{1j} - 1$	ФУ <sub>2</sub>	$x_{21}$	1	...	$x_{2n}$	$z_2 = \sum_{j=1}^n x_{2j} - 1$	...	...	...	...	...	...	ФУ <sub>n</sub>	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	...	$z_n = \sum_{j=1}^n x_{nj} - 1$
ФУ	ФУ <sub>1</sub>	ФУ <sub>2</sub>	...	ФУ <sub>n</sub>	$z_i$																											
ФУ <sub>1</sub>	1	$x_{12}$	...	$x_{1n}$	$z_1 = \sum_{j=1}^n x_{1j} - 1$																											
ФУ <sub>2</sub>	$x_{21}$	1	...	$x_{2n}$	$z_2 = \sum_{j=1}^n x_{2j} - 1$																											
...	...	...	...	...	...																											
ФУ <sub>n</sub>	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	...	$z_n = \sum_{j=1}^n x_{nj} - 1$																											
4. Розрахунок вагомості зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок	Розрахунок показника вагомості зв'язності за формулою: $p_i = \frac{z_i}{n},$ <p>де <math>p_i</math> – вагомість зв'язності</p>	Розраховано показники зв'язності 50 фінансових компаній та 50 кредитних спілок за 2010-2017 рр.																														
5. Доведення гіпотези щодо співвідношення зв'язних та незв'язних фінансових установ відповідно до закону Паретто	Із застосуванням алгоритмів теорії графів, аналізується кількість зв'язків кожної ФК та КС, виділяються групи ФК та КС, що мають зв'язки між собою. Перевірка запропонованих гіпотез щодо зв'язності (незв'язності) ФК та КС	Розрахунок вагомості зв'язності ФК та КС та середньої вагомості всіх ФК та КС, між якими існують зв'язки. На основі побудованої множини графів виявляється найбільша кількість зв'язків, спрямованість цих зв'язків, наявність циклів (контурів). Експрес-аналіз бінарних матриць. Розрахунок значення зв'язності та незв'язності множини ФК та КС.  Висновок щодо підтвердження гіпотези про зв'язність ФК та КС																														

На першому етапі методичного забезпечення оцінки рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок сформовано інформаційну базу дослідження, до якої увійшли 50 фінансових компаній та 50 кредитних спілок.

За цими компаніями отримані вихідні параметри (індикатори) з їх фінансової звітності, а саме: форма № 1-м або № 1-мс «Баланс (Звіт про фінансовий стан)», форма № 2-м або № 2-мс «Звіт про фінансові результати (Звіт про сукупний дохід)».

В основу розрахунків покладено сформовану у працях [18, 19] систему кількісних та якісних показників, що використовуються до оцінки ризику фінансової діяльності (на прикладі кредитування) фінансових компаній та кредитних спілок.

Другий етап методичного забезпечення – побудова кореляційної матриці [16].

Третім етапом методичного забезпечення є відбір тісно зв'язних фінансових компаній та кредитних спілок на основі побудови двомірної бінарної матриці. На цьому етапі для подальшого дослідження виділяються тісно зв'язні фінансові компанії та кредитні спілки, для яких коефіцієнт кореляції перевищує



0.7, та слабозв'язні фінансові установи, для яких коефіцієнт кореляції є меншим за 0.7.

Результати розрахунків показників, що характеризують зв'язність фінансових установ окремо за множиною фінансових компаній {ФК}, множиною кредитних спілок {КС} та загальною множиною фінансових установ (фінансові компанії разом з кредитними спілками {ФК+КС}) представлено в Таблиці 2.

За результатами Таблиці 2 можна зробити висновок, що досліджені фінансові установи (фінансові компанії та кредитні спілки) є здебільшого незв'язними в обсязі своїх множин, оскільки середня частка фінансових установ з високою тісністю зв'язку не перевищує 12%, а коефіцієнт незв'язності становить близько 80%.

Четвертим етапом методичного забезпечення (Таблиця 2) є розрахунок вагомості зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок. На цьому етапі здійснюється розрахунок рангів для кожної фінансової установи, які характеризують зв'язки із значенням коефіцієнту кореляції більше 0.7, тобто для сильно зв'язних фінансових установ.

Чим більше сума зв'язків (на основі побудованої бінарної матриці), тим більш залежними є фінансові установи. Розрахунок рангу за цією сумою дає змогу визначити величину цієї суми відносно інших значень у множині.

Для визначення рангу з урахуванням зв'язків використано коригуючий коефіцієнт до значення, що повертається функцією РАНГ.РВ в Microsoft Excel™.

**Таблиця 2.** Розраховані середні показники за множинами фінансових установ

Джерело: Розрахунки авторів.

Множина фінансових установ	Середня частка компанії із сильною кореляцією (> ±0.7) – X1, %	Середня частка компанії зі слабкою кореляцією (< ±0.7) – X2, %	Різниця між сильно зв'язними і слабозв'язними – X3, п. п.	Коефіцієнт зв'язності – X4	Коефіцієнт не зв'язності – X5	Співвідношення – X6	Середня частка компанії з кореляцією більше середнього – X7	Середня частка компанії з кореляцією менше середнього – X8
{ФК}	8.10	41.90	33.80	16.20	83.80	6.60	50.20	49.80
{КС}	11.30	38.70	27.40	22.60	77.40	4.70	51.90	48.10
{ФК;КС}	9.70	40.30	30.60	19.40	80.60	5.65	51,00	49,00

Коригуючий коефіцієнт може застосовуватися, коли ранг обчислюється в порядку зменшення (аргумент «порядок» має нульове значення або опущений) і в порядку збільшення (значення аргументу «порядок» не дорівнює нулю).

Ранги коефіцієнтів зв'язності з корекцією представлено в Таблиці 3.

**Таблиця 3.** Ранги коефіцієнтів зв'язності з корекцією за фінансовими компаніями та кредитними спілками

Джерело: Розрахунки авторів.

Порядковий номер фінансової установи	Ранг ФК	Ранг КС	Порядковий номер фінансової установи	Ранг ФК	Ранг КС
1	2	3	4	5	6
1	-4	-7	26	-21	6
2	-4	1.5	27	10	-7
3	-9.5	-17	28	10	-9.5
4	24	6	29	-4	-1.5
5	3	21.5	30	-13.5	12.5
6	-4	-21.5	31	21	12.5
7	-4	-21.5	32	17	1.5

**Таблиця 3** (продовження). Ранги коефіцієнтів зв'язності з корекцією за фінансовими компаніями та кредитними спілками

8	-13.5	25.5	33	-13.5	-17
9	10	12.5	34	0,5	-1.5
10	10	12.5	35	17	17.5
11	-21	-23.5	36	17	-7
12	-9.5	-4	37	-9.5	6
13	10	12.5	38	21	-12.5
14	-4	-12.5	39	-17.5	6
15	-13.5	17.5	40	21	-21.5
16	-4	21.5	41	10	1.5
17	3	17.5	42	10	-12.5
18	10	6	43	3	-7
19	-4	21.5	44	10	-4
20	-21	-17	45	-23.5	-1.5
1	2	3	4	5	6
21	17	12.5	46	-17.5	12.5
22	-21	24.5	47	3	6
23	21	-17	48	10	-17
24	25.5	21.5	49	-13.5	21.5
25	-17.5	-17	50	24	-10.5

На четвертому етапі методичного забезпечення також здійснюється графічна інтерпретація статистично отриманих проміжних показників, виявлення тенденцій росту значень рангів фінансових компаній та кредитних спілок, а також аналіз розподілу рангів. На шостому етапі будується двовимірна бінарна матриця кореляційної щільності за початковою матрицею кореляційної щільності. Результатом четвертого етапу є розрахунок вагомості зв'язності елементів (фінансових компаній або кредитних спілок). Дані окремо за кредитними спілками та фінансовими компаніями представлено в Таблиці 4.

**Таблиця 4.** Кількість зв'язків фінансових компаній та кредитних спілок між собою у 2017 році

Джерело: Розрахунки авторів.

Порядковий номер фінансової установи	Кількість зв'язків ФК	Кількість зв'язків КС	Порядковий номер фінансової установи	Кількість зв'язків ФК	Кількість зв'язків КС
1	8	13	26	13	7
2	8	8	27	5	13
3	9	18	28	5	14
4	2	7	29	8	9
5	6	4	30	10	6
6	8	19	31	3	6
7	8	19	32	4	8
8	10	2	33	10	18
9	5	6	34	7	9
10	5	6	35	4	5
11	13	21	36	4	13
12	9	11	37	9	7
13	5	6	38	3	17
14	8	17	39	11	7
15	10	5	40	3	19
16	8	4	41	5	8
17	6	5	42	5	17
18	5	7	43	6	13
19	8	4	44	5	11
20	13	18	45	14	9
21	4	6	46	11	6
22	13	3	47	6	7
23	3	18	48	5	18
24	1	4	49	10	4
25	11	18	50	2	16

Дані Таблиці 4 підтверджують, що середня вагомість зв'язності фінансових компаній становить 7.08 а кредитних спілок – 10.32.

Середня вагомість зв'язності фінансових установ показує середню кількість інших фінансових установ, між яким є зв'язок за показниками ризику фінансової діяльності серед всієї множини фінансових установ. Тобто кожна фінансова компанія в середньому має зв'язок із 7 іншими фінансовими компаніями, а кожна кредитна спілка в середньому має зв'язок з 10 іншими кредитними спілками.

На основі отриманих бінарних матриць фінансових установ побудовано множину графів для застосування для них алгоритмів та підходів теорії графів (п'ятий етап методичного забезпечення).

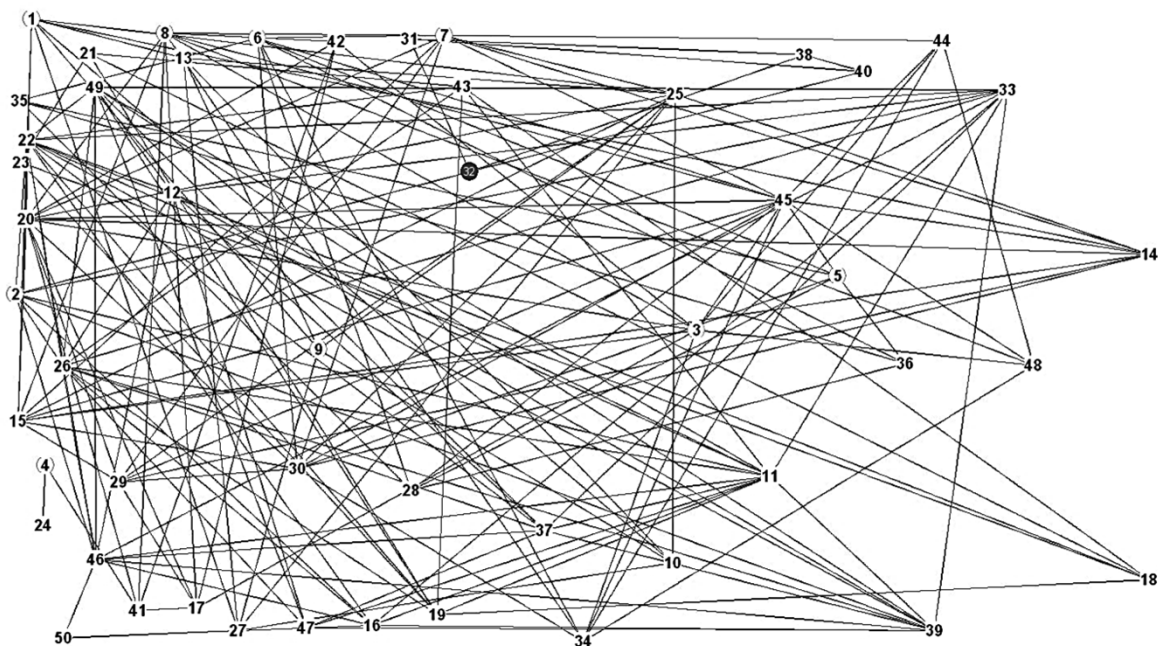
За отриманими графами зв'язків (Рисунок 1) для фінансових компаній зроблено висновок, що, наприклад, компанії № 12, 26, 25, 33 та інші мають велику кількість зв'язків з іншими (графічна форма дає змогу наочно побачити всі наявні зв'язки), тобто можна припустити, що ці фінансові установи можуть мати спільних клієнтів.

Між тим компанія № 24 має тільки один зв'язок з компанією № 4, тобто це можуть бути, наприклад, партнерські стосунки. Також можна рекомендувати більш ретельну перевірку фінансових установ, які мають велику кількість зовнішніх зв'язків з іншими фінансовими компаніями, що може стати одним з етапів додаткового звернення до кредитного комітету кредитора (банку).

Наступним кроком у дослідженні отриманої множини графів є встановлення за побудованими алгоритмами шляхів досягнення з однієї вершини до іншої у графі.

Отриманий граф може містити деякі напрями досягнення, як наведено для прикладу з вершини № 1 до вершини № 48. Тобто, розглядаючи вершини як фінансові компанії, можна припустити про наявність прихованого зв'язку фінансової компанії № 1 та компанії № 15, фінансової компанії № 3 до компанії № 48. Так само розраховуються всі можливі зв'язки з метою їх ретельної перевірки для оцінки ризику.

Наступний крок – перетворення графу із неорієнтовного до орієнтовного. Це дасть змогу виявити та наочно продемонструвати всі можливі напрями стосунків між досліджуваними фінансовими компаніями. Безпосередньо всі вони підлягають подальшій перевірці з метою встановлення ризику фінансової діяль-



**Рисунок 1.** Загальний вид не орієнтовного графа зв'язків для фінансових компаній

ності фінансових компаній та кредитних спілок.

Подальшим кроком у дослідженні отриманої множини графів є виявлення наявності циклів у графі.

На деяких графах виявлено цикли або контури (1-9-10-1), що може свідчити про залежність фінансових установ між собою. Це має бути перевірено кредитним комітетом та відділом фінансової безпеки кредитора (банку).

На новому етапі аналізу отриманої множини графів обчислено хроматичне число графу, яке в цьому разі становить 9. Це число графу визначає найменшу кількість кольорів, які необхідні для правильного розфарбування графу в такий спосіб, щоб кінці будь-якого ребра графу мали різні кольори. Це визначає кількість незалежних підмножин (згідно з кількістю кольорів).

У цьому випадку інтерпретація стосовно фінансових компаній може свідчити, що на ринку фінансових послуг із досліджуваної сукупності існує мінімальна кількість (9) зв'язних між собою фінансових установ.

На наступному етапі аналізу отриманої множини графів розраховано всі кліки графу.

Кліка графу будується тільки на неорієнтовному графі й визначає деяку підмножину, у якій будь-які дві вершини підмножини з'єднані ребром. Також кліки можуть визначити фінансові компанії, що мають будь-які стосунки або зв'язки між собою.

Кліка є повним підграфом, а максимальна кліка – це [22, 49, 12, 26, 46, 37, 11, 39], тобто вона не міститься в будь-якій іншій кліці.

У ході дослідження встановлено, що найбільший конгломерат із множини фінансових компаній містить 8 (клікове число) з них. Повна кількість отриманих клік у графі підтвердить наявність зв'язків між фінансовими компаніями, що може бути застосовано для подальшої перевірки наявності зв'язків. Отриманий граф не є досконалим, адже його хроматичне число не дорівнює кліковому числу.

Для множини кредитних спілок на основі їх бінарної матриці дослідження виконується за аналогією.

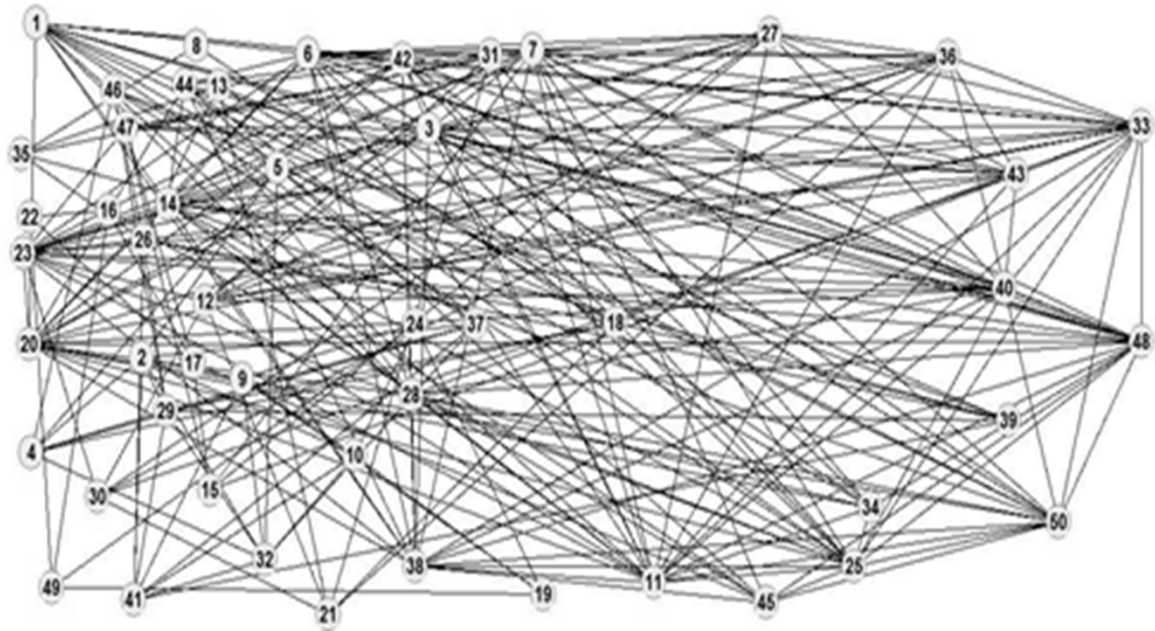
За отриманим графом зв'язків для КС (Рисунок 2) можна зробити висновок, що кредитні спілки № 20, 23, 28, 42 мають велику кількість зв'язків з іншими (до речі, можна побачити фінансові установи, з якими вони мають зв'язки), тобто можна припустити, що ці КС можуть утворювати або входити до складу деяких мереж, що сприятиме запобіганню монополізації ринку фінансових послуг.

Можна бачити, що кредитна спілка № 49 має тільки чотири зв'язки з іншими кредитними спілками № 20, 16, 24, 19, тобто це може свідчити про партнерські стосунки на ринку фінансових послуг. Також можна рекомендувати до більш ретельної перевірки КС, які мають велику кількість зовнішніх зв'язків з іншими КС, це насамперед може стати одним з етапів оцінки ризику їх фінансової діяльності з кредитування фінансових установ.

Наступним кроком у дослідженні є розрахунок за відомими алгоритмами шляхів досягнення з однієї вершини до іншої у графі, як це наведено на Рисунку 2, де отриманий граф може містити деякі шляхи досягнення, як наведено для прикладу із вершини № 1 до вершини № 20.

Тобто, розглядаючи вершини КС, можна припустити, наприклад, про наявність скритого шляху фінансування від КС № 1 крізь спілку № 22 до спілки № 20. Аналогічно можна розрахувати всі шляхи з метою їх подальшої перевірки.

Подальшим кроком у дослідженні отриманої множини графів є визначення наявності циклів у графі. На графі виявлений цикл або контур (6-3-7-6), який може свідчити про створення або процес створення



**Рисунок 2.** Загальний вид неорієнтовного графа зв'язків для КС

конгломерату КС, що мають спільно джерело впливу, що має бути враховано при оцінці ризику фінансової діяльності фінансових установ.

Далі обчислено хроматичне число графу, яке становить 13. Хроматичне число графу визначає найменшу кількість кольорів, необхідних для правильного розфарбування графу, щоб кінці будь-якого ребра графу мали різні кольори. Це визначає кількість незалежних підмножин (згідно з кількістю кольорів). У цьому випадку інтерпретація стосовно КС може означати, що на ринку фінансових послуг існує мінімальна кількість (13) зв'язних кредитних спілок.

Одним з варіантів аналізу отриманих графів є задача пошуку мінімального остовного дерева. Мінімальне остовне дерево неорієнтовного графу – це остовне дерево, яке має мінімальну можливу вагу як суму ваг ребер, які входять до нього.

Інтерпретуючи отримані дані, можна стверджувати: отримане мінімальне остовне дерево, яке включає означені кредитні спілки (із зазначенням їх номерів) показує ті фінансові установи, які мають максимальну кількість зв'язків з іншими кредитними спілками – це є кредитні спілки № 1, 2, 3, тобто можуть створювати зв'язки фінансових установ, оскільки містять мінімальні витрати (виходячи з визначення мінімального основного дерева).

Завершальним етапом завданням методичного забезпечення є проведення підсумкового аналізу отриманих даних для підтвердження висунутих гіпотез щодо наявності зв'язності між фінансовими установами. Результати розрахунку коефіцієнтів зв'язності фінансових установ представлені в Таблиці 5.

Таблиця 5. Підсумковий аналіз отриманих даних щодо зв'язності фінансових установ

Джерело: Розрахунки авторів.

Множина фінансових установ	Рівень зв'язності, %	Рівень незв'язності, %
{ФК}	16.2	83.8
{КС}	22.6	77.4
{ФК+КС}	19.4	80.6

Дані Таблиці 5 підтверджують принцип Парето. Таким чином, кількість фінансових установ, незв'язних між собою, суттєво перевищує кількість зв'язних. Однак, зважаючи на доведений принцип Парето, бажано вдосконалювати заходи оцінки ризику фінансової діяльності тих фінансових установ, які потрапляють у 20% зв'язних фінансових установ.

Відповідно до наведених у Таблиці 5 розрахунків кількість зв'язних кредитних спілок становить 22.6%, незв'язних – 77.4%. Серед фінансових компаній зв'язними є лише 16.2%, а незв'язними – 83.8%. Такий розподіл майже відповідає умові 20:80. Тобто кількість кредитних спілок незв'язних між собою набагато перевищує кількість зв'язних. Однак, зважаючи на доведений принцип Парето, потрібно вдосконалювати заходи оцінки ризику відмивання коштів таких установ, які потрапляють у 20% обсяг, щоб запобігти цьому ризику.

Результати з оцінювання зв'язності КС та ФК рекомендовано використовувати як елемент методичного підходу до оцінки ризику суб'єктів превинного фінансового моніторингу.

Запропонований інструментарій управління ризиками відмивання коштів на основі визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок, може бути використаний у подальших дослідженнях, адже невирішеним залишається питання врахування ризику зв'язності фінансових установ при оцінці ризику відмивання коштів при фінансовому моніторингу.

---

## ВИСНОВКИ

Таким чином, для встановлення суб'єктів зі спільним економічним ризиком обґрунтовано необхідність визначення рівня зв'язності між собою фінансових установ-позичальників. Запропонований інструментарій дасть змогу вдосконалити оцінку ризику бути втягнутими для можливого відмивання коштів кредитних спілок та фінансових компаній на ринку фінансових послуг, виділити множину незалежних кредитних спілок та фінансових компаній, довести вплив однієї КС або ФК на іншу, що сприятиме запобіганню впливу ризику зв'язних осіб на здатність створювати мережі для відмивання коштів.

Запропонований інструментарій визначення рівня зв'язності фінансових компаній та кредитних спілок сприятиме підвищенню рівня ефективності контролю за фінансовими операціями, які підпадають під дію як обов'язкового, так і внутрішнього фінансового моніторингу. Фінансування тероризму, відмивання коштів, та фінансування розповсюдження зброї масового знищення є значними загрозами глобальній безпеці та цілісності фінансової системи, на захист від цих загроз спрямовані Рекомендації FATF [3]. Це сприятиме досягненню балансу, адже з одного боку, вимоги особливо посилені щодо джерел підвищеного ризику, з іншого, зменшаться витрати на контроль за суб'єктами з низьким ризиком.

Перевагами запропонованого інструментарію є: використання для розрахунків регулярної річної фінансової звітності, що оприлюднюється фінансовими установами; комплексне оцінювання рівня зв'язності фінансових установ (на основі кількісних та якісних показників), що є простим у використанні; можливість переходу від кількісного значення оцінки рівня зв'язності до якісної інтерпретації рівня ризику.

---

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Avramchykova, N. T. (2012). Теоретические аспекты оценки качества экономического пространства [Teoreticheskie aspekty ocenki kachestva ekonomicheskogo prostranstva]. *Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika*, 35, 2-13. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-otsenki-kachestva-ekonomicheskogo-prostranstva>
2. Черук, А. Е. (2013). Исследование свойств экономического пространства региона с помощью статистических методов [Issledovanye svoystv ekonomicheskogo prostranstva rehyona s pomoshchiu statysticheskikh metodov]. *Rossyiskoe predprynymatelstvo*, 24, 127-132. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanye-svoystv-ekonomicheskogo-prostranstva-regiona-s-pomoshchiu-statisticheskikh-metodov>
3. European Legislation (2017). *Рекомендації FATF. Міжнародні стандарти боротьби з відмиванням коштів, фінансуванням теро-*

- ризму і розповсюдженням зброї масового знищення. Методологія з оцінки відповідності рекомендаціям FATF та ефективності систем протидії відмиванню коштів та боротьби з фінансуванням тероризму. Правила та процедури 5-го раунду взаємних оцінок комітетом Moneyval. [Rekomendatsii FATF. Mizhnarodni standarty borotby z vidmyvanniam koshtiv, finansuvanniam teroryzmu i rozpovsiudzhenniam zbroi masovoho znyshchennia. Metodolohiia z otsinky vidpovidnosti rekomendatsiim FATF ta efektyvnosti system protydyi vidmyvanniu koshtiv ta borotby z finansuvanniam teroryzmu. Pravyla ta protsedury 5-ho raundu vziainnykh otsinok komitetom Moneyval]. (Retrieved from [http://www.sdfm.gov.ua/content/file/Site\\_docs/2018/20181017/BOOK.pdf](http://www.sdfm.gov.ua/content/file/Site_docs/2018/20181017/BOOK.pdf))
4. Kavun, S., & Vorotintsev, M. (2016). Credit Risk Assessment for Financial Institutions Activity. *Journal of Finance and Economics*, 4(5), 142-150. Retrieved from <http://pubs.sciepub.com/jfe/4/5/3/>
  5. Kavun, S. et al. (2012). A method of internet-analysis by the tools of graph theory. *Advances in Intelligent Decision Technologies*, 15, 1, 35-44. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/r500n724h21014w0>
  6. Kavun, S., Mykhalchuk, I., Kalashnykova, N., & Zyma, A. (2015). Conceptual fundamentals of a theory of mathematical interpretation. *International Journal of Computing Science and Mathematics*, 6(2), 107-121. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/276277262\\_Conceptual\\_fundamentals\\_of\\_a\\_theory\\_of\\_mathematical\\_interpretation](https://www.researchgate.net/publication/276277262_Conceptual_fundamentals_of_a_theory_of_mathematical_interpretation)
  7. Legislation of Ukraine (2001). Про затвердження Інструкції про порядок регулювання діяльності банків в Україні [Pro zatverdzhennia Instruksii pro poriadok rehuliuвання diialnosti bankiv v Ukraini]. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0841-01>
  8. Legislation of Ukraine (2010). Податковий кодекс України [Podatkovyi kodeks Ukrainy]. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>
  9. Legislation of Ukraine (2012). Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 24. Розкриття інформації про зв'язані сторони [Mizhnarodnyi standart bukhgalterskoho obliku 24. Rozkryttia informatsii pro zviyazani storony]. Retrieved from [http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929\\_043](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929_043)
  10. Legislation of Ukraine (2012). Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 23 «Розкриття інформації щодо пов'язаних осіб» [Pro zatverdzhennia Polozhennia (standartu) bukhgalterskoho obliku 23 «Rozkryttia informatsii shchodo pov'iazanykh osib»]. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0539-01>.
  11. Legislation of Ukraine (2016). Про затвердження Положення про визначення банками України розміру кредитного ризику за активними банківськими операціями [Pro zatverdzhennia Polozhennia pro vyznachennia bankamy Ukrainy rozmiru kredytnoho ryzyku za aktyvnyu bankivskytu operatsiiamy]. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0351500-16>
  12. Panov, E. E. (2014). Методический инструментарий оценки банковских рисков при кредитовании групп взаимосвязанных компаний [Metodycheskyi ynstrumentarij otsenky bankovskyykh ryyskov pry kredytovanuu hrupp vzaumosviazannykh kompanii] (Ph.D. Thesis). Retrieved from <http://www.dslib.net/finansy/metodicheskij-instrumentarij-ocenki-bankovskih-riskov-pri-kredytovanii-grupp.html>
  13. Poliakova, A. H., & Simarova, I. S. (2014). Концептуальная модель управления развитием региона с учетом уровня пространственной связности [Kontseptualnaia model upravleniya razvitiem rehiona s uchedom urovnia prostranstvennoy svyaznosti]. *Economica regiona*, 2, 32-42. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnaya-model-upravleniya-razvitiem-regiona-s-uchedom-urovnya-prostranstvennoy-svyazannosti>
  14. Rose, P. S., & Kolari, J. W. (1995). *Financial institutions: understanding and managing financial services* (766 p.). Retrieved from <http://onscene.ru/Financial-institutions--understanding-and-managing-financial-services-Peter-S-Rose-James-W-Kolari/2/bhgbjdd>
  15. Sorak, L., & Urošević, S. (2014). Use of financial indicators in the creditworthiness. *Economics management information technology*, 4, 194-201. Retrieved from <https://www.emit.kcbor.net/Emit%20clanci%20za%20sajt/EMIT%20Vol2%20No4/Use%20of%20financial%20indicators%20in%20the%20creditworthiness.pdf>
  16. Vasylenko, O. A. (2011). Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях [Matematychno-statystychni metody analizu u prykladnykh doslidzhenniakh] (166 p.). Odesa: ONAZ im. O.S. Popova. Retrieved from <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1048/view/377>
  17. Vnukova, N., Hontar, D., & Andriuchenko, Zh. (2018). International Preconditions for Development the Basics of a Concept of Risk-oriented System on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism and Proliferation. *Modern Management: Economy and Administration*, 37-44, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. Retrieved from [http://fmk.bseu.by/wp-content/uploads/2017/01/Call-for-monograph-proposals\\_eng.doc](http://fmk.bseu.by/wp-content/uploads/2017/01/Call-for-monograph-proposals_eng.doc)
  18. Vorotyntsev, M. M. (2012). Вибір потенційного позичальника з позиції банку на основі коефіцієнтної оцінки його кредитоспроможності [Vybir potentsiinoho pozychalnyka z pozytsii banku na osnovi koefitsiientnoi otsinky yoho kredytopromozhnosti]. *Upravlinnia rozvytkom*, 2 (123), 116-121. Retrieved from <https://www.hneu.edu.ua/naukovi-vidannya/arhiv-vydan-upravlinnya-rozvytkom/>
  19. Vorotyntsev, M. M. (2012). Оцінка ризику кредитування діяльності фінансових установ [Otsinka ryzyku kredyтування diialnosti finansovykh ustanov] (20 p.). (Ph.D. Thesis). Retrieved from <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/11/Vorotyntsev-M.M.-Avtoreferat-Vchenna-rada-D-64.055.02-2017.pdf>

# “Synthesis of information control devices which are transferred to diagnostic network with package composition”

## AUTHORS

Mikhail Losev  <http://orcid.org/0000-0002-2393-3490>

## ARTICLE INFO

Mikhail Losev (2018). Synthesis of information control devices which are transferred to diagnostic network with package composition. *Development Management*, 16(4), 52-63. doi:[10.21511/dm.4\(4\).2018.05](https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.05)

## DOI

[http://dx.doi.org/10.21511/dm.4\(4\).2018.05](http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.05)

## RELEASED ON

Monday, 04 February 2019

## RECEIVED ON

Thursday, 08 November 2018

## ACCEPTED ON

Monday, 17 December 2018

## LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## JOURNAL

"Development Management"

## ISSN PRINT

2413-9610

## ISSN ONLINE

2663-2365

## FOUNDER

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**14**



NUMBER OF FIGURES

**4**



NUMBER OF TABLES

**3**





S. KUZNETS KHNUe



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 8th of November, 2018  
Accepted on: 17th of December, 2018

© Mikhail Losev, 2018

Mikhail Losev, Ph. D., Associate professor, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Mikhail Losev (Ukraine)

## SYNTHESIS OF INFORMATION CONTROL DEVICES WHICH ARE TRANSFERRED TO DIAGNOSTIC NETWORK WITH PACKAGE COMPOSITION

### Abstract

In the context of growing requirements for the reliability of information and a reduction in the time of data delivery, the urgent task is the development of simple and effective means of control as a process of transmission of information and equipment in distributed systems. The problem of diagnosing the efficiency of distributed systems in data exchange networks with packet switching is considered in the paper.

The proposed approach to the synthesis of data control devices is most effective in verifying the transmission of a multitude of packet messages over a datagram channel in time division mode and can be used in digital test device diagnostic systems as an initialization analyzer.

The practical implementation of the proposed approach allows you to create devices that have achieved a significant reduction in hardware costs and simplify the technical implementation of signature analyzers. In this case, it is not necessary to store the input information, which provides the possibility of using different characteristic of polynomials, by automatically generating this information in the device. Parallel processing of message packets or diagnostic information allows to increase the speed of analyzers, with reception of signatures that equal the signature of a single-channel analyzer.

Examples of synthesis of multichannel signature analyzers that are capable of high-speed data reliably process information, localize errors in the information input sequence and determine the number of the false packet in the message or the device from the group of verifiable devices are given.

### Keywords

test control, technical diagnostics, irreducible and primitive polynomials, shift registers, signature analysis, interference-protected code, information sequence

### JEL Classification

O30

М.Ю. Лосєв (Україна)

## СИНТЕЗ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ПЕРЕДАЄТЬСЯ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕРЕЖ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ

### Анотація

В сучасних умовах зростання вимог до зменшення часу обміну інформацією, що передається між об'єктами, а також підвищення достовірності доставки даних абонентам є актуальною задачею розроблення простих і ефективних засобів контролю як процесу передачі інформації, так і обладнання в розподілених системах. В роботі розглядається проблема діагностування працездатності розподілених систем в мережах обміну даними з комутацією пакетів.

Пропонований підхід до синтезу пристроїв контролю даних найбільш ефективний при перевірці передачі безлічі повідомлень пакетами по дейтаграмному каналу в режимі поділу часу та може використовуватися в якості аналізатора вихідних реакцій у системах тестового діагностування апаратури системи зв'язку.

Практична реалізація запропонованого підходу дозволяє створювати діагностичні пристрої, в яких досягнуто суттєве спрощення технічної реалізації сигнатурних аналізаторів, що значно впливає на зменшення апаратних витрат. При цьому не потрібно зберігати вхідну інформацію, яка автоматично формується в сигнатурному аналізаторі і забезпечує можливість використання різних характеристичних поліномів. Паралельна обробка пакетів повідомлень або діагностичної інформації дозволяє підвищити швидкість аналізаторів, з одержанням сигнатур, які дорівнюють сигнатурі одноканального аналізатора при використанні одного й

того поліному.

Наведені приклади синтезу багатоканальних сигнатурних аналізаторів, які здатні з високою швидкістю достовірно обробляти інформацію, локалізувати помилки в інформаційній вхідній послідовності та визначати номер помилкового пакету в повідомленні або прилад з групи приладів, що перевіряються.

**Ключові слова**

тестовий контроль, технічна діагностика, поліном що неприводиться примітивний поліном, реєстри зсуву, сигнатурний аналіз, перешкодозахищений код, інформаційних послідовність

**Класифікація JEL**

O30

## ВСТУП

Сучасні системи зв'язку мають складну розподілену багаторівневу архітектуру. Часткова відмова апаратури є характерною рисою розподілених систем. Такі відмови відбуваються при збої в одному або в декількох з компонент розподіленої системи, тоді як інші компоненти це може не торкнутися. Часткові відмови в розподілених системах завжди є глобальними, тому що вони так чи інакше, прямо або побічно, чіпають всі їх компоненти і можуть привести до повної втрати працездатності [13].

Створення нового обладнання переслідує мету розширення функціональних можливостей, підвищення його швидкодії в процесі збору і обробки інформації та спрощення технічної реалізації (зменшення об'єму пам'яті тощо). Розширення функціональних можливостей досягається шляхом додавання операцій, які дозволяють визначати та виправляти помилки в інформаційних повідомленнях, встановлювати проблемні маршрути в мережі, діагностувати обладнання на основі аналізу або використанням різноманітних поліномів для перевірки реакцій на тестування.

В умовах зростання вимог до зменшення часу обміну інформацією, що передається між об'єктами, а також підвищення достовірності доставки даних абонентам є актуальною задачею розроблення простих і ефективних засобів контролю як процесу передачі інформації, так і обладнання в розподілених системах. Тому основна мета цього дослідження є удосконалення методики синтезу універсальних, швидкодіючих багатоканальних пристроїв на основі методу сигнатурного аналізу, які дозволяють локалізувати помилки в інформаційних пакетах повідомлень і давати інформацію для діагностування обладнання.

Об'єктом дослідження є процес передачі даних і визначення зіпсованих пакетів в повідомленнях.

Предметом дослідження є методи пошуку і діагностування помилок в пакетах повідомлень.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Розвиток мережевих технологій істотно підвищує вимоги до ефективності систем передачі даних, включаючи підвищення достовірності передачі і пропускну здатності, завжди привертала увагу фахівців інформаційних технологій і телекомунікацій. Питання оцінки та обґрунтування принципів побудови і розробки методів обміну інформацією в розподілених обчислювальних мережах розглянуті в роботах [5-8, 14]. При цьому розглядаються концепції побудови систем динамічного управління інформаційним обміном. Наводяться рекомендації для підвищення ефективності роботи апаратно-програмного забезпечення відомих і перспективних обчислювальних мереж. В процесі передачі даних дуже високі вимоги пред'являються до правильності доставки повідомлень. Задоволення цих вимог ґрунтується на використанні зворотного зв'язку в поєднанні з перешкодостійкими кодами, яким присвячені класичні роботи [1, 12].

Сигнатурний аналіз є одним з таких напрямків використання циклічних кодів. Він успішно застосовується для перевірки електронного цифрового обладнання на працездатність. Але цей метод може бути застосований для контролю передачі інформації. Використання сигнатурного аналізу було вперше обґрунтовано в роботі [3]. З метою підвищення швидкодії і розширення функціональних

можливостей сигнатурних аналізаторів в сучасних розробках [2, 4, 9-11] пропонуються багатоканальні сигнатурні аналізатори. Однак поліпшення їх можливостей щодо виявлення та локалізації помилок у даних призводить до значного збільшення інформаційної надмірності або ускладнення технічної реалізації. Незважаючи на велику кількість прикладних розробок багатоканальних приладів контролю даних в [2, 4, 9-11] відсутній єдиний підхід до їх розвитку та забезпечення широких функціональних можливостей.

Матриця станів сигнатурного аналізатора, будується на основі характеристичного полінома над полем Галуа GF(2). При цьому кожний стовбець цієї матриці визначається відповідно виразу [12]:

$$h_i = S^i \cdot h_0, i = 0, 1, \dots, w, (1)$$

де  $h_i$  –  $i$ -й стовбець матриці станів  $H$ ,  $w$  – кількість стовбців матриці станів,  $h_0 = \parallel 10 \dots 0 \parallel^T$  – нульовий стовбець матриці станів,  $S$  – супроводжуюча матриця, яка однозначно описує характеристичний поліном [1].

$$P(x) = a_n x^n \oplus a_{n-1} x^{n-1} \oplus \dots \oplus a_i x^i \oplus \dots \oplus a_1 x^1 \oplus 1, (2)$$

де  $a_i \in \{0, 1\}$  – коефіцієнти характеристичного поліному.

Процес отримання сигнатури для вхідної послідовності  $v(t)$  можна представити з допомогою виразу:

$$sigv(t) = \sum_{i=0}^w S^i v_i h_0, (3)$$

де  $\Sigma$  – сума за модулем два,  $v_i$  –  $i$ -й елемент вхідної послідовності,  $w$  – кількість елементів вхідної послідовності. Вираз (3) можна перетворити до наступного вигляду:

$$sigv(t) = \sum_{i=0}^w h_i v_i. (4)$$

Таким чином, сигнатура вхідної послідовності дорівнює сумі тих стовбців матриці станів, які відповідають ненульовим елементам  $v_i$ . Отримання тільки сигнатури ще не дозволяє пристроям виконувати діагностичні функції, які призначені для визначення помилок, а також їх виправлення.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою статті є удосконалення методики синтезу універсальних, швидкодіючих багатоканальних сигнатурних аналізаторів, що дозволяють контролювати повідомлення, локалізувати помилки в інформаційних пакетах і давати інформацію для діагностування обладнання. При цьому результати згортки інформації повинні строго відповідати класичному одноканальному пристрою [3].

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методи дослідження: метод сигнатурного аналізу, а також методи пошуку і діагностування помилок в пакетах повідомлень.

Моделювання процесу прийому повідомлення.

Управління обміном даними може здійснюватися методами інформаційного забезпечення, методами управління каналними, буферними і тимчасовими ресурсами, а також вибором стратегії розподілу ресурсів (централізованої, ієрархічної, децентралізованої) [8]. При управлінні мережевими ресурсами можна впливати на параметри каналу передачі даних, а також і на структуру інформаційного тракту. Вибір параметрів управління комп'ютерними мережами є важко формалізується завданням і часто

ґрунтується на особистих уподобаннях менеджерів і дослідників. Одним з найважливіших напрямків таких досліджень став аналіз ефективності обміну даними в мережах з комутацією пакетів на основі ймовірно-часових графів [5-8]. Однак всі вони спрямовані на дослідження існуючих правил інформаційного обміну (протоколів). Зміна протоколів можлива на основі застосування нових технологій, методів і засобів передачі і контролю даних.

Підвищення швидкодії пристроїв контролю переданих повідомлень має особливе значення при обміні даними по дейтаграммний каналу, в якому кожен пакет доставляється абоненту і обробляється як самостійне повідомлення. Фази з'єднання і роз'єднання відсутні. Після доставки всіх пакетів на приймальній стороні формується повідомлення. Останні дії можуть істотно збільшити час доставки повідомлень при запізненні хоча б одного пакету.

Розглянемо можливості розширення діагностичних функцій сигнатурного аналізу.

Припустимо, що інформаційна послідовність передається в сигнатурний аналізатор по групах, по  $m$  розрядів в кожній. Тоді вираз (4) можна перетворити до виразу, який наведений нижче:

$$\text{sig}1v(t) = \sum_{i=1}^{z-1} S^{m(i-1)} \sum_{j=0}^{m-1} S^j v_j, \quad (5)$$

де  $z$  – кількість тактів роботи приладу.

На першому такті аналізатор обробляє групу розрядів  $(v_{m(r-1)}, v_{(m+1)(r-1)}, \dots, v_{mr-1})$ , а на останньому такті –  $(v_0, v_1, \dots, v_{m-1})$ . Для того, щоб результат відповідав виразу (12), необхідно сигнатуру першої групи розрядів умножити на матрицю  $S^{m(r-1)}$ , а результат множення скласти за модулем два зі згортокою наступної групи розрядів, яка попередньо множиться на матрицю  $S^{m(r-2)}$ . Такі дії повторюються поки буде вводиться вся інформаційна послідовність до останньої групи розрядів.

Виконаємо лінійне перетворення сигнатури (9) за наступним правилом:

$$\text{sig}2v(t) = \sum_{j=1}^z g_j S^{j-1}, \quad (6)$$

де  $g_i$  – сигнатура  $i$ -ї групи розрядів (пакета).

Таким чином, отримані дві сигнатури або два перевірочних кодових слова  $\text{sig}1v(t)$  і  $\text{sig}2v(t)$ . В якості контрольної кодової комбінації необхідно використовувати дві еталонні сигнатури (або два контрольних слова)  $E_1$  і  $E_2$ , які складаються з сукупності еталонів груп розрядів інформаційної послідовності [12]:

$$\begin{aligned} E_1 &= e_1 + e_2 + \dots + e_z, \\ E_2 &= e_1^1 + e_2^1 + \dots + e_z^1, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{де } e_j^1 = e_j S^{j-1}.$$

Якщо існує помилка, що виявляється, в  $i$ -му пакеті, тоді виникнуть зміни в сигнатурі  $i$ -го пакету  $g_i$ , а синдроми помилки визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} \delta &= g_i + e_i, \\ \delta &= g_i S^{i-1} + e_i S^{i-1}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для того, щоб обидва синдроми помилки збіглися необхідно один з них помножити на  $S^{i-1}$  або виконати  $i-1$  тактів зсуву в регістрі сигнатурного аналізатора. Кількість таких тактів зсуву синдрому  $\psi$  покаже номер групи розрядів або номер пакета, в якому сталася помилка. У тому випадку, якщо синдроми не співпали, то можна зробити висновок про наявність помилки в декількох пакетах.

Особливість передачі повідомлень пакетами по дейтаграммний каналу передбачає можливість використання пакетом свого окремого маршруту. При цьому пакети можуть бути доставлені абоненту в різний час і з різних напрямків. У тому випадку, якщо кожен пакет містить кодове слово для перевірки інформації, що передається, то цю перевірку можна виконувати негайно після прибуття пакета. Однак наявність перевірочних слів в кожному пакеті, хоч і підвищує достовірність даних, що передаються, а й призводить до істотного збільшення надмірності інформації. Якщо мережа надійна і ймовірність виникнення помилки в пакеті або ймовірність втрати пакета не висока, то така надмірність не може мати підстав. Зниження надмірності можна домогтися шляхом використання двох перевірочних слів для всього повідомлення і здійснювати пошук помилок на основі виразу (10).

Використання такого підходу до визначення помилок в пакетах повідомлень призводить до зміни протоколу обміну даними. Протоколи обміну даними використовують зворотній зв'язок для підвищення якості обслуговування трафіку, тому далі розглянемо процес передачі і прийому повідомлень на прикладі зворотнього зв'язку. Алгоритм обробки повідомлення наведений на Рисунку 1.

Результатом алгоритму може бути висновок про правильне надходження повідомлень, про виникнення помилки в повідомленні. При цьому якщо помилка виникла в одному пакеті, то надсилається квитанція про необхідність його повторення і визначається проблемний маршрут, по якому цей пакет слідував.

Якщо помилка виникла в декількох пакетах, то надсилається квитанція про необхідність повторення всього повідомлення і збирається інформація про маршрути проходження пакетів для подальшого діагностування мережі.

У процесі прийому безлічі повідомлень різного розміру з різною кількістю і довжини пакета сигнатурний аналізатор повинен працювати в режимі поділу часу. Для обробки кожного з повідомлень необхідно виділяти фрагмент часу в залежності від довжини, кількості пакетів в повідомленнях і наявності їх у абонента. При цьому, відповідно до виразу (9), слід оперативно змінювати матрицю  $S_i$ .

Оперативно отримати матрицю  $S_i$  можна двома шляхами: використовувати пам'ять для зберігання матриць  $S_i$ ,  $i = \{1; 2; \dots; w\}$ ; формувати матрицю  $S_i$  в сигнатурному аналізаторі. В обох випадках слід використовувати елемент (наприклад, регістр) для тимчасового зберігання матриці. Якщо в основу побудови сигнатурного аналізатора використовуються поліноми ступенем  $n = 16$  і більше, то в пристрої необхідний регістр з більш ніж в 256 розрядів

Розглянемо, як можна зменшити складність сигнатурного аналізатора шляхом формування матриці  $S_i$  на прикладі полінома:

$$P(x) = x^4 \oplus x^3 \oplus 1. \quad (12)$$

Для цього наведемо кілька ступенів цієї матриці в Таблиці 1.

Різні ступені матриці переходу  $S$  можна згенерувати двома способами:

Шляхом формування стовпців.

Шляхом формування рядків.

При першому способі утримання кожного стовпця матриці будь-якого ступеня можна отримати шляхом зсуву іншого стовбця в аналізаторі [4].

Наприклад, в матриці  $S^0$  перший стовпець отриманий шляхом зсуву четвертого стовпця, другий – першого, а третій – другого стовпця. Аналогічної особливістю володіють всі інші міри матриці.



**Рисунок 1.** Алгоритм обробки повідомлення

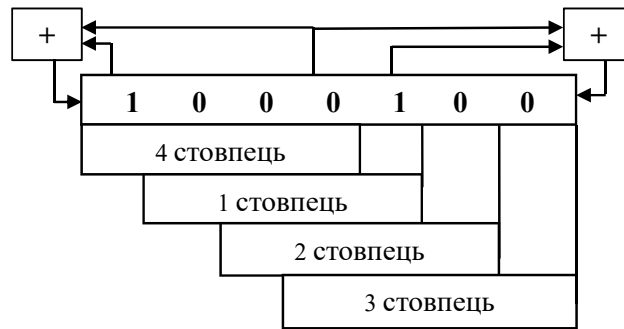
**Таблиця 1.** Ступені матриці S, відповідної поліному  $P(x) = x^4 \oplus x^3 \oplus 1$

S	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0011	0110	1100	1011	0101	1010	0111
1000	0011	0110	1100	1011	0101	1010
0100	1000	0011	0110	1100	1011	0101
0010	0100	1000	0011	0110	1100	1011

На Рисунку 2 наведено генератор формування стовпців матриці в -7ми розрядному регістрі. На Рисунку 2 зображений регістр зсуву і два суматора за модулем два. Зворотні зв'язки з розрядів регістра підключені до входів першого суматора відповідно до коефіцієнтів полінома (12). З входами другого суматора з'єднані розряди регістра відповідно до коефіцієнтів зворотнього поліному (12):

$$P_o(x) = x^4 \oplus x \oplus 1. \quad (13)$$

Поліноми P(x) і P<sub>o</sub>(x) мають одну і ту ж матрицю станів H. Тому зрушення інформації в регістрі в одну або в іншу сторону дозволить збільшувати (зменшувати) ступінь матриці переходу S. У початковому стані в регістр зсуву записується код матриці S<sup>0</sup> (1000100).



**Рисунок 2.** Генератор формування ступенів матриці переходу  $S_i$

При другому способі формування ступенів матриці переходу  $S_i$  зміст кожної  $j$ -го рядка матриці будь-якого ступеня можна отримати шляхом копіювання  $(j-1)$ -го рядка матриці зі ступенем на одиницю менше заданої (Таблиця 1). Перша стрічка  $i$ -го ступеню матриці формується шляхом зсуву у напрямку молодших розрядів першої стрічки  $(i-1)$ -го ступеню матриці в тому випадку, коли в старшому розряді першої стрічки буде отриманий 0. Якщо в старшому розряді першої стрічки  $i$ -го ступеню супроводжуючої матриці  $S^i$  буде отримана 1, то розряди що відповідають ступеням утворюючого поліному додатково інвертуються.

Використання різних поліномів в одному пристрої розширює його функціональні можливості. При цьому виникає необхідність тимчасового зберігання матриці переходу  $S_i$  в регістрі розміром  $n * n$  (256 розрядів, якщо  $n = 16$ ). При цьому виникає ще одне завдання оперативного формування матриці станів  $N$  аналізатора відповідно утворюючого поліному.

Для виконання цієї функції також можна використати класичний генератор псевдовипадкової послідовності [2], який формує стовбці матриці станів шляхом зсуву коду 1000. Генератор псевдовипадкової послідовності містить регістр зсуву та суматор за модулем два, що з'єднані відповідно поліному циклічного коду. Сигнаурний аналізатор [13] побудований за такою ж схемою. Пристрій [2] здатний зберігати лише один стовпчик матриці станів. У процесі формування псевдовипадкової послідовності необхідно зберігати більше стовбців, особливо якщо кількість розрядів регістра буде більше ступеня полінома  $n$ . Наприклад, код побудований відповідно поліному (12) і наведений нижче дозволяє зберігати вісім стовбців матриці станів:

0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

У наведеному коді, за аналогією з Рисунок 2, перші чотири розряди 0001 являють собою перший стовпець матриці станів  $N$ , другі чотири розряди 0010 – другий стовпець, а (останні) чотири розряди 1010 – восьмий стовпчик.

Слід відмітити, що у стовбці 1 другий, третій та четвертий розряди можуть мати тільки нульове значення. У стовбці 2 нульові значення зберігають розряди 3 та 4, а у стовбці 3 – розряд 4. Якщо відкинути нульові розряди першого стовпчика, то отримаємо регістр, який містить тільки вісім розрядів. При цьому регістр зберігає вісім стовпчиків матриці станів, а в старшому розряді записується 1.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Аналогічно створюється пристрій на підставі любого характеристичного поліному. При цьому регістр для зберігання матриці станів буде мати стільки розрядів, скільки сигнаурний аналізатор має інформаційних входів.

В якості експерименту розглянемо синтез генератора формування ступенів матриці  $S_i$  для наступного полінома:

$$P(x) = x^{16} \oplus x^{12} \oplus x^9 \oplus x^7 \oplus 1. \quad (14)$$

Наведемо кілька ступенів матриці переходу  $S$  для полінома (14) в Таблиці 2. Виходячи з даних Таблиці 2, процес побудови генератора формування ступенів матриці  $S_i$  за стовпцями зазнає суттєвих змін. Слід звернути увагу на зміну даних в стовпчиках, відповідних одиничним коефіцієнтами полінома (14). При цьому, починаючи з 7-го, 9-го і 12-го стовпців, виконується нова генерація інформації шляхом зсуву даних в регістрі [3].

В даному випадку для подання 256 розрядів ступенів матриці  $S_i$  потрібно три регістра. Ці регістри формують такі стовпці матриці:

1. Перший регістр формує з першого по сьомий стовпець, а також з 13-го по 16-й стовпці.
2. Другий регістр зсуву формує восьмий і дев'ятий стовпці.
3. Третій регістр – з 10-го по 12-й.

**Таблиця 2.** Ступені матриці  $S$ , що відповідає поліному  $P(x) = x^{16} \oplus x^{12} \oplus x^9 \oplus x^7 \oplus 1$

S1	S2	S7
0000001010010001	0000010100100010	1010010001000000
1000000000000000	0000001010010001	0101001000100000
0100000000000000	1000000000000000	0010100100010000
0010000000000000	0100000000000000	0001010010001000
0001000000000000	0010000000000000	0000101001000100
0000100000000000	0001000000000000	0000010100100010
0000010000000000	0000100000000000	0000001010010001
0000001000000000	0000010000000000	1000000000000000
0000000100000000	0000001000000000	0100000000000000
0000000010000000	0000000100000000	0010000000000000
0000000001000000	0000000010000000	0001000000000000
0000000000100000	0000000001000000	0000100000000000
0000000000010000	0000000000100000	0000001000000000
0000000000001000	0000000000010000	1000000000000000
0000000000000100	0000000000001000	0100000000000000
0000000000000010	0000000000000100	0010000000000000
0000000000000001	0000000000000010	0000100000000000
S8	S14	S15
0100101000010001	1010100001110010	0101001001110101
1010010001000000	0101010000111001	1010100001110010
0101001000100000	1010101101010100	0101010000111001
0010100100010000	0101010110101010	1010101101010100
0001010010001000	0010101011010101	0101010110101010
0000101001000100	1001010000100010	0010101011010101
0000010100100010	0100101000010001	1001010000100010
0000001010010001	1010010001000000	0100101000010001
1000000000000000	0101001000100000	1010010001000000
0100000000000000	0010100100010000	0101001000100000
0010000000000000	0001010010001000	0010100100010000
0001000000000000	0000101001000100	0001010010001000
0000100000000000	0000010100100010	0000101001000100
0000010000000000	0000001010010001	0000010100100010
0000001000000000	1000000000000000	0000001010010001
0000000100000000	0100000000000000	1000000000000000



Початковий стан регістрів повинно відповідати матриці  $S^0$ . На Рисунок 3 наведено перший регістр генератора формування ступенів матриці переходу  $S^i$ .

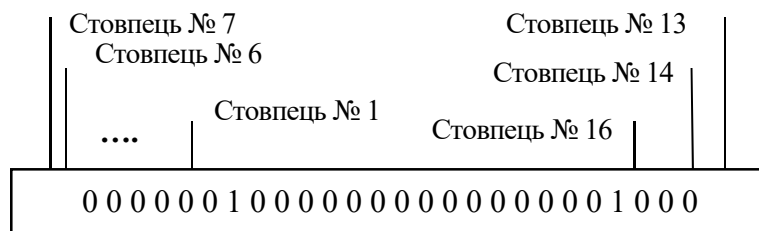
Для оперативного зменшення ступеня матриці, за аналогією з Рисунок 2, можна використовувати зворотній поліном (14):

$$P_0(x) = x^{16} \oplus x^9 \oplus x^7 \oplus x^4 \oplus 1. \quad (15)$$

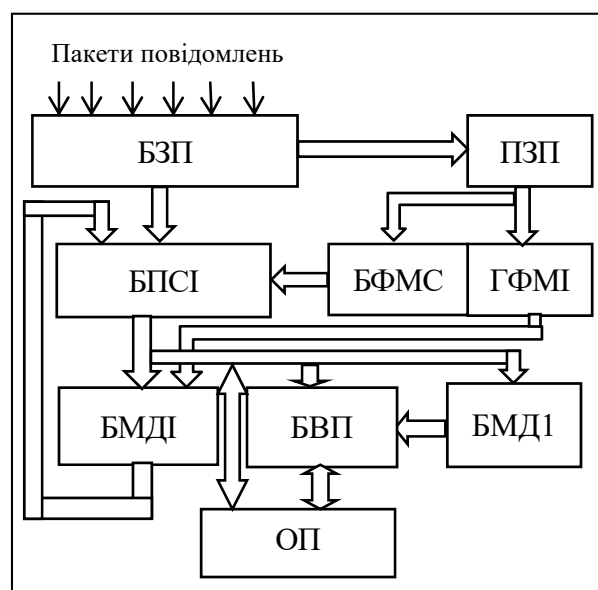
Таким чином, перший регістр містить 26 розрядів. Аналогічно будуються регістри для зберігання інших стовпців. Другий регістр буде містити 17 розрядів, а третій – 18 розрядів. Всього для зберігання матриці використовується 61 розряд замість 256.

Архітектура багатоканального сигнатурного аналізатора приведена на Рисунок 4. На малюнку введено такі позначення: БЗП – буферне запам'ятовуючий пристрій, ПЗП – постійне запам'ятовуючий пристрій, БПСІ – блок просторового стиснення інформації, ГФМІ – генератор формування матриці  $S^i$ , БМДІ – блок множення даних на матрицю  $S^i$ , БМД1 – блок множення даних на матрицю  $S^1$ , БВП – блок визначення помилок, ОП – оперативна пам'ять.

Прийм і обробка інформації може виконуватися словами в залежності від розміру пакета і кількості входів аналізатора. У процесі прийому безлічі повідомлень сигнатурний аналізатор повинен працювати в режимі поділу часу. У цих умовах необхідно оперативно зберігати в блоці ОП і відновлювати контекст повідомлення.



**Рисунок 3.** Перший регістр генератора формування ступенів матриці переходу  $S^i$



**Рисунок 4.** Архітектура багатоканального сигнатурного аналізатора

## 5. ОБГОВОРЕННЯ

Визначимо, наскільки швидко можна виконати перевірку групи повідомлень одноканальним і багатоканальним сигнатурними аналізаторами. Час перевірки будемо вимірювати кількістю тактів, які необхідні для перевірки повідомлень. Кількість тактів для перевірки групи фрагментів повідомлень одноканальним пристроєм можна визначити відповідно до виразу:

$$\tau_1 = \sum_{j=0}^q k_j z_j. \quad (16)$$

За допомогою багатоканального пристрою кількість тактів визначається за формулою:

$$\tau_2 = k_1 + \sum_{j=1}^q |k_{j+1} - k_j| + \sum_{j=1}^q z_j, \quad (17)$$

де  $|k_{j+1} - k_j|$  – кількість тактів при підготовці до перевірки фрагмента (j+1)-го повідомлення після перевірки фрагмента j-го повідомлення.

Розглянемо випадок, коли кількість тактів перевірки постійно і  $z_j = \text{const} = z$ . Найбільша кількість тактів для підготовки до перевірки (j+1)-го після перевірки j-го повідомлення визначається за формулою:

$$|k_{j+1} - k_j| = m - 1. \quad (18)$$

Тоді вирази (16) і (17) можна перетворити до вигляду:

$$\tau_1 = q \cdot m \cdot z; \tau_2 = m + (q-1)(m-1) + q \cdot z. \quad (19)$$

Визначимо, наскільки довше одноканальний аналізатор виконує перевірку з q фрагментів повідомлень:

$$\tau_1 - \tau_2 = q \cdot (z-1)(m-1) - 1. \quad (20)$$

Для того, щоб багатоканальне пристрій було більш ефективним ніж одноканальне, необхідним є дотримання виразу:

$$q \cdot (z-1)(m-1) > 1. \quad (21)$$

Нерівність (21) справедливо у всіх випадках, якщо виконуються наступні умови:  $q > 1; z > 1; m > 1$ . Таким чином, пропонувані багатоканальні пристрої будуть найбільш ефективним при перевірці безлічі повідомлень.

Архітектура пристрою і алгоритм його роботи передбачають необхідність зберігання даних для забезпечення обробки інформації. При цьому слід зберігати дані про матриці станів  $H$  (перевірочної матриці) і про різні ступені матриці переходу  $S$ . Необхідність використання сукупності поліномов призводить до істотного збільшення обсягу пам'яті. Наприклад, багатоканальні пристрої [4, 11] при використанні  $p$  поліномов вимагають для зберігання інформації наступну кількість розрядів:

$$R = n^2 \cdot p \cdot m. \quad (22)$$

У загальному випадку пропонуваний підхід до синтезу багатоканальних сигнатурних аналізаторів дозволяє замість матриць  $H$  і  $S$  зберігати тільки перший рядок матриці  $S$  (поліном). У Таблиці 3 наведені результати порівняння двох пристроїв за обсягом необхідної пам'яті.

**Таблиця 3.** Порівняння необхідного обсягу пам'яті для зберігання ступенів матриці переходу S

Джерело: Складено на основі джерела [12].

n	Кількість поліномів	Кількість входів пристрою	Об'єм пам'яті в (біт)	Об'єм пам'яті (біт)
8	2	8	1,024	16
16	4	16	16,384	64
16	6	32	49,152	96
20	6	32	76,800	120

## ВИСНОВКИ

Запропонована в роботі архітектура сигнатурного аналізатора дозволяє контролювати дані по пакетам або групам пакетів. Оскільки група пакетів інформаційного повідомлення може оброблятися у міру їх прийому в буферному пристрої зберігання даних, то немає необхідності в існуванні процесу складання цього повідомлення. При цьому не обов'язково чекати прибуття «спізнюються» груп пакетів. За результатами перевірки даних можна зробити висновок про наявність помилки в одному пакеті або помилка поширена по всьому повідомленню. У першому випадку визначається проблемний маршрут «зпсованого» пакета, у другому – збирається інформація про стан мережі.

Пропонований підхід до синтезу пристроїв контролю даних найбільш ефективний при перевірці передачі безлічі повідомлень пакетами по дейтаграмний каналу в режимі поділу часу.

Багатоканальний сигнатурний аналізатор дозволяє контролювати декілька пристроїв, що мають різну кількість виходів, які потрібно перевіряти за один такт генератора імпульсів. При цьому можна домогтися зниження надмірності в переданих даних шляхом використання двох перевірочних слів для всього повідомлення.


У роботі детально розглянуті питання зниження апаратною надмірності при зберіганні службової інформації, що забезпечує роботу пристроїв. При цьому можна домогтися багаторазового зменшення необхідного обсягу пам'яті в порівнянні з існуючими пристроями. Як подальшого розвитку цієї роботи передбачається проведення досліджень стосовно до протоколів обміну даними і розробки алгоритмічного і програмного забезпечення пошуку помилок в повідомленнях.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bljejkhut, R. (1986). *Теория и практика кодов, контролирующих ошибки* [Teoryia y praktyka kodov, kontrolyruyushchykh oshybky] (576 p.). М.: Mir.
2. Djachenko, O. N., & Zhuravel, A. P. (1993). *Многоканальный сигнатурный анализатор* [Mnogokanalnyj signaturnyj analizator] (Патент 1797118, Российская Федерация, Донецкий политехнический институт, МКИ G06F11/00). Retrieved from <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/18366/1/AC%201797118.pdf>
3. Gordon, G., & Nadich, H. (2006). Локализация неисправностей в микропроцессорных системах при помощи шестнадцатеричных ключевых кодов [Lokalizatsiya nespravnostey v mikroprotsesornykh systemakh pry pomoshchy shestnadsaterychnykh kliuchevykh kodov]. *Elektronika*, 5, 23-33.
4. Ivanov, M. A., Ajgozhiev, M. K., Levchuk, T. V., Chugunkov, I. V., & Chulikov, D. M. (1999). *Многоканальный сигнатурный анализатор* [Mnogokanalnyj signaturnyj analizator] (Патент 2133057, Российская Федерация, Московский инженерно-физический институт, МКИ G06F11/00). Retrieved from <http://ru-patent.info/21/30-34/2133057.html>
5. Losev, Ju. I., Borovoj, V. I., & Kurilko, V. E. (2003). Методика присвоения приоритетности обслуживания сообщений в сети обмена данными [Metodika prisvoyeniya prioritetnosti obsluzhivaniya soobshcheniy v seti obmena dannymi]. *Radioelektronni i kompyuterni systemy*, 4(4), 98-101.
6. Losev, Ju. I., Shmatkov, S. I., & Rukkas, K. M. (2011). *Методы и модели обмена информацией в распределенных адаптивных вычислительных сетях с временной параметризацией параллельных процессов* [Metody i modeli obmena informatsiyey v raspredelennykh adaptivnykh vychislitelnykh setyakh s vremennoy parametrizatsiyey parallelnykh protsessov] (204 p.). Н.: HNU imeni V. N. Karazina.
7. Losev, Ju. I., Shmatkov, S. I., Rukkas, K. M., & Shhebenjuk, V. S. (2011). Сравнительная оценка эффективности одномаршрутного и мультимаршрутного методов передачи сообщений [Srvnitelnaya otsenka effektivnosti odnomarshrutnogo i multimarshrutnogo metodov peredachi soobshcheniy]. *Zbirnik naukovih prac Harkivskogo universitetu povitranij sil*, 2(28), 132-135.

8. Losev, Ju. I., Volovik, B. M., Dresvjankin, V. V., & Losev, M. Ju. (1994). *Автоматизация в сетях с коммутацией пакетов [Avtomatizatsiya v setyakh s kommutatsiyey paketov]* (215 p.). К.: «Техника».
9. Losev, M. Ju., Glushenkov, S. O., Yevsyukov, M. S., Patrakeev, I. M., & Shostak, A. V. (2012). *Анализатор сигнатур параллельного потока данных [Analizator signatur paralelnogo potoku danih]* (Патент на корисну модель 74159, МКИ G06F11/00). Retrieved from <http://uapatents.com/11-74159-analizator-signatur-paralelnogo-potoku-danikh.html>
10. Losev, M. Ju., Risovaniy, O. M., Tarasov, O. V., & Shostak, A. V. (2012). *Багатоканальний сигнатурний аналізатор з локалізацією помилок [Bahatokanalnyy syhnaturnyy analizator z lokalizatsiyeyu potylok]* (Патент на корисну модель 68273, МКИ<sup>3</sup> G06F11/00). Retrieved from <http://uapatents.com/10-68273-bagatokanalnij-signaturnij-analizator-z-lokalizaciyu-pomilok.html>
11. Novik, G. H., Sarychev, K. F., Avdeeva, L. E., & Vyukova, N. A. (1993). *Параллельный сигнатурный анализатор [Parallelnyj signaturnyj analizator]* (Патент 2001429, Российская Федерация, Научно-исследовательский институт электромеханики, МКИ G06F11/00).
12. Piterson, U., & Ueldon, E. (1986). *Коды, исправляющие ошибки [Kody, ispravlyayushchiye oshibki]* (590 p.). М.: Mir.
13. Ponomarenko, V. S. (2014). *Информационные системы в управлении, образовании, промышленности [Informatsionnyye sistemy v upravlenii, obrazovanii, promyshlennosti]* (376 p.). Н.: TOV «Shhedra sadiba pljus».
14. Ponomarenko, V. S. (2018). *Інформаційні технології: сучасний стан та перспективи [Informatsiyni tekhnolohiyi: suchasnyy stan ta perspektyvy]* (pp. 102-118). Н.: Vid-vo TOV «DISA PLJuS».

# “Technological aspects of the mechanism of formation of local budgets in Ukraine for 2018-2020 years”

<b>AUTHORS</b>	Larysa Gordiienko Alina Zilinska
<b>ARTICLE INFO</b>	Larysa Gordiienko and Alina Zilinska (2018). Technological aspects of the mechanism of formation of local budgets in Ukraine for 2018-2020 years. <i>Development Management</i> , 16(4), 64-72. doi: <a href="https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.06">10.21511/dm.4(4).2018.06</a>
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.06">http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.06</a>
<b>RELEASED ON</b>	Thursday, 04 April 2019
<b>RECEIVED ON</b>	Friday, 19 October 2018
<b>ACCEPTED ON</b>	Wednesday, 19 December 2018
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>
<b>JOURNAL</b>	"Development Management"
<b>ISSN PRINT</b>	2413-9610
<b>ISSN ONLINE</b>	2663-2365
<b>FOUNDER</b>	Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**16**



NUMBER OF FIGURES

**6**



NUMBER OF TABLES

**0**

Larysa Gordiienko (Ukraine), Alina Zilinska (Ukraine)

# TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE MECHANISM OF FORMATION OF LOCAL BUDGETS IN UKRAINE FOR 2018-2020 YEARS

## Abstract

The article deals with the technological aspects of the mechanism of formation of local budgets in Ukraine, which is an important tool for state policy, the development of administrative and territorial units, and ensuring an adequate level of living standards. On the basis of the analysis carried out by the authors, it was revealed that the mechanism of formation of local budgets does not correspond to the current trends, therefore the components of legislative and regulatory support are systematized and the potential of their use for the changes of the existing mechanism is revealed. The technological aspects of the formation of local budgets are considered, namely, the composition of local budgets is determined, and at the expense of which the local budget is formed by the legislative base. The features of the mechanism of formation of local budgets and the main organizational and technological procedures for its development are determined. The authors highlighted the main shortcomings of the existing mechanism for the formation of local budgets, namely, the absence of a procedure for forming the income and expenditure part of local budgets. It is determined that local budgets of Ukraine are more dependent on intergovernmental transfers than local budgets of EU countries, the volume of transfers and their share in the organization of local budget revenues is constantly increasing. In this work, the authors proposed measures to eliminate the problems of the formation of local budgets.

## Keywords

budget process, local budgets, mechanism of formation, intergovernmental transfers, technological aspects

## JEL Classification

H61, H68, H72

Л.Ю. Гордієнко (Україна), А.С. Зілінська (Україна)

# ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ В УКРАЇНІ НА 2018 - 2020 РОКИ

## Анотація

У статті досліджено технологічні аспекти механізму формування місцевих бюджетів в Україні, що є важливим інструментом для політики держави, розвитку адміністративно-територіальних одиниць, забезпечення достатнього рівня якості життя населення. На основі проведеного авторами аналізу виявлено, що механізм формування місцевих бюджетів не відповідає сучасним тенденціям, у зв'язку з чим систематизовано складові законодавчого та нормативного забезпечення та виявлено потенціал їх використання для змін існуючого механізму. Розглянуто технологічні аспекти формування місцевих бюджетів, а саме, визначено склад місцевих бюджетів, з'ясовано, за рахунок якої законодавчої бази формуються місцеві бюджети. Визначено особливості механізму формування місцевих бюджетів та основні організаційно-технологічної процедури його розробки. Автори виокремили основні недоліки існуючого механізму формування місцевих бюджетів, а саме, відсутність процедури формування дохідної та видаткової частини місцевих бюджетів. Визначено, що місцеві бюджети України більше залежать від міжбюджетних трансфертів, ніж місцеві бюджети країн ЄС, постійно зростає обсяг трансфертів та їх частка у організації доходів місцевих бюджетів. У роботі автори запропонували заходи щодо усунення проблем формування місцевих бюджетів.

## Ключові слова

бюджетний процес, місцеві бюджети, механізм формування, міжбюджетні трансферти, технологічні аспекти

## Класифікація JEL

H61, H68, H72



S. KUZNETS KHNUe



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 19th of October, 2018

Accepted on: 19th of December, 2018

© Larysa Gordiienko, Alina Zilinska, 2018

Gordiienko Larysa, Ph.D., Assistant Professor of the Department of Public Administration, Public Administration and Regional Economics of the Semen Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Zilinska Alina, Postgraduate Student of the Department of Public Administration, Public Administration and Regional Economics, Semen Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## ВСТУП

В умовах децентралізації державного управління в Україні змінюється технологічний процес щодо формування місцевих бюджетів. Під технологічним процесом розуміють підпорядковану послідовність дій та операцій, які виконуються від початку до отримання необхідного результату. Технологічний процес має досить складну структуру, до його складових відносять певні операції.

Економічна сутність та зміст місцевих бюджетів виявляється у формуванні грошових фондів, призначених для забезпечення діяльності місцевих органів влади і самоврядування. Місцеві бюджети – це основна фінансова база органів місцевого самоврядування, саме з місцевих бюджетів здійснюється фінансування освітніх та оздоровчих закладів, культурних заходів, засобів масової інформації, фінансування молодіжних програм, розвитку громад. Від наповненості та формування місцевих бюджетів залежать стан місцевого господарства, місцева економічна та соціальна інфраструктура, стан освіти, охорони здоров'я, житлово-комунального господарства, культури та, в цілому, рівень життя населення регіону тощо.

Формування місцевих бюджетів є вагомим інструментом реалізації фінансово-економічної політики держави, складовою механізмом міжбюджетних відносин, основним важелем соціально-економічного розвитку адміністративно-територіальних одиниць.

На сьогоднішній день в Україні простежується складне становище місцевих бюджетів та в державному бюджеті загалом. Крім того спостерігається незначна кількість надходжень до місцевих бюджетів. Однією з причин цього є те, що незважаючи на проголошену децентралізацію механізм формування місцевих бюджетів на протязі багатьох років не змінювався і тому є недостатньо ефективним для забезпечення місцевого населення та розвитку територіальних одиниць, що підтверджується малозабезпеченістю дохідної частини місцевих бюджетів, в деякій мірі виникають конфліктні ситуації щодо трансфертної підтримки, так як місцеві бюджети дуже залежать від міжбюджетних трансфертів.

Все це свідчить, що сьогодні особливо гостро постає проблема вироблення дієвого механізму, який би визначив нові засади формування місцевих бюджетів, чітке розділення функцій і повноважень усіх рівнів влади, задоволення потреб населення.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Питанням розробки механізму формування місцевих бюджетів присвячені праці таких вчених, як Артаус [1], Павлюк [9], які приділяли увагу теоретичним аспектам місцевих бюджетів, узагальненню теоретичних підходів щодо визначення та складу місцевих бюджетів; Бондарчук [2], Головій [3], Ніколаєва [8], Кириленко [6], в роботах яких висвітлювалися особливості механізму формування місцевих бюджетів, заходів з підвищення дієвості такого механізму та інших. Проте питання технологічних аспектів формування місцевих бюджетів практично недостатньо висвітлені в даних роботах, або недостатньо приділяли цьому уваги, що зумовлює актуальність даного дослідження.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою статті є аналіз існуючого механізму формування місцевих бюджетів та розвиток науково-теоретичних положень щодо удосконалення технології механізму формування місцевих бюджетів.

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методологічною основою роботи є методи теоретичного узагальнення, аналізу і синтезу – для виділення й систематизації складових процесу формування місцевих бюджетів, системного та економічного аналізу – для визначення основних тенденцій міжбюджетних трансфертів.

## 4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Необхідно відмітити, що в спеціальній літературі поняття «механізм» трактується в кількох значеннях, що пов'язано як з його етимологією (переклад із грецької означає знаряддя, споруду), так і з використанням в різних науках для аналізу взаємодії певних елементів протягом здійснення складного процесу [7], що дало змогу Коротич у [5] усі наявні механізми (у тому числі управлінські) поділити на три досить відмінні один від одного типи: механізми знаряддя, механізми-системи (подання систем як механізмів) та механізми-процеси (послідовність певних перетворень). Враховуючи, що в даній роботі розглядається механізм формування місцевих бюджетів, який за своєю суттю відноситься до типу «механізми-процеси», вважаємо за доцільне визначити його як сукупність певних процесів, операцій, процедур, з яких може складатися даний механізм, а під технологією розбудови і функціонування цього механізму будемо розуміємо набір та послідовність певних дій.

На сьогодні механізм формування місцевих бюджетів визначений відповідно до існуючого законодавства України. Відмітимо, що за економічною сутністю механізм формування місцевих бюджетів відображає цілісну взаємодію методологічних та організаційних основ відповідно до системи управління бюджетом, а саме, бюджетних методів, інструментів та важелів, що забезпечують соціально-економічний розвиток суспільства. Механізм формування місцевих бюджетів залежить від основних складових місцевих бюджетів, які визначені Бюджетним кодексом України [15].

Відповідно до статті 5 глави 2 розділу 1 Бюджетного кодексу України місцеві бюджети складаються з: обласних, районних бюджетів та бюджету місцевого самоврядування (бюджети територіальних громад сіл), їх об'єднань, селищ, бюджет Автономної Республіки Крим, бюджети міст (у тому числі районів у містах), бюджети об'єднаних територіальних громад [15]. Останнім часом основні завдання покращення існуючого механізму були направлені на вивчення можливостей втілення різних варіантів подолання фінансової залежності місцевих бюджетів від державного бюджету.

Слід відмітити, що місцевий бюджет на 2018 рік був сформований згідно змін до Бюджетного кодексу України [15], Податкового кодексу України [16], Закону України «Про Державний бюджет України на 2018 рік» [12] та інших законодавчих та нормативних актів, що стосуються місцевих бюджетів та міжбюджетних відносин. Основні положення формування місцевих бюджетів і їх взаємовідносин із державним бюджетом містяться в статтях 61-70 Закону України «Про місцеве самоврядування» [11].

Необхідно відмітити, що особливості механізму формування місцевих бюджетів на 2018 рік були викладені Міністерством фінансів України в листі від 01.08.2017 р. № 05110-14-21/20701 [13], який був надісланий обласним державним адміністраціям на виконання їх департаментами фінансів, де зазначені основні положення щодо формування місцевих бюджетів.

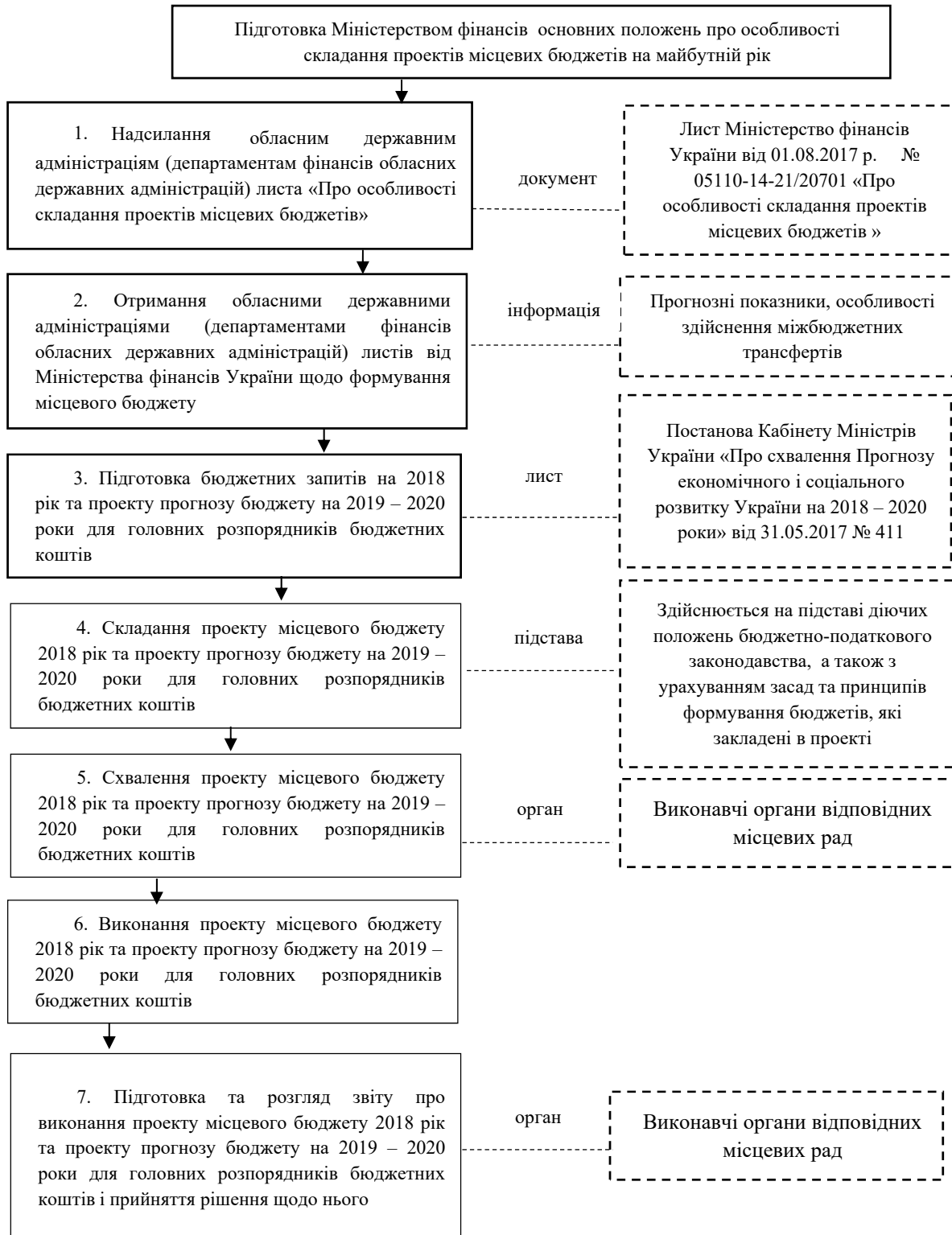
Наступним кроком механізму формування місцевого бюджету закладено отримання виконавчими органами відповідних місцевих рад від місцевих адміністрацій листів Міністерства фінансів України з особливостями складання розрахунків до проектів місцевих бюджетів основних його показників на наступний бюджетний період.

Саме в цих листах була розміщена інформація щодо прогнозних показників основних соціальних гарантій на 2018 рік, особливостей здійснення міжбюджетних трансфертів у 2018 році тощо. Ці листи були доведені Міністерством фінансів України до виконавчих органів місцевих рад з метою формування місцевих бюджетів. На підставі цих листів планово-економічні відділи виконкомів відповідної ради мали підготувати листи щодо підготовки бюджетних запитів на 2018 рік та проекту прогнозу бюджету на 2019-2020 роки для головних розпорядників бюджетних коштів.

Останній крок механізму формування місцевих бюджетів полягав у використанні основних показників економічного і соціального розвитку країни на 2018 рік з використанням даних статистичної і фінансової звітності для визначення ефективності місцевих бюджетів, а саме – основних напрямків роботи з формування показників державного бюджету в частині місцевих бюджетів та міжбюджетних відносин [14].



Важливо зазначити, що необхідно чітко дотримуватися правил та етапів механізму формування місцевих бюджетів, так як від правильно сформованого бюджету залежить подальший розвиток місцевого самоврядування, правильних розрахунків щодо надходжень до місцевого бюджету. Основні технологічні аспекти механізму формування місцевих бюджетів наведені на Рисунку 1.



**Рисунок 1.** Основні технологічні аспекти механізму формування місцевих бюджетів

Джерело: Розроблено авторами

До недоліків існуючого механізму формування місцевих бюджетів слід віднести відсутність процедури формування дохідної та видаткової частини місцевих бюджетів.

## 5. РЕЗУЛЬТАТИ

Отже, згідно Рисунком 1 відповідно до технологічних аспектів формування місцевих бюджетів можна виокремити плюси та недоліки даного механізму формування, а саме які представлено на Рисунку 2.

Так, відмітимо, що механізм формування місцевих бюджетів формується відповідно до поставлених процедур, але відсутність окремої процедури формування дохідної та видаткової частини, призводить до певних проблем формування місцевих бюджетів, а саме: суми прибутків не відповідають обсягам коштів, які необхідно орієнтувати на фінансування головних функцій місцевих органів влади; низький відсоток місцевих бюджетів у зведеному бюджеті; скорочення дохідної частини внаслідок недоотримання податкових платежів; збільшення видаткової частини внаслідок деформації структури місцевих фінансів.

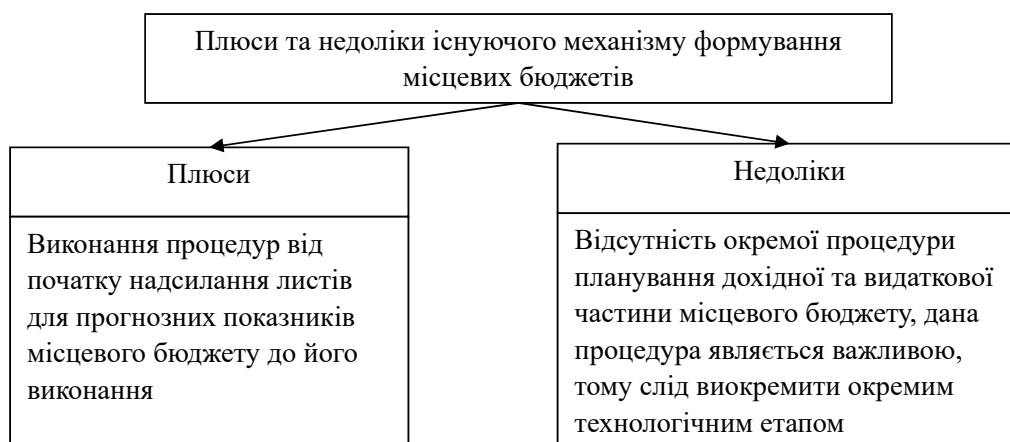
Відповідно до механізму формування місцевих бюджетів, слід зазначити, що на їх формування впливають економічні, політичні та соціальні фактори які наведені на Рисунку 3 та на Рисунку 4 фактори, які впливають на якість механізму формування місцевих бюджетів на кожному етапі.

## 6. ОБГОВОРЕННЯ

Слід зазначити, що важливу роль у механізмі формуванні місцевих бюджетів та організацій бюджетного процесу належить міжбюджетному регулюванню. Метою такого регулювання становить перерозподіл фінансових ресурсів між бюджетами, що забезпечують відповідність повноважень на здійснення видатків, закріплених законодавчими актами за аналогічними бюджетами, та фінансових ресурсів, для забезпечення їх виконання.

Однією із форм реалізації аспектів міжбюджетного регулювання є міжбюджетні трансферти, тобто кошти, які безоплатно і безповоротно переводяться з одного бюджету до іншого. Список міжбюджетних трансфертів, які можуть розглядатися у державному бюджеті для місцевих бюджетів, позначені у статті 97 Бюджетного кодексу України.

Відповідно до Бюджетного кодексу України [15] міжбюджетні трансферти поділяються на чотири види: дотації вирівнювання; додаткові дотації; субвенції на будівництво, ремонт, реконструкцію, використання



**Рисунок 2.** Плюси та недоліки існуючого механізму формування місцевих бюджетів

Джерело: Розроблено авторами



**Рисунок 3.** Фактори, що впливають на формування місцевих бюджетів

Джерело: Розроблено авторами

Фактори впливу на якість механізму формування місцевих бюджетів		
на стадії підготовки та складання проекту бюджету	на стадії розгляду і затвердження бюджету	на стадії виконання бюджету
<ul style="list-style-type: none"> <li>- політичні інтереси влади;</li> <li>- залежність від прийняття інших рішень;</li> <li>- надійність збереження інформаційної бази та методики для розрахунку показників бюджету;</li> <li>- професійна компетентність розробників проекту;</li> <li>- зацікавленість та інтереси міжнародних фінансово-кредитних організацій</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- орієнтування інтересів владних структур, груп, осіб;</li> <li>- рівень професійного осмислення відповідальності та компетентності народних депутатів у питаннях економіки і бюджету</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дотримання норм Закону «Про Державний бюджет України» та вимог інших нормативно-правових актів, для виконання бюджету;</li> <li>- наявність ефективної системи якісного бюджетного контролю</li> </ul>

**Рисунок 4.** Фактори впливу на якість механізму формування місцевих бюджетів

Джерело: Розроблено авторами

інноваційних проектів; кошти, що передаються до державного та місцевого бюджетів з інших місцевих бюджетів. Об'єми міжбюджетних трансфертів кожного року ухвалюються законом про державний бюджет і надають до місцевого бюджету, які мають взаємні відносини з державним бюджетом – бюджети міст обласного значення, обласні бюджети, бюджети територіальних громад, які створюються відповідно до закону та перспективним планом формування районних бюджетів, територіальних територій громад.

Необхідно відмітити, що місцеві бюджети України більш залежні від міжбюджетних трансфертів, ніж місцеві бюджети країн ЄС. Останніми роками постійно зростає обсяг трансфертів та їх частка у організації доходів місцевих бюджетів (Рисунок 5) [4].

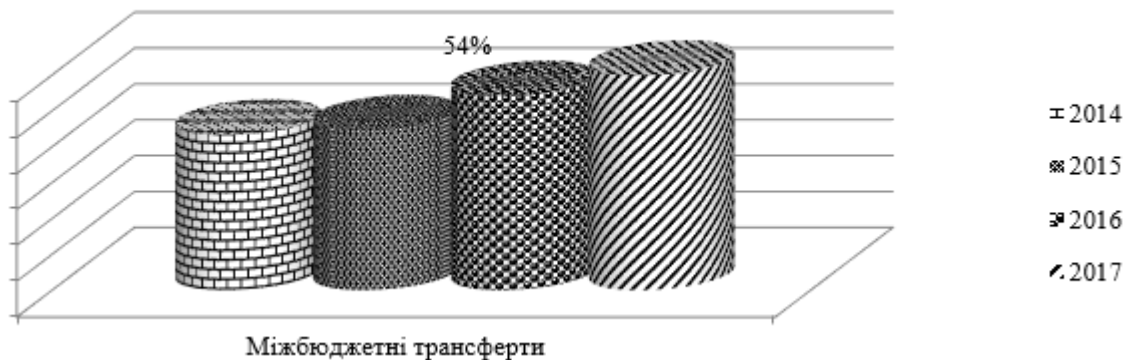
Зростання міжбюджетних трансфертів свідчить про недостатність власних фінансових ресурсів у місцевих бюджетах і їх залежність від трансфертів. У більшій кількості країн ЄС даний відсоток набагато нижчий (наприклад, у країнах Німеччині – 24%, а у Швеції – 36%), що вказує на вищий обсяг фінансової автономії місцевого самоврядування в Європі [10].

Однак місцеві бюджети не повинні залежати тільки від фінансової допомоги у вигляді міжбюджетних трансфертів, а повинні мати хоча б найменшу, міру економічної і фінансової міцності. Для вирішення проблем, що виникають при формуванні місцевих бюджетів в Україні вважаємо за доцільне запропонувати ряд заходів організаційно-правового характеру (Рисунок 6).

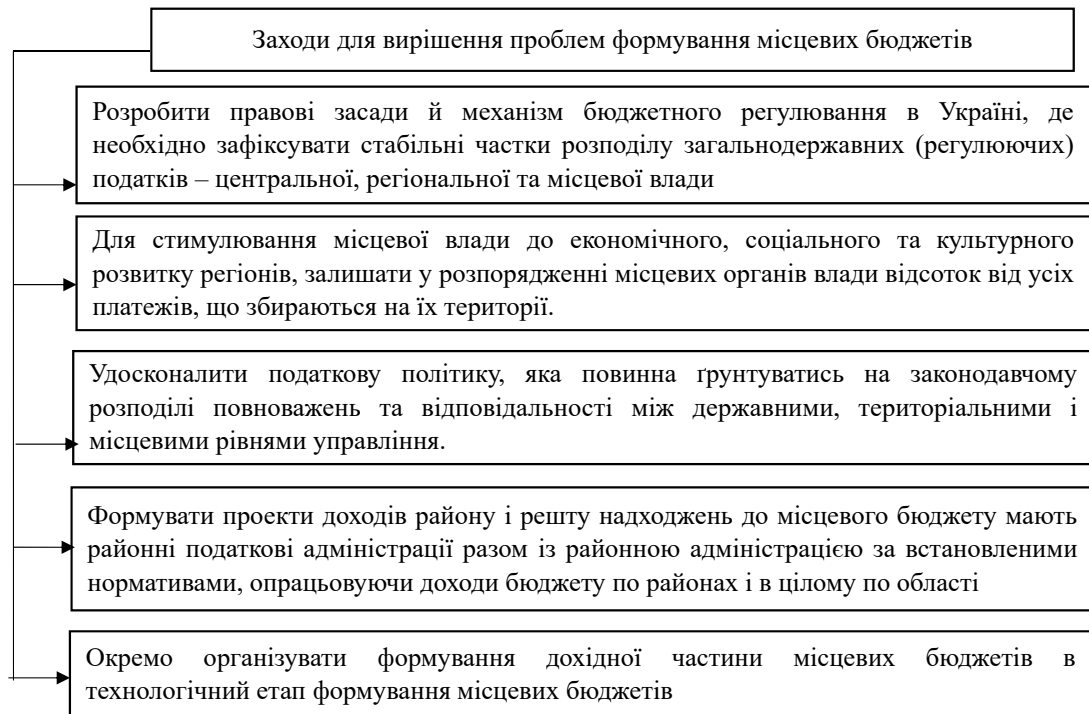
Отже, щоб якісно сформувати місцевий бюджет, необхідно дотримуватися бюджетного процесу, чітко розмежувати державні та місцеві бюджети для їх наповнення та розподілу податків, створити ринок муніципальних цінних паперів, удосконалити податкову політику. Слід відмітити, що завдяки виходу на ринки муніципальних цінних паперів, дають змогу подолати фінансові проблеми місцевих бюджетів, вони стають сьогодні виходом для фінансового забезпечення регіонів, але ринки муніципальних цінних паперів мають мізерні обороти, тому необхідно більше створювати даних ринків. Муніципальні цінні папери є потужним фінансовим інструментом, який завдяки органам місцевого самоврядування може ефективно вирішувати як короткострокові, так і довгострокові проблеми, пов'язані з бюджетним фінансуванням.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таким чином, в результаті проведеного дослідження авторами було розглянуто склад місцевих бюджетів с метою розробки ефективного механізму їх формування, проаналізовано особливості механізму формування місцевих бюджетів, а саме: необхідність дотримуватися технології бюджетного процесу, що наведена у листі Міністерства фінансів України з особливостями складання розрахунків до проектів бюджетів на наступний бюджетний період, скерованому місцевим адміністраціям та виконавчим



**Рисунок 5.** Частка міжбюджетних трансфертів в Україні за 2014- 2017 роки



**Рисунок 6.** Заходи для вирішення проблем формування місцевих бюджетів

Джерело: Розроблено авторами

органам місцевих рад. В роботі технологічні аспекти, а саме, підготовка основних положень щодо складання місцевих бюджетів; надсилання листів обласним адміністраціям від Міністерства фінансів про складання місцевих бюджетів; отримання виконавчими органами відповідних місцевих рад цих листів; підготовка запитів та проекту прогнозу місцевих бюджетів, для формування місцевих бюджетів дозволили виділити проблеми у механізмі формування місцевих бюджетів й запропонувати шляхи його удосконалення.

Напрямки подальших досліджень у сфері удосконалення механізму формування місцевих бюджетів мають бути пов'язані з розробкою правових засад й механізму бюджетного регулювання в Україні, розробці регіональної податкової політики та механізму її реалізації.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Artus, M. M., & Khyzha, N. M. (2010). *Бюджетна система України [Biudzhetna systema Ukrainy]* (220 p.). Kyiv: Vydavnytstvo Yevropeiskoho universytetu.
2. Bondarchuk, T. V. (2014). Фінансова політика забезпечення ефективності видатків місцевих бюджетів [Finansova polityka zabezpechennia efektyvnosti vydatkiv mistsevykh biudzhetyv]. *Ekonomist*, 4, 30-33.
3. Holovii, V. M., Horodetska, T. E., Kuznichenko, V. M., Kurnosova, K. V., & Lapshyn, V. I. (2011). *Місцеві бюджети в умовах кризових явищ і реформування [Mistsevi biudzhety v umovakh kryzovykh yavysch i reformuvannia]* (182 p.). Kharkiv: Kharkivskiy instytut finansiv.
4. IBSED (2017). *Бюджетний моніторинг: Аналіз виконання бюджету на 2017 рік [Biudzhetniy monitorynh: Analiz vykonannia biudzhetu na 2017 rik]*. Retrieved from [https://www.ibser.org.ua/sites/default/files/kv\\_i\\_2017](https://www.ibser.org.ua/sites/default/files/kv_i_2017)
5. Korotich, O. V. (2006). *Державне управління регіональним розвитком України [Derzhavne upravlinnya regional'nim rozvitkom Ukraini]* (219 p.). Kharkiv: Master.
6. Kyrylenko, O. P. (2000). *Місцеві бюджети України (історія, теорія, практика) [Mistsevi bjudzhetu Ukrainy (istoriya, teoriya, praktyka)]* (384 p.). Kyiv: NIOS. Retrieved from <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/14176>
7. Lokshina, S. M., & Koritskiy, V. F. (2001). *Большой словарь иностранных слов в русском языке [Bolshoy slovar inostrannykh slov v russkom yazyke]* (784 p.). M.: YUNVES.
8. Nikolaieva, O. M., & Mahlaperidze, A. S. (2013). *Місцеві фінанси [Mistsevi finansy]* (354 p.). Kyiv, Finansy.
9. Pavliuk, K. V., & Oparin, K. V. (2005). *Фінансова система України (теоретико-методологічні аспекти) [Finansova systema Ukrainy (teoretyko-metodolohichni aspekty)]* (240 p.). Kyiv: KNEU.

10. Stiglitz, J., Ocampo, A., Spiegel, S., French-Davis, R., & Nayyar, D. (2006). *Stability with Growth: macroeconomics, liberalization and development* (352 p.). London: Oxford University Press.
11. The Verkhovna Rada of Ukraine (1997). *Про місцеве самоврядування в Україні [Pro mistseve samovriaduvannia v Ukraini]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80>
12. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017). *Про Державний бюджет України на 2018 рік [Pro Derzhavnyi biudzheth Ukrainy na 2018 rik]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2246-19>
13. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017). *Про особливості складання проектів місцевих бюджетів [Pro osoblyvosti skladannia proektiv mistsevykh biudzhativ]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ru/v2070201-17/sp:max15>
14. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017). *Про схвалення Прогнозу економічного і соціального розвитку України на 2018-2020 роки [Pro skhvalennia Prohnozu ekonomichnoho i sotsialnoho rozvytku Ukrainy na 2018-2020 roky]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2017-%D0%BF>
15. The Verkhovna Rada of Ukraine (2018). *Бюджетний кодекс України [Biudzhetni kodeks Ukrainy]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17>
16. The Verkhovna Rada of Ukraine (2018). *Податковий кодекс України [Podatkovyi kodeks Ukrainy]*. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2755-17>

# “Cognitive modeling of factors of influence on the processes of formation and reproduction of fixed assets of agricultural enterprises”

## AUTHORS

Olena Yatsukh  <http://orcid.org/0000-0002-8007-2009>

## ARTICLE INFO

Olena Yatsukh (2018). Cognitive modeling of factors of influence on the processes of formation and reproduction of fixed assets of agricultural enterprises. *Development Management*, 16(4), 73-87.  
doi:[10.21511/dm.4\(4\).2018.07](https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.07)

## DOI

[http://dx.doi.org/10.21511/dm.4\(4\).2018.07](http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.07)

## RELEASED ON

Monday, 08 April 2019

## RECEIVED ON

Tuesday, 27 November 2018

## ACCEPTED ON

Tuesday, 18 December 2018

## LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## JOURNAL

"Development Management"

## ISSN PRINT

2413-9610

## ISSN ONLINE

2663-2365

## FOUNDER

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**15**



NUMBER OF FIGURES

**8**



NUMBER OF TABLES

**4**

Olena Yatsukh (Ukraine)

# COGNITIVE MODELING OF FACTORS OF INFLUENCE ON THE PROCESSES OF FORMATION AND REPRODUCTION OF FIXED ASSETS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES



S. KUZNETS KHNUUE



Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine  
<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 27th of November, 2018

Accepted on: 18th of December, 2018

© Olena Yatsukh, 2018

Olena Yatsukh, Ph.D, Assistant Professor, Head of Department of Finance, Banking and Insurance, Tavsia State Agrotechnological University, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Abstract

The features of financial support for reproduction of fixed assets of agrarian enterprises are considered in the article. These include quantitative and qualitative differences in the basic assets of agrarian enterprises, seasonal production, long payback period of capital investments, the reproduction in agricultural enterprises of a significant part of fixed assets in kind, unsustainable financial condition of enterprises and lack of collateral for obtaining long-term loans, undervalued value of fixed assets, no accrual of depreciation on land. For the agricultural enterprises of Ukraine, a cognitive model of the situation «Fixed Assets» was developed, which allows us to investigate factors that determine the possibilities of expanding their reproduction in the light of unstable conditions of functioning. On the basis of cognitive modeling, studies of a possible scenario for the transformation of this system in accordance with the purpose of management have been carried out and modeling the dynamics of the levers of directing the management influences depending on the chosen behavior. It is established that the most significant factors influencing changes in the system of fixed assets are: net profit received by enterprises of the agrarian sector of Ukraine, state support of agricultural producers, foreign investments in agriculture and financing of fixed assets on the basis of leasing. Based on a correlation-regression analysis based on the estimation of stable cause-and-effect relationships, establishing quantitative relations between random variables of the investigated process, conditional forecasts of changes in the size of fixed assets of agricultural enterprises are constructed.

## Keywords

cognitive modeling, fixed assets, financial resources, agricultural enterprises, output, taxation, state support, leasing, bank lending.

## JEL Classification

G17, Q14

О.О. Яцух (Україна)

# КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ І ВІДТВОРЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

## Анотація

У статті розглянуті особливості фінансового забезпечення відтворення основних засобів підприємств аграрної галузі. До них віднесені кількісні і якісні відмінності основних засобів аграрних підприємств, сезонність виробництва, тривалий термін окупності капітальних інвестицій, здійснення відтворення в сільськогосподарських підприємствах значної частини основних засобів у натуральній формі, нестійкий фінансовий стан підприємств і брак застави для отримання довгострокових кредитів, зниження вартості основних засобів, відсутність нарахування амортизації на землю. Для сільськогосподарських підприємств України побудована когнітивна модель системи «Основні засоби», яка дає змогу дослідити фактори, що



визначають можливості розширення їх відтворення з урахуванням нестабільних умов функціонування. На базі когнітивного моделювання проведені дослідження можливого сценарію трансформації цієї системи відповідно до мети управління та здійснено моделювання динаміки важелів спрямування керівних впливів в залежності від обраної поведінки. Встановлено, що найбільш значимими факторами, які впливають на зміни в системі «основні засоби» є: чистий прибуток, що отримують підприємства аграрної галузі України, державна підтримка сільськогосподарських товаровиробників, іноземні інвестиції у сільське господарство та фінансування основних засобів на основі лізингу. На основі кореляційно-регресійного аналізу, що заснований на оцінці стійких причинно-наслідкових зв'язків, що встановлюють кількісні співвідношення між випадковими величинами досліджуваного процесу, в роботі побудовані умовні прогнози зміни розміру основних засобів сільськогосподарських підприємств.

## Ключові слова

когнітивне моделювання, основні засоби, фінансові ресурси, сільськогосподарські підприємства, обсяг виробництва продукції, оподаткування, державна підтримка, лізинг, банківське кредитування

## Класифікація JEL

G17, Q14

## ВСТУП

Результативність діяльності будь-якого підприємства зумовлена як наявністю, так і якістю основних засобів, що забезпечують процес її здійснення. Особливо актуальним це питання є для сільськогосподарських підприємств, оскільки останнє десятиліття коефіцієнт зносу основних засобів коливається у межах 36-42%. Останнє, відповідно, зумовлює необхідність пошуку фінансових ресурсів задля їх оновлення. Низький рівень відтворювальних процесів у підприємствах аграрного сектору пов'язаний з порушенням базових основ здійснення амортизаційної, цінової та інвестиційної політики. Відзначимо, що не дивлячись на прибуткову роботу галузі, власних коштів для своєчасного оновлення основних засобів у сільськогосподарських товаровиробників не вистачає, що обумовлено рядом причин, серед яких на перший план висувається специфіка аграрного виробництва, тобто неспівпадіння періоду вкладення коштів і отримання виручки від реалізації продукції, та значний вплив на ці процеси інфляції, навіть у короткостроковому періоді. Важливим фактором при цьому є відсутність паритету цін на продукцію аграрного виробництва і продукцію галузей промисловості. Досить складним на сьогодні є залучення зовнішніх фінансових ресурсів шляхом банківського кредитування. Це пов'язано як із нестійким фінансовим станом багатьох сільськогосподарських підприємств і, як наслідком, низьким рівнем кредитоспроможності, так і завищеними відсотковими ставками. З іншого боку, останні роки розширилися можливості залучення ресурсів за допомогою лізингових операцій.

Щодо інвестицій, то їх вкладення обмежується лише найбільш прибутковими напрямками сільськогосподарського виробництва, внаслідок чого виникає певний дисбаланс: галузі які потребують докорінної модернізації на основі довгострокового вкладення капіталу залишаються без додаткових ресурсів, тоді як продовжується фінансування тих напрямів, які дозволяють інвесторам швидко отримувати прибуток.

В той же час звужуються обсяги державної підтримки, що мала б регулювати процеси оновлення основних засобів аграрної галузі. Такі суперечливі умови функціонування сільськогосподарських підприємств потребують використання сучасних методик, які дозволяють виокремити стратегічні напрями їх подальшого розвитку в цілому, і оновлення основних засобів зокрема. Однією з таких методик є когнітивне моделювання, яке має знизити рівень невизначеності розвитку подій шляхом використання експертних оцінок, сценарного прогнозування розвитку проблемної ситуації та адекватного формування цільових орієнтирів.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Наприкінці минулого століття такі іноземні вчені як Акселрод, Коско, Еден визначили основні методологічні підходи когнітивного моделювання та аналізу при прийнятті стратегічних управлінських рішень при умові невизначеності поведінки основних векторів розвитку системи в подальшому просторовому вимірі. Вперше методику когнітивного моделювання динамічних систем було запропоновано американським

вченим Акселродом (1976) [1]. Еден обґрунтував в своїх наукових працях у 1988 році [3] використання когнітивної карти, як основного інструменту когнітивного моделювання, яка представлена як різновид математичної моделі для узагальнення та формалізації проблеми функціонування складної системи в умовах невизначеності у вигляді множини складових, що відображають її взаємопов'язані змінні системні фактори і дають можливість виявлення причинно-наслідкових відношень (відношень впливу) між ними. Особливу практичну цінність при побудові моделі взаємозв'язків на основі когнітивного моделювання мають нечіткі когнітивні карти Коско (1986), де змінні, що характеризують якісний стан факторів та зв'язки між ними приймають нечіткі значення [6]. Отже, у когнітивній карті представлені напрямки взаємодії ключового об'єкта і об'єктів зовнішнього середовища, встановлюються між ними якісні (причинно-наслідкові) зв'язки в ході їх зміни та умов функціонування всієї системи. Основні елементи когнітивної карти - фактори і причинно-наслідкові зв'язки між ними. Для того, щоб зрозуміти і проаналізувати поведінку складної системи, будують структурну схему причинно-наслідкових зв'язків елементів системи (факторів ситуації). Формально когнітивна карта має вигляд орієнтованого графа, вершинами якого є фактори, а ребрами - зв'язок між ними. Фактори можуть впливати один на інший; такий вплив буває позитивним, коли збільшення (зменшення) одного фактору приводить до збільшення (зменшення) іншого фактору, і негативним, коли збільшення (зменшення) одного фактору приводить до зменшення (збільшення) іншого фактору. Іноді вплив може мати змінний знак залежно від можливих додаткових умов. Позитивні зв'язки між вершинами моделі позначаються суцільними дугами, а негативні - пунктирними лініями [5].

За визначенням Робертса (1978) «знаковий граф (знаковий оргграф) - це граф, в якому ... вершини відповідають членам групи; з вершини  $V_i$  в вершину  $V_j$  проводиться дуга, якщо спостерігається чітко виражене ставлення  $U_{ij}$ ; до  $V_j$ , причому дуга  $vd = (V_i, V_j)$  має знак плюс (+), якщо  $V_i$  «симпатизує»  $V_j$  і знак мінус (-) в іншому випадку» [11].

Шаховалова (2017) на основі аналізу практики відтворення основних засобів аграрних підприємств виділяє такі його особливості, які впливають на фінансове забезпечення:

- кількісні і якісні відмінності основних засобів (в аграрних підприємствах використовуються та входять до складу основних засобів, крім технічних засобів, земельні ділянки, капітальні витрати на поліпшення земель, тварини та багаторічні насадження);
- капітальні інвестиції в аграрних підприємствах мають тривалий термін окупності і супроводжуються значними ризиками, невизначеністю при очікуванні результату;
- відтворення в аграрних підприємствах значної частини основних засобів у натуральній формі (частина виробленої продукції залишається на підприємствах для власних потреб), що зменшує величину отриманого прибутку;
- сезонність виробництва (розриви в надходженні фінансових ресурсів та їх витрачені);
- різниця у виробленому продукті, його призначенні та якостях, пристосованістю до процесу обігу (в сільському господарстві має місце сезонність виробництва і безперервність споживання, що вимагає фінансових ресурсів для забезпечення зберігання продукції);
- брак застави для отримання довгострокових кредитів (більшість оброблюваних земель використовуються аграрними підприємствами на правах оренди, а також в Україні немає ринку землі та не можуть бути заставою, активна частина матеріально-технічних основних засобів має високий рівень зносу);
- заниження вартості основних засобів, що скорочує фінансові ресурси в формі амортизаційних відрахувань на відтворення основних засобів і негативно впливає на процес їх відтворення;
- відсутність нарахування амортизації на землю [13].

Вказані особливості дозволяють стверджувати, що процес фінансування оновлення основних засобів є складною слабоструктурованою системою. Зокрема, під слабоструктурованими Шепаєва (2005) розуміє системи, поведінка яких описується на якісному рівні, а зміна параметрів таких систем може привести до непередбачених змін її структури [14]. Як наслідок маємо неможливість отримання адекватних взаємозв'язків за результатами статистичного спостереження.

Таким чином, багатовекторність в системі фінансового забезпечення аграрної галузі породжує різноплановість політики залучення фінансових ресурсів для оновлення основних засобів, що потребує певної стратегії управління нею і розробки управлінських рішень, які б спиралися на використання когнітивного моделювання. Крім того, на сьогодні не було сформовано перелік факторів, що дозволили б пов'язати поточний стан об'єктів і сценарії реалізації рішень з майбутніми станами системи «основні засоби» для сільськогосподарських підприємств.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є визначення основних факторів впливу на формування основних засобів сільськогосподарських підприємств у сучасних умовах господарювання та на основі використання когнітивного моделювання поведінки зазначеної системи прогнозування сценаріїв.

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При написанні роботи використані діалектичний метод пізнання, аналіз і синтез, методи фінансового та економіко-статистичного аналізу – при дослідженні джерел фінансового забезпечення відтворення основних засобів сільськогосподарських підприємств та формуванні комплексу факторів, що впливають на цей процес. Крім того, використовувались й інші традиційні методи досліджень: індукція, дедукція, абстракція, спостереження, порівняння, аналогія, узагальнення.

Оцінка факторів впливу на процеси формування і відтворення основних засобів сільськогосподарських підприємств здійснювалася на основі когнітивного моделювання.

Когнітивна структуризація досліджуваної системи «основні засоби» базується на узагальненні думок експертів.

При аналізі ситуацій, що спираються на моделі когнітивних карт, вирішуються два типи завдань: статичні і динамічні. *Статичний аналіз* - це аналіз поточної ситуації, що включає дослідження впливів одних факторів на інші, дослідження стійкості ситуації в цілому і пошук структурних змін для отримання стійких структур.

*Динамічний аналіз* - це генерація і аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуації в часі. Математичним апаратом аналізу є теорія знакових графів і нечітких графів.

Під впливом різних збурень значення змінних у вершинах графа можуть змінюватися; сигнал, що надійшов в одну з вершин, поширюється по ланцюжку на інші, посилюючись або затухаючи.

*Імпульсне моделювання* - це моделювання розповсюдження збурень на когнітивних картах, що викликається внесенням збурень-імпульсів у вершину (сукупність вершин) когнітивної карти. Об'єкт моделювання можна розглядати як сукупність взаємодіючих між собою динамічних процесів, що протікають в реальному часі.

*Сценарний аналіз* дозволяє судити про поведінку системи, науково передбачити шляхи її можливого розвитку.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Когнітивне моделювання є одним із нових напрямів сучасної теорії підтримки і прийняття управлінських рішень у різних галузях діяльності.

В основі стандартного когнітивного підходу знаходиться декілька припущень. По-перше, знання представляють як центральну категорію. По-друге, всі когнітивні системи являються символічними: мова – це система символів, які зібрані в моделі. По-третє, когнітивні системи працюють на основі внутрішньої та зовнішньої символізації ситуацій і подій та маніпуляцій з цими символами. По-четверте, теорія пізнання може розглядатися як програма з символічним формалізмом, яка пристосована до конкретного середовища для того, щоб спостерігати окрему поведінку [4].

Когнітивна методологія для дослідження складних систем, що розвивається в даний час, включає методи вирішення послідовності системних задач: ідентифікації об'єкта і навколишнього середовища у вигляді когнітивної моделі (застосування експертних, статистичних та інших методів); аналізу шляхів і циклів когнітивної моделі (методи теорії графів); аналізу спостережливості, керованості, стійкості, чутливості, адаптованості (методи теорії управління); декомпозиції; аналізу різних аспектів складності, аналізу зв'язності (методи теорії графів, топологічний аналіз); прийняття рішень в умовах різного роду невизначеності (методи теорії прийняття рішень), супутньої існування і вивчення складної системи [15].

Мета когнітивного моделювання полягає в генерації і перевірці гіпотез про поведінку обраної системи для дослідження на основі визначення основних факторів впливу на неї та прогнозного спостереженні можливих сценаріїв її розвитку.

Методика когнітивного аналізу складних ситуацій передбачає здійснення ряду дій аналітичного характеру, а також розрахунково-обчислювальних операцій відповідно до заданого алгоритму і містить такі етапи:

1. формулювання завдання і цілі дослідження;
2. системне концептуальне дослідження ситуації;
3. структурування знання щодо предметної області;
4. побудова когнітивної моделі досліджуваної ситуації;
5. структурний аналіз когнітивної моделі;
6. моделювання, засноване на когнітивному підході;
7. предметна інтерпретація результатів моделювання [12].

У процесі управління будь якою економічною системою, яка функціонує в сучасних умовах багатофункціонального впливу її складових на кінцевий результат, виникає цілий ряд питань щодо пріоритетних напрямків розвитку такої системи, визначення впливу її основних складових та принципових векторів побудови взаємозв'язків між ними. Найчастіше всього є усвідомлення, що система працює незадовільно, проте не має чітко с прогнозованих, математично прорахованих наслідків, сценаріїв її функціонального розвитку при прийнятті тих чи інших управлінських рішень.

Когнітивні моделі будуються експертом (групою експертів) у заданій предметній сфері на підставі теоретичної, статистичної та експертної інформації про об'єкт дослідження [8]. Адекватність моделі визначається повнотою комплексу вихідних знань; модель може уточнитися в процесі дослідження та застосування, будучи сама по собі джерелом структурованих знань. Таким чином, когнітивна модель – це узагальнена структура знань, графічне формалізоване представлення зв'язків між концептами (поняттями, факторами, показниками) регіонального розвитку [8]. При цьому мета управління полягає у забезпеченні бажаних змін цільових факторів при виробленні рішень з управління процесами в ситуації [12].

При дослідженні системи були виокремлені основні фактори, що впливають на процес фінансування оновлення основних засобів сільськогосподарських підприємств: обсяги виробництва сільськогосподарської продукції, розмір отриманого сільськогосподарського прибутку, власний капітал та наявність фінансових ресурсів в господарській діяльності, розмір зобов'язання і забезпечення підприємства. також при формуванні когнітивної моделі враховані такі складові впливу, як розмір державної підтримки, податкових зобов'язань, розмір банківського кредитування, лізингових операцій, страхування, експорту та надходжень іноземних інвестицій.

Фактори можуть впливати один на одного, причому такий вплив, може бути позитивним, коли збільшення (зменшення) одного фактору приводить до збільшення (зменшення) іншого чинника, і негативним, коли збільшення (зменшення) одного фактору приводить до зменшення (збільшення) іншого чинника. Причому, вплив може мати і змінний знак в залежності від можливих додаткових умов, істотні і ключові пункти [7].

При визначенні факторів, що впливають на систему «основні засоби» і оцінки причинно-наслідкових зв'язків між ними використовували в роботі опитування групи експертів.

На підставі карти напрямків взаємозв'язків системи основний капітал складена когнітивна карта, де при позитивному зв'язку збільшення значення фактору-причини призводить до збільшення значення фактору-наслідку, а при негативному зв'язку збільшення значення фактору-причини призводить до зменшення значення фактору-слідства [7].

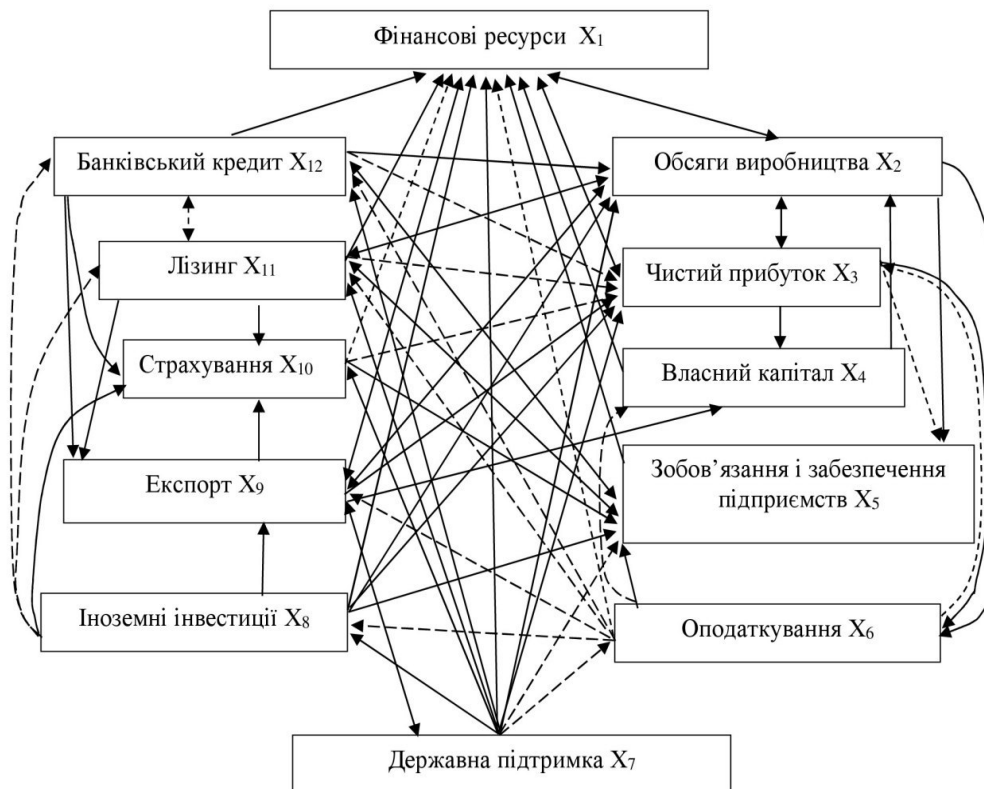
Когнітивна карта і сценарний підхід при аналізі системи «основні засоби» дає можливість визначити вплив зовнішнього і внутрішнього середовища на ефективність формування і використання ресурсів для розширення фінансування основних засобів, дозволяє виявити, які параметри потребують прискореного розвитку і вимагають зміни.

Когнітивна модель системи «основні засоби» надана у вигляді графа:

$$G = (V, E), V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}\}, \quad (1)$$

де  $V$  – безліч вершин графа, відповідних зовнішніх і внутрішніх чинників системи основний капітал,  $E$  – безліч дуг, що відображають факт безпосереднього впливу параметрів один на одного.

Матриці взаємозв'язків параметрів, представлені матрицею суміжності  $R_j$  системи основний капітал:



**Рисунок 1.** Когнітивна карта напрямків взаємозв'язків системи «основні засоби»

Джерело: Складено автором.

$$R_j := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

де  $+1$  – зростання (падіння) фактора  $X_i$ , спричиняє зростання (падіння)  $X_j$ ;  $-1$  – зростання (падіння) фактору  $X_i$ , тягне падіння (зростання)  $X_j$ ;  $0$  – зв'язок між факторами  $X_i$  і  $X_j$  відсутня або слабка.

Для визначення позитивного і негативного впливу факторів на систему «основні засоби» використовувалися матриці прискорення (для всіх стимулюючих) і гальмування (для всіх гальмуючих взаємодій чинників) для всіх стимулюючих та для всіх гальмуючих взаємодій [7].

Найбільш значимими факторами по взаємодії всередині системи «основні засоби» матриці прискорення та матриці гальмування є:  $X_1$  – обсяги фінансових ресурсів,  $X_2$  – обсяги виробництва сільськогосподарської продукції,  $X_3$  – чистого прибутку,  $X_7$  – державної підтримки,  $X_8$  – розмір іноземних інвестицій,  $X_9$  – розмір експортних операцій,  $X_{11}$  – розмір лізингових операцій в аграрному секторі економіки.

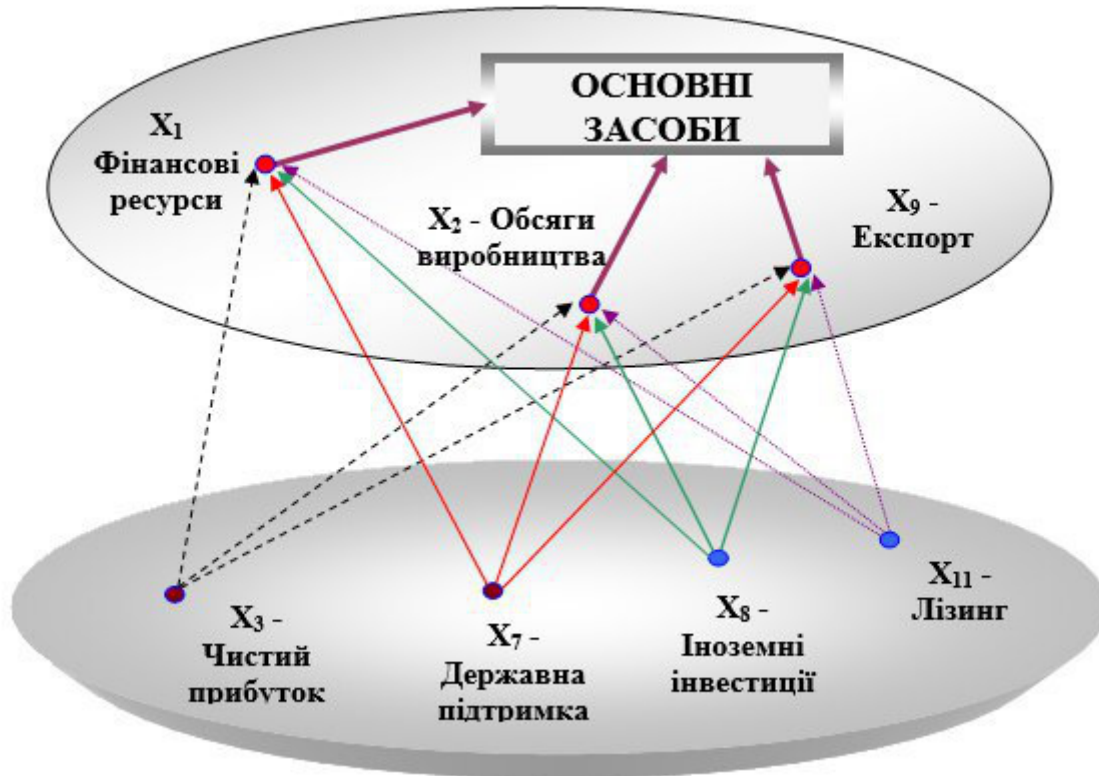
З усіх факторів на підставі результатів аналізу чутливості виділені групи [7]:

8. Цільові фактори – зміна або стабілізація яких є метою управління системою «основні засоби»:  $X_1$  – фінансових ресурсів,  $X_2$  – обсяги виробництва сільськогосподарської продукції,  $X_9$  – обсяги експорту сільськогосподарської продукції.
9. Фактори важелі управління-керуючі фактори, потенційно впливають на систему «основні засоби»:  $X_3$  – чистий прибуток,  $X_7$  – обсяги державної підтримки,  $X_8$  – обсяги іноземних інвестицій,  $X_{11}$  – лізингові операції.
10. Фактори індикатори – відображають і пояснюють розвиток процесу в проблемній ситуації:  $X_4$  – розмір власного капіталу,  $X_5$  – зобов'язання і забезпечення підприємств,  $X_6$  – розмір податкових зобов'язань,  $X_{10}$  – страхування сільськогосподарських підприємств,  $X_{12}$  – банківський кредит.

Фактори які активно впливають на систему можна представити за роллю їх впливу (Рисунок 2).

Для аналізу системи розглянуті такі етапи когнітивного моделювання: побудова когнітивної моделі та імітаційне моделювання поведінки досліджуваної системи «основні засоби» на підставі сценарного дослідження.

Сценарії дозволяють аналізувати і планувати нестандартні ситуації, дозволяють зрозуміти, за яких умов



**Рисунок 2.** Схема впливу основних факторів системи «основні засоби»

може виникнути сприятлива або несприятлива ситуація, допомагає оцінити, як необхідно впливати на процеси, що призводять до прийнятних або неприйнятних для організації наслідків [15].

Величина імпульсу в вершині  $X_i$  в момент  $t$  описується функцією :

$$U_i(t+1) = U_i(t) + \sum_{j=1}^n f(V_j, V_i) p_j(t), \quad (1)$$

де  $p_j(t)$  в залежності від знаку дуги, що з'єднує  $x_i$  і  $x_j$  та дорівнює 1;  $U_i(t+1)$  і  $U_i(t)$  - значення  $i$ -го фактору у момент часу  $t+1$  та  $t$ , відповідно,  $p_j(t)$  - зміна в вершині  $x_j$  в момент часу  $t$  (приріст), чисельне значення вершини дорівнює 1.

$n = 1 \div 12$ ,  $f(V_j, V_i)$  - вага впливу фактору  $x_j$  на  $x_i$ .

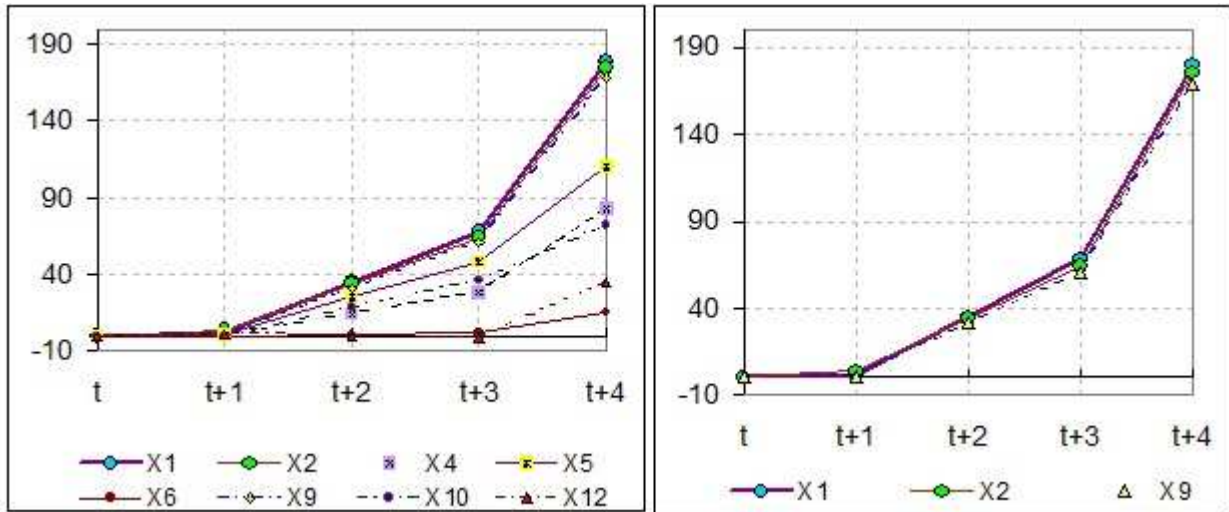
$j \in I$ ,  $I_i$  - кількість факторів, що безпосередньо впливають на фактор  $x_i$ .

Отримаємо результати моделювання імпульсного процесу відповідного сценарію внесення збурень на отримані важелі.

Сценарний аналіз націлений на розширення фінансування основних засобів при завданні імпульсів в активні вершини когнітивної схеми і визначення змін значень вершин на тактах моделювання.

Під активними вершинами розуміють фактори - потенційні важелі впливу на систему: чистий прибуток -  $X_3$ , державна підтримка -  $X_7$ , іноземні інвестиції -  $X_8$ , лізинг -  $X_{11}$ .

При активному впливі фактору  $X_3$  - чистий прибуток (Рисунок 3), відбувається збільшення значень факторами після першого такту в кілька разів, виняток становить фактор  $X_{12}$  - банківський кредит та  $X_{10}$  - страхування і їх зростання відбувається лише після третього такту, після чого вони незначно



**Рисунок 3.** Графік внесення збурень  $q = +1$  в вершину  $X_3$  (чистий прибуток)

збільшуються.

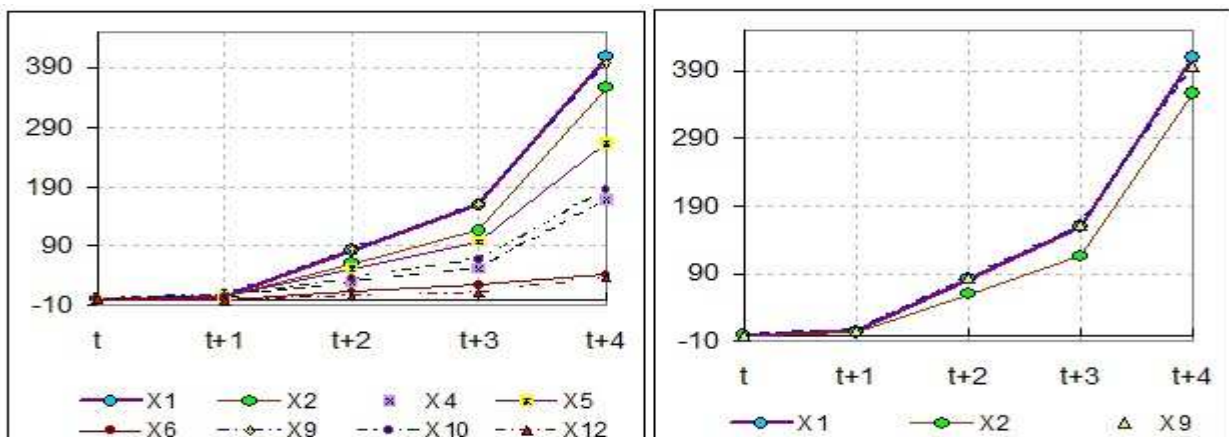
Для цільових факторів позитивне збурення  $q_0 = +1$  в вершину  $X_1$  (чистий прибуток) фактори: фінансові ресурси  $X_1$ , обсяги виробництва  $X_2$ , експорт  $X_9$ , збільшують свої значення після першого такту в 10 разів. Можна припустити, що вплив фактору чистий прибуток у поєднанні з іншими факторами позитивно впливає на систему «основні засоби».

При позитивному збуренні  $q_0 = +1$  в вершину  $X_7$  (державна підтримка) всі фактори збільшують свої значення після першого такту (Рисунок 4). На відміну від попереднього сценарію результати по кожному фактору вище в 2 рази. Це один з найважливіших факторів системи основний капітал.

Для цільових факторів більш наочно проглядаються зміни в системі для всіх факторів збільшуються показники після першого такту в 10 разів.

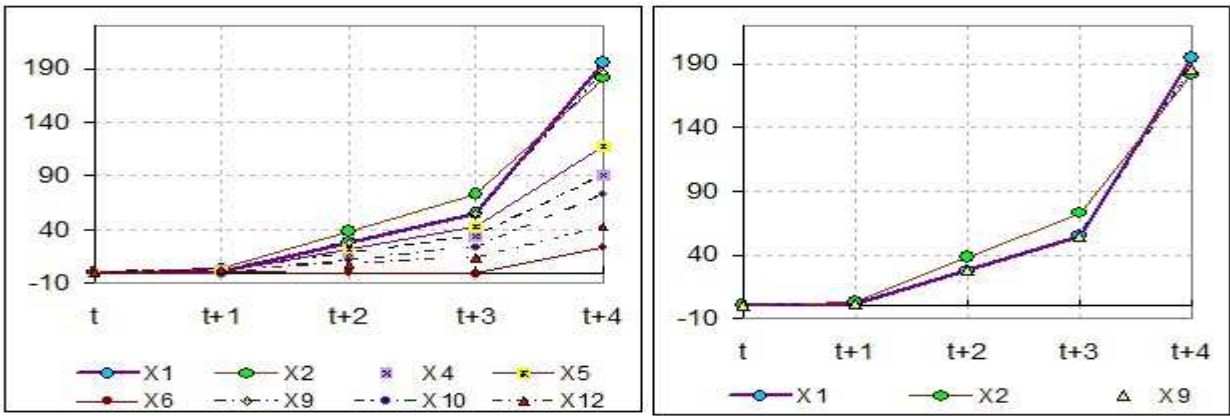
При позитивному збуренні  $q_0 = +1$  в вершину  $X_8$  (іноземні інвестиції) всі фактори збільшують свої значення після 3 такту, показники менше ніж в першому сценарії (Рисунок 5).

Для цільових факторів зміни в системі при збуренні  $q_0 = +1$  в вершину  $X_8$  (Іноземні інвестиції) – збільшення

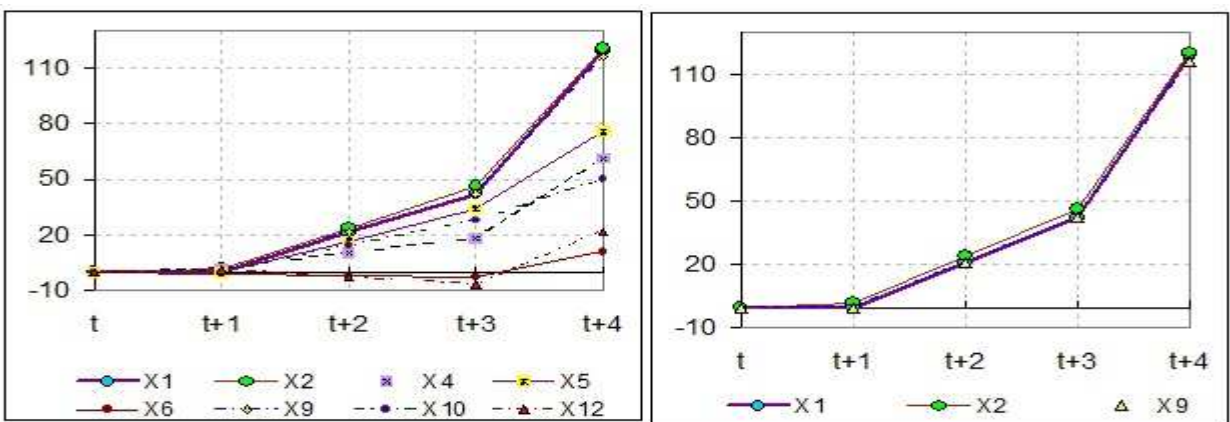


**Рисунок 4.** Графік внесення збурень  $q = +1$  у вершини  $X_7$  (державна підтримка)





**Рисунок 5.** Графік внесення збурень  $q = +1$  у вершини  $X_8$  (іноземні інвестиції)



**Рисунок 6.** Графік внесення збурень  $q = +1$  у вершину  $X_{11}$  (лізингові операції)

показників після першого такту.

При позитивному збуренні  $q_0 = +1$  в вершину лізинг  $X_{11}$  всі фактори (Рисунок 6) значно збільшують свої значення після третього такту крім факторів банківський кредит  $X_{12}$  та страхування  $X_{10}$ , які не використовуються в системі до 3 такту, після чого трохи збільшуються.

При збуренні  $q_0 = +1$  в вершину лізинг  $X_{11}$  всі цільові фактори збільшують свої значення при першому такті моделювання, однак ці значення в 2 рази менше, ніж в першому сценарії. Фактор чинить менший вплив на систему, ніж попередні чинники. Показники відрізняються істотно від інших сценаріїв.

Таким чином можна зробити висновок, що з розглянутих факторів найбільш активні важелі які найістотніше впливають на цільові фактори є розмір державної підтримки  $X_7$ , іноземних інвестицій  $X_8$ , та чистого прибутку  $X_3$ .

З метою обмеження можливих планів експерименту був розглянутий наступний план експерименту, який відображає можливі дії на чинники досліджуваної системи основний капітал.

З розглянутих сценаріїв, відзначені наступні, у яких вплив групи факторів суттєво змінює показники по інших факторах системи «основні засоби».

Відобразимо на графіках результати сценарію, де вісь абсцис – це такти моделювання, вісь ординат – це значення факторів в умовних одиницях [15].

**Таблиця 1.** Підсумки сценарного моделювання системи «основні засоби»

<p>Scenario 1 graph showing indicators X1 (blue circles), X2 (green circles), and X9 (blue triangles) over time t to t+4. The y-axis ranges from -10 to 690. All indicators show a significant upward trend, with a particularly steep increase between t+3 and t+4.</p>	<p>Сценарій 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• чистий прибуток збільшується</li> <li>• державна підтримка збільшується</li> <li>• розширюються обсяги лізингових операцій</li> </ul> <p>Висновок: всі показники за всіма чинниками істотно зростають в 2-3 рази після кожного такту. При комплексній дії на систему зазначених чинників спостерігається збільшення показників по кожному фактору. Можна відзначити, що при поєднанні зазначених чинників цільові фактори системи істотно збільшать свої показники.</p>
<p>Scenario 8 graph showing indicators X1 (blue circles), X2 (green circles), and X9 (blue triangles) over time t to t+4. The y-axis ranges from -10 to 690. All indicators show an upward trend, with X9 showing a notable increase between t+3 and t+4.</p>	<p>Сценарій 8.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• чистий прибуток збільшується</li> <li>• державна підтримка збільшується</li> <li>• іноземні інвестиції збільшуються</li> <li>• обсяги лізингових операцій зменшуються</li> </ul> <p>Висновок: Всі показники за всіма чинниками зростають з першого такту. Можна відзначити, що фактор «іноземні інвестиції» не впливає на систему досить суттєво. Якщо проаналізувати попередній сценарій, то додався ще один показник, а графік практично не змінився. Отже, іноземні інвестиції істотно не впливають на систему</p>
<p>Scenario 13 graph showing indicators X1 (blue circles), X2 (green circles), and X9 (blue triangles) over time t to t+4. The y-axis ranges from -10 to 790. All indicators show an upward trend, with X1 and X9 showing a sharp increase between t+3 and t+4.</p>	<p>Сценарій 13.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• державна підтримка збільшується</li> <li>• іноземні інвестиції збільшуються</li> <li>• розширюються обсяги лізингу</li> </ul> <p>Висновок: Всі показники за всіма чинниками збільшуватися з 1 такту. Якщо проаналізувати попередній сценарій, то можна відзначити, що при погіршенні показників по лізингу можна компенсувати залученням іноземних інвестицій. Можна відзначити, що при поєднанні зазначених чинників цільові фактори системи істотно збільшать свої показники.</p>

На підставі розглянутих сценаріїв можна відзначити, що істотно на систему впливає фактор - державна підтримка, іноземні інвестиції, лізинг, чистий прибуток.

Розглянуті сценарії дозволяють зробити висновок, що основними факторами, які впливають на зміни в системі «основні засоби» є: чистий прибуток  $X_3$ , державна підтримка  $X_7$ , іноземні інвестиції  $X_8$ , лізинг  $X_{11}$ .

Погіршення показників одного з них призводить до негативних наслідків в системі і, навпаки, поліпшення – суттєво збільшує показники для цільових факторів системи.

Для прогнозу цільових факторів системи необхідно скласти рівняння регресії. Під час побудови кореляційно-регресійної моделі (рівняння регресії) виникає питання про тип функції, яка найкраще відображає взаємозв'язок між результативною ознакою та ознаками-факторами, тобто вибір форми зв'язку. Зв'язок між результативною ознакою «основні засоби» і цільовими факторами відображається багатофакторною моделлю (множинна кореляція).

Мета кореляційного аналізу – визначення зв'язку між випадковими змінними і оцінювання його інтенсивності та напрямку. Кореляційно-регресійний аналіз застосовують для побудови умовних прогнозів, заснованих на оцінці стійких причинно-наслідкових зв'язків, спрямованих на дослідження форм зв'язку, що встановлюють кількісні співвідношення між випадковими величинами досліджуваного процесу.

Процес розрахунків із використання методу кореляційно-регресійного аналізу за даними 2008 – 2017 рр. наведено в Таблиці 2.

**Таблиця 2.** Показники основних мотивуючих факторів (важелів) системи «основні засоби»

Роки	Основні засоби, млн грн (залишкова вартість)	Фінансові ресурси, млн грн	Обсяги виробництва млн грн (у цінах 2010 р.)	Чистий прибуток, млн грн	Державна підтримка, млн грн	Іноземні інвестиції, млн доларів США на 1 січня	Експорт с/г продукції, млн доларів США	Лізинг у с/г, млн грн
	Y	X1	X2	X3	X7	X8	X9	X11
2008	47,338.2	130,677	101,451	5,744.3	18,629.2	557,3	10,837.6	2,300
2009	52,511.6	149,536	96,273.6	7,576.4	18,758.2	813,3	9,514.87	3,200
2010	59,424.6	172,365	94,089	17,253.6	21,323.9	680,4	9,935.98	4,000
2011	71,707.7	228,308	121,054	25,267	25,402.5	730,7	12,804.1	4,800
2012	75,403.3	276,652	113,082	26,728.4	27,862.2	736,3	17,905.6	7,900
2013	83,950	313,097	136,591	14,925.7	26,783.5	728,8	17,038.8	9,400
2014	87,659.2	390,607	139,058	21,413.4	24,985.7	776,9	16,669	11,200
2015	106,333	685,845	131,919	101,912	42,831.2	617	14,563.1	6,600
2016	146,364	1,537,319	145,119	89,816.3	9,420.6	502,2	15,281.8	5,600
2017	184,138	911,614	140,535	78,457.7	5,294.4	586,2	17,756.9	5,500

Аналіз кореляційної матриці, наведеної у Таблиці 3, свідчить, що фактори мають сильний зв'язок з результативною ознакою.

**Таблиця 3.** Кореляційна матриця факторів системи «основні засоби»

	Y	X1	X2	X9
Y – основні засоби	1	0.848	0.776	0.628
X <sub>1</sub> - фінансові ресурси	0.848	1	0.721*	0.433
X <sub>2</sub> - обсяги виробництва	0.776	0.721	1	0.797
X <sub>9</sub> - експорт	0.628	0.433	0.797	1

При порівнянні приватних коефіцієнтів кореляції з парними видно, що спостерігається сильний зв'язок з результатом (основні засоби) та іншими факторами. Кореляційний аналіз є підтвердженням сценарного аналізу, де в якості основних факторів виступають: фінансові ресурси - X<sub>1</sub>, обсяги виробництва - X<sub>2</sub>, експорт - X<sub>9</sub>,

Рівняння множинної лінійної регресії рівня основних засобів (Y), має вигляд:

$$Y = -8,697,277 + 0.067x_1 + 0.102x_2 + 3,918x_9 \quad (2)$$

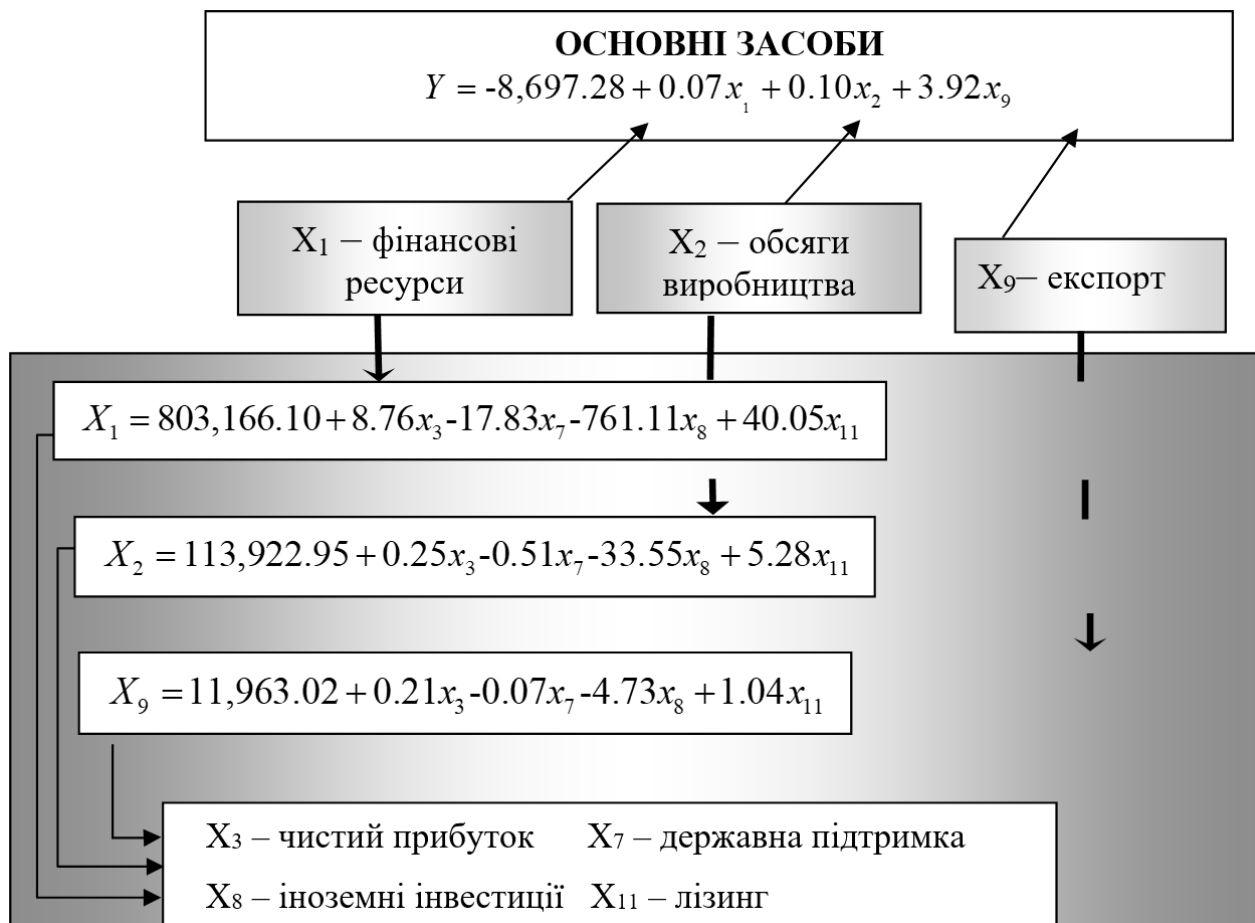
Отримане рівняння регресії дозволяє здійснити достовірний прогноз для 83% даних ( $R^2 = 0.83$ ). Модель адекватна досліджуваним даним на підставі критерію Фішера.

Розглянемо рівняння регресії для цільових факторів при впливі важелів у Таблиці 4.

**Таблиця 4.** Лінійні залежності для прогнозу факторів системи «основні засоби»

Фактор	Регресія	R2
X1 – фінансові ресурси	$Y = 803,166.100 + 8.762x_3 - 17.834x_7 - 761.105x_8 + 40.051x_{11}$	0.91
X2 – обсяги виробництва	$Y = 113,922.947 + 0.251x_3 - 0.505x_7 - 33.546x_8 + 5.284x_{11}$	0.83
X9 – експорт	$Y = 11,963.015 + 0.21x_3 - 0.073x_7 - 4.727x_8 + 1.035x_{11}$	0.79

Таким чином для даної системи «основні засоби» прогноз побудований на апроксимації функціями в 2 етапи. Перший етап прогнозування визначення рівнянь регресії для цільових факторів, де в якості змінних використовуються фактори - важелі, другий етап - прогнозування визначення рівнянь регресії для основних засобів, де в якості змінних використовуються цільові фактори (Рисунок 7).



**Рисунок 7.** Залежності для прогнозу факторів системи «основні засоби»

При фіксованих значеннях факторів отримані поверхні (Рисунок 8) які дозволяють прогнозувати розмір основних засобів при впливі цільових факторів.

Рівняння нелінійної моделі від цільових факторів має вигляд:

$$1. \quad Z = -219,180 - 1.175x_1 + 6.843x_2 - 0.000004x_2^2,$$

де  $X_1$  – фінансові ресурси,  $X_2$  – обсяги виробництва.

$$2. \quad Z = 34,496.36 - 0.281x_1 + 6.0845x_9 - 0.0000006x_1^2 + 0.00003x_1x_9 - 0.0004x_9^2,$$

де  $X_1$  – фінансові ресурси,  $X_9$  – експорт – рівняння поверхні.

$$3. \quad Z = 564,600 - 1.932x_2 - 79.16x_9 + 0.00005x_2^2 - 0.0004x_2x_9 + 0.0043x_9^2,$$

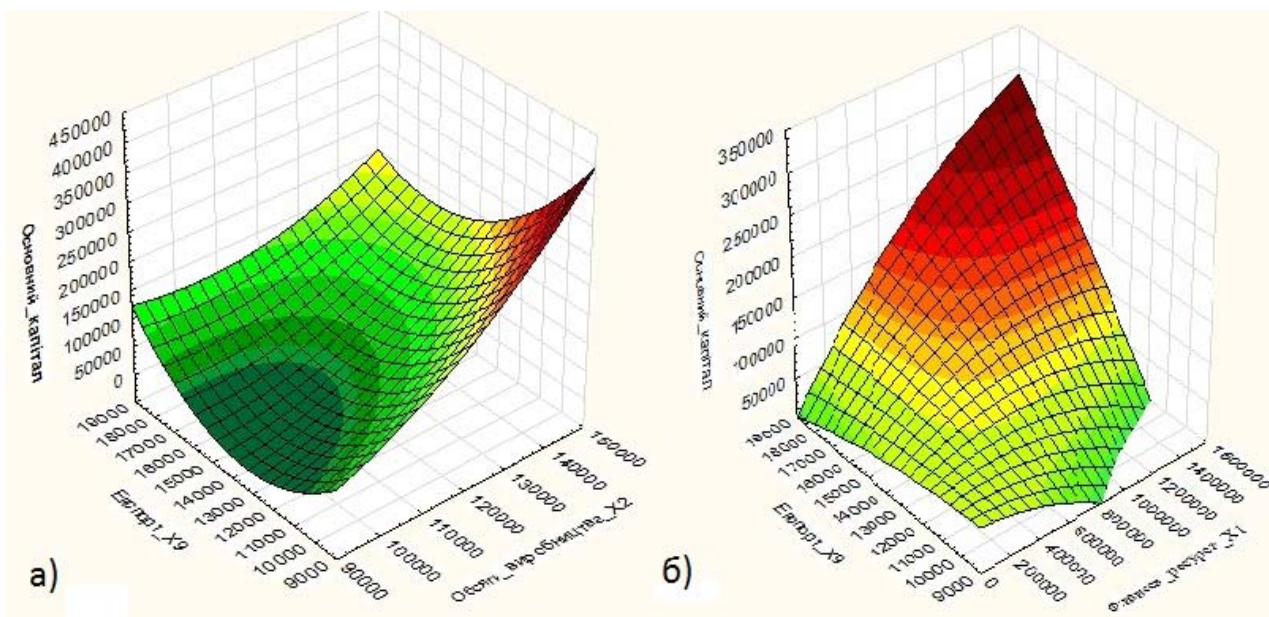
де  $X_2$  – обсяги виробництва,  $X_9$  – експорт – рівняння поверхні (Рисунок 8).

На підставі даних (Рисунок 8. а)) можна стверджувати, що основні засоби досягають найбільшого значення при максимальному експорті 9,000-13,000 млн доларів США, при обсягах виробництва більше 130,000 млн грн, що складе 6.92-10% від обсягу виробництва сільськогосподарської продукції.

Також можна стверджувати (Рисунок 9. б)), що найбільше значення основних засобів досягається при сумі фінансових ресурсів більше 800,000 млн грн, при експорті в межах 15,000-19,000 млн доларів США, що складе 9.38-11.88% від суми фінансових ресурсах.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, в статті на основі когнітивного моделювання виявлено фактори, що впливають на процес відтворення основних засобів у сільськогосподарських підприємствах України з урахуванням нестійких умов зовнішнього середовища. При цьому здійснено імітаційне моделювання поведінки досліджуваної



**Рисунок 8.** Поверхні моделей основних засобів для факторів: а)  $X_2, X_9$  ( $X_2$  – обсяги виробництва,  $X_9$  – експорт); б)  $X_1, X_9$  ( $X_1$  – фінансові ресурси,  $X_9$  – експорт)

системи «основні засоби» на підставі сценарного дослідження. Розглянуті сценарії дозволяють зробити висновок, що основними факторами, які впливають на зміни в системі основні засоби є: розмір прибутку, що отримують підприємства аграрної галузі, державна підтримка сільськогосподарських товаровиробників, іноземні інвестиції у сільське господарство та фінансування основних засобів на основі лізингу. Саме на цих факторах повинна бути сконцентрована увага в процесі стратегічного управління фінансуванням відтворення основних засобів сільськогосподарських підприємств.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Axelrod, R. (1976). *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton: University Press.
2. Borisov, V. V., Vyckov, I. A., Demytyev, A. V., Solovyev, A. P., & Fedulov A. S. (2002). *Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем [Kompyuternaya podderzhka slozhnykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistem]* (154 p.). Moskva: Goryachaya liniya - Telekom.
3. Eden, C. (1988). Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research*, 36, 1-13. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(88\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(88)90002-1)
4. Filippova, N. M. (2011). Когнітивне моделювання як окрема дисципліна [Kohnityvne modeliuvannia yak okrema dystsyplina]. *Humanitarnyi visnyk NUK*, 4, 53-55. Retrieved from <http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/handle/123456789/1593>
5. Kadiievskiy, V. A., & Perkhun, L. P. (2016). Когнітивне моделювання прийняття управлінських рішень на підприємстві [Kohnityvne modeliuvannia pryiniattia upravlinskykh rishen na pidpriemstvi]. *Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit*, 3, 48-56. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvhastat\\_2016\\_3\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvhastat_2016_3_8)
6. Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive Maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(1), 65-75. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(86\)80040-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(86)80040-2)
7. Kulynych, A. A. (2010). Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы [Kompyuternyye sistemy modelirovaniya kognitivnykh kart: podkhody i metody]. *Problemy upravleniya*, 3, 2-16. Retrieved from [http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=pu&paperid=27&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=pu&paperid=27&option_lang=rus)
8. Maksimov, V. I., Kornoushenko, Ye. K., Kachayev, S. V. (1998). Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений [Kohnityvnye tekhnolohyy dlia podderzhky pryiniattia upravlencheskykh resheniy]. *Tekhnologii informatsionnogo obshchestva 98 – Rossiya*. Retrieved from [www.iis.ru/events/19981130/maximov.ru.html](http://www.iis.ru/events/19981130/maximov.ru.html)
9. Nazarova, O. P., & Herhets, A. Y. (2011). Когнитивный подход к формированию системы рычагов регионального развития [Kognitivnyy podkhod k formirovaniyu sistemy rychagov regional'nogo razvitiya]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 1(2), 118-122. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nv-lnu\\_2011\\_13\\_1%282%29\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nv-lnu_2011_13_1%282%29_22)
10. Pashkova, H. (2016). Когнітивне моделювання регіонального розвитку у державному управлінні [Kohnityvne modeliuvannia rehionalnoho rozvytku u derzhavnomu upravlinni]. *Efektivnist derzhavnoho upravlinnia*, 1-2(1), 218-228. Retrieved from: [http://www.lvivacademy.com/vidavnistvo\\_1/edu\\_46/fail/ch1/27.pdf](http://www.lvivacademy.com/vidavnistvo_1/edu_46/fail/ch1/27.pdf)
11. Roberts, F. (1978). *Graph Theory and its Applications to Problems of Society* (122 p.). Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
12. Savchuk, O. P. (2014). Використання когнітивного моделювання для дослідження демографічної системи [Vykorystannia kohnityvnoho modeliuvannia dlia doslidzhennia demohrafichnoi systemy]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriya Ekonomika*, 5(4), 240-244. Retrieved from: [http://www.ej.kherson.ua/journal/economic\\_05/273.pdf](http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_05/273.pdf)
13. Shakhvalova, Y. O. (2017). *Фінансове забезпечення відтворення основних засобів аграрних підприємств [Finansove zabezpechennia vidtvorennia osnovnykh zasobiv ahrarnykh pidpriemstv]* (Ph.D. Thesis) (183 p.). Kyiv: Kyivskiy Natsionalnyi Ekonomichnyi Universytet imeni Vadyma Hetmana. Retrieved from [https://kneu.edu.ua/userfiles/d-26.006.04/2017/Shahvalova\\_dis.pdf](https://kneu.edu.ua/userfiles/d-26.006.04/2017/Shahvalova_dis.pdf)
14. Shemaieva, L. G. (2005). Методика організації проведення колективної багатоваріантної експертизи ринкових ситуацій в ході планування сценаріїв управління взаємодією підприємства із зовнішнім середовищем [Metodyka orhanizatsii provedennia kolektivnoi bahatovariantnoi ekspertyzy rynkovykh sytuatsii v khodi planuvannia stsenariiv upravlinnia vzaiedodieiu pidpriemstva iz zovnishnim seredovyshchem]. *Komunalne hospodarstvo mist*, 62, 270-278. Retrieved from <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/2375/2360>
15. Zynovev, Y. F. (2008). *Формирование и реализация кадрового экономического потенциала в аграрной сфере [Formyrovanye u realizatsiya kadrovogo ekonomicheskogo potentsyala v ahrarnoi sfere]* (407 p.). Simferopol: Feniks.

# “Determining factors to ensure the effective formation of the information process in the industrial enterprise management”

## AUTHORS

Tetyana Lepeyko  <http://orcid.org/0000-0001-8667-509X>  
Alina Shcherbak  <http://orcid.org/0000-0002-2234-6649>

## ARTICLE INFO

Tetyana Lepeyko and Alina Shcherbak (2018). Determining factors to ensure the effective formation of the information process in the industrial enterprise management. *Development Management*, 16(4), 88-97.  
doi:[10.21511/dm.4\(4\).2018.08](https://doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.08)

## DOI

[http://dx.doi.org/10.21511/dm.4\(4\).2018.08](http://dx.doi.org/10.21511/dm.4(4).2018.08)

## RELEASED ON

Friday, 12 April 2019

## RECEIVED ON

Tuesday, 11 December 2018

## ACCEPTED ON

Wednesday, 19 December 2018

## LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## JOURNAL

"Development Management"

## ISSN PRINT

2413-9610

## ISSN ONLINE

2663-2365

## FOUNDER

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics



NUMBER OF REFERENCES

**23**



NUMBER OF FIGURES

**0**



NUMBER OF TABLES

**2**

Tetyana Lepeyko (Ukraine), Alina Shcherbak (Ukraine)

# DETERMINING FACTORS TO ENSURE THE EFFECTIVE FORMATION OF THE INFORMATION PROCESS IN THE INDUSTRIAL ENTERPRISE MANAGEMENT

## Abstract

The article presents comprehensive approach to ensuring the effective formation of the information process of industrial enterprise management. It is proposed to use scenario planning technology, which will allow considering the activity of an enterprise and its information processes in the context of several development scenarios. The paper substantiates the theoretical and methodological provisions for determining the factors ensuring the effectiveness of the formation of the information process of managing an industrial enterprise.

The factors determining the effectiveness of the formation of the information process of managing an industrial enterprise are determined on the basis of the principal component method, which allows to determine the most informative indicators for further analysis and formation of the information array of the management process. It has been proved that regardless of the scenario of the development of an enterprise, the list of factors ensuring the effectiveness of the formation of information processes for managing an industrial enterprise (using the engineering industry as an example) remains unchanged, but depending on the development scenario, the priorities of the company's management change.

## Keywords

management information process, information support, industrial enterprise management, factor analysis, scenario approach

## JEL Classification

H00, I25, P49



S. KUZNETS KHNUe



## Founder:

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine

<http://www.hneu.edu.ua/>

Received on: 11th of December, 2018

Accepted on: 19th of December, 2018

© Tetyana Lepeyko, Alina Shcherbak, 2018

Tetyana Lepeyko, Dr, Professor, Head of Department of Management and Business, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Alina Shcherbak, Lecturer of Department of Management and Business, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.



This is an Open Access article, distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Т.І. Лепейко (Україна), А.М. Щербак (Україна)

# ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

## Анотація

У статті наведено комплексний підхід до забезпечення ефективного формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством. Запропоновано використовувати технологію сценарного планування, яке дозволяє розглядати діяльність підприємства та його інформаційні процеси у розрізі декількох сценаріїв розвитку. У роботі обґрунтовано теоретичні та методичні положення щодо визначення факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством. Проведено визначення факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством, яке здійснено на основі методу головних компонент, що дозволяє визначити найбільш інформативні показники для подальшого аналізу та формування інформаційного масиву процесу управління. Визначено, що незалежно від сценарію розвитку діяльності підприємства перелік факторів забезпечення ефективності формування інформаційних процесів управління промисловим підприємством (на прикладі



підприємств машинобудівної галузі) залишається незмінним, але в залежності від сценарію розвитку змінюються пріоритети менеджменту підприємства.

**Ключові слова**

інформаційний процес управління, інформаційне забезпечення, управління промисловим підприємством, факторний аналіз, сценарний підхід

**Класифікація JEL**

H00, I25, P49

## ВСТУП

При організації управління промисловим підприємством на підставі формування інформаційного процесу необхідно враховувати властивості інформації, якими в управлінні вважають її здатність бути засобом відображення процесів, подій, явищ, а також багаторазовість її використання. Роль та значення інформації варіюється залежно від етапів управлінського процесу. В одних випадках важливими є її обсяг, структура, доступність джерел отримання; в інших – її рух чи можливості і строки акумулювання та обробки. Важливими також є обсяг інформації, її наукова і технічна новизна, повнота, при оцінці ситуації – структура подання, яка визначає можливість системного підходу до оцінки, можливість обробки зібраної інформації при виробленні управлінських рішень, її своєчасність та вичерпаність. Достовірна та вичерпна інформація є основою не лише для оперативного й тактичного, а й для стратегічного планування діяльності підприємства.

Задля забезпечення ефективного функціонування у довгостроковому періоді, підприємству необхідні цілеспрямовані кількісні та якісні зміни, що призведуть до структурних перетворень. Задля здатності підприємства реагувати на мінливі умови зовнішнього середовища та забезпечення ефективності його діяльності у несприятливих умовах необхідно постійно аналізувати фактори впливу інформаційного середовища на функціонування промислового підприємства.

## 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Питання впливу інформації та інформаційних процесів на діяльність підприємств докладно розглядаються у роботах, Стюарта [19], Сакайя [15], Винарика [23], Лепейко [6], Салиги [16], Пушкаря [14], Фатюхи [16]. Шляхи підвищення ефективності систем управління на основі вдосконалення інформаційного забезпечення визначали у своїх роботах такі вітчизняні автори, як Бобруль [1], Винарик [23], Мільнер [9], Морозова [10], Лепейко [6], Салига [16], Пушкар [14], Стасюк [18], Темникова [21], Фатюха [16]. Проте, слід зазначити, що в економічній літературі не отримали достатнього висвітлення питання, що стосуються оцінювання інформаційних процесів з метою їх ефективного використання для забезпечення якісного управління підприємством.

Різні аспекти функціонування діяльності підприємства розглядаються в роботах таких авторів як: Кастельс [4], Уткин [22], Петренко [12], Мельнік [8], Мільнер [9], Бобруль [1], Чернявская [2].

Разом із тим проведений аналіз існуючих наукових досліджень відносно факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством показав, що недостатньо дослідженими залишаються питання визначення пріоритетних факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством.

## 2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Для забезпечення ефективного формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством, перш за все, необхідно визначити пріоритетні напрями менеджменту. З цією метою пропонується використовувати факторний аналіз, спрямований на виявлення факторів, які є визначальними для кожного із сценаріїв розвитку діяльності підприємства (песимістичного,

оптимального чи нейтрального). Визначення таких факторів дозволить сконцентруватися на удосконаленні першочергових проблемних сфер діяльності підприємства та визначити оптимальні значення показників інформаційного забезпечення, дотримання яких сприятиме підвищенню ефективності управління підприємством в цілому.

З огляду на основні недоліки існуючих інтегральних методів оцінки ефективності формування інформаційного процесу управління підприємством, а саме: використання методу експертних оцінок та визначення недостатньої кількості факторів, використання важкодоступних даних [7], в межах дослідження визначено наступні вимоги до методу визначення пріоритетів управління підприємством на основі формування інформаційного процесу управління:

- нівелювання суб'єктивної оцінки при розрахунку підсумкового показника або будь-якого компонента;
- врахування якомога більшої кількості факторів, що впливають на сценарії розвитку діяльності підприємства;
- використання статистичних даних, за якими визначаються фактори забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством, які відображаються в бухгалтерській та фінансовій звітності;
- математична обґрунтованість підходу.

Враховуючи вищевикладене, метою статті є виявлення пріоритетних факторів ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством за сценаріями економічного розвитку його діяльності.

### 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети використано метод факторного аналізу, який передбачає виявлення незначної кількості гіпотетичних величин, що відповідають значно більшій кількості вихідних або експериментальних факторів. Фактори мають бути, за можливістю, простими і досить точно описувати і пояснювати спостережувані величини. Перевагами використання факторного аналізу є можливість зведення великого числового масиву до кількох незалежних і простих факторів, що в умовах дослідження інформаційних процесів управління на підприємстві служить інструментом асекурації надійності, сталості та достовірності інформаційного потоку.

Методологія факторного аналізу ґрунтується на використанні сукупності методів, що на основі реально існуючих зв'язків дозволяють виявити узагальнюючі характеристики організаційної структури і механізм розвитку досліджуваних явищ і процесів [2]. Набір методів факторного аналізу в сучасній науковій літературі нараховує десятки різних підходів і методів оброблення інформаційного масиву [5]. Практично у всіх методах факторного аналізу дисперсія елементарних ознак пояснюється не в повному обсязі, визнається, що частина дисперсії залишається нерозпізнаною як характерність [5].

Фактори виділяються послідовно: перший пояснює найбільшу частку варіації елементарних ознак, другий – меншу, наступну після першого фактору частину дисперсії й т. д. Процес виділення факторів може бути перерваний на будь-якому кроці, якщо прийнято рішення про достатність частки поясненої дисперсії елементарних ознак. Головна перевага цих методів полягає у тому, що вони дозволяють значно спростити отримання достовірного результату [5].

Для визначення факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством, використано метод головних компонент, який на відміну від простих методів факторного аналізу, він дозволяє виявити достатню та вичерпну кількість характерних факторів досліджуваного явища. Перевагою використання методу головних компонент, у порівнянні з груповим методом, є те, що він не вимагає попереднього добору груп елементарних ознак, а це дозволяє спростити аналіз [5]. Метод головних компонент відрізняється від методу головних факторів значно простішою

логічної конструкцією, і, водночас, на його прикладі стають зрозумілими загальна ідея і цільові установки численних методів факторного аналізу.

Метод головних компонент (principal component analysis, PCA) – один з найпоширеніших методів факторного аналізу. Його сутність полягає в тому, що при проведенні дослідження необхідно найповніше проаналізувати різні показники, які характеризують стан підприємства та формують інформаційний масив процесу управління, приводячи їх до меншого числа деяких факторів.

Метод головних компонент визначає  $k$  компонент-факторів, що пояснюють усю дисперсію й кореляцію вихідних  $k$  випадкових величин; при цьому формуються згідно спадання частки, що пояснюється ними, сумарної дисперсії вихідних величин, що дозволяє обмежитися декількома першими компонентами. Перший головний компонент  $F_1$  визначає такий напрям у просторі вихідних ознак, по якому сукупність об'єктів (точок) має найбільшу дисперсію. Другий головний компонент  $F_2$  будується з таким розрахунком, щоб його напрям був ортогональним до напрямку  $F_1$  та пояснював більшу частину залишкової дисперсії й т.д. до  $k$ -го головного компонента  $F_k$ . Таке перетворення дозволяє звзити інформаційний масив шляхом відкидання координат, які відповідають до напрямів з мінімальною дисперсією. Таким чином, використання методу головних компонент дозволяє побудувати такий інтегральний метод оцінки сценарію управління промисловим підприємством, який буде звільнений від суб'єктивної оцінки та спиратиметься на значну кількість факторів.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ

Процес прийняття раціонального управлінського рішення або обґрунтування його вибору з безлічі альтернативних варіантів з метою обрання найвигіднішого напрямку розвитку господарської діяльності підприємства потребує своєчасної та найповнішої інформації. Інформаційний процес управління включає в себе безперервний цілеспрямований вибір відповідних інформативних показників для прийняття доцільних управлінських рішень за всіма аспектами економічної діяльності суб'єкта господарювання. Показники, що формуються із внутрішніх джерел інформації підприємства за даними управлінського і фінансового обліку, складають основу інформаційного процесу управління господарською діяльністю промислового підприємства. Для зручності використання їх доцільно об'єднати за предметною областю у показники трудової, виробничої та фінансової сфери [17].

Для аналізу вихідних показників факторного аналізу були використанні показники, дані яких містяться у стандартних формах бухгалтерської та статистичної звітності підприємств, є офіційною, достовірною та доступною для використання інформацією. Основними з показників трудової сфери є: розмір середньої заробітної плати ( $T_1$ ); розмір середньої заробітної плати штатних робітників ( $T_2$ ); продуктивність праці ( $T_3$ ); фонд робочого часу, за який нарахована заробітна плата штатним працівникам ( $T_4$ ); коефіцієнт плинності кадрів ( $T_5$ ); кількість прогулів ( $T_6$ ); чисельність виробничого персоналу ( $T_7$ ); загальна чисельність працівників ( $T_8$ ).

Серед показників виробничої сфери виділено такі: фондвіддача ( $B_1$ ); фондомісткість ( $B_2$ ); фондоозброєність ( $B_3$ ); коефіцієнт завантаження основних фондів ( $B_4$ ); коефіцієнт оновлення основних фондів ( $B_5$ ); коефіцієнт зносу основних фондів ( $B_6$ ); коефіцієнт придатності основних фондів ( $B_7$ ).

З фінансових показників обрано коефіцієнти: абсолютної ліквідності ( $\Phi_1$ ), покриття ( $\Phi_2$ ), автономії ( $\Phi_3$ ), рентабельності майна ( $\Phi_4$ ), оборотності оборотних активів ( $\Phi_5$ ), оборотності необоротних активів ( $\Phi_6$ ), маневреності власного капіталу ( $\Phi_7$ ), показники власного оборотного капіталу ( $\Phi_8$ ).

Фактор є латентним показником, який будується таким чином, щоб можливо було пояснити кореляцію між набором наявних показників [3]. Кожна змінна факторного аналізу виражається лінійною комбінацією латентних факторів:

$$X_i = a_{i1} \times F_1 + a_{i2} \times F_2 + \dots + a_{im} \times F_m + U_i, \quad (1)$$

де  $X_i$  – показник;  $i$  – кількість показників;  $a_{im}$  – факторне навантаження  $i$  для кожної  $m$ -ї компоненти;  $m$  – кількість факторів.

Латентні фактори також виражаються лінійними комбінаціями досліджуваних показників:

$$F_1 = b_{i1} \times x_1 + b_{i2} \times x_2 + \dots + b_{ik} \times x_k, \quad (2)$$

де  $b_i$  – коефіцієнт значення факторів для  $x_i$ .

Вибірку для факторного аналізу сформували річні значення показників ефективності управління підприємствами за 2013-2017 рр., на основі яких розраховувався інтегральний показник забезпечення інформаційних процесів управління промисловим підприємством [11]: середня заробітна плата, середня заробітна плата штатних робітників, продуктивність праці, фонд робочого часу, за який нарахована заробітна плата штатним працівникам, фондвіддача, фондомісткість, фондоозброєність, коефіцієнт абсолютної ліквідності, покриття, автономії. Факторний аналіз здійснено з використанням значень вищевказаної системи показників на прикладі підприємств машинобудівної галузі Харківської області: ПАТ «Світло Шахтаря», ДП завод «Електроважмаш», ПАТ «Завод Піденкабель», ПАТ «Завод Фрунзе», ДП «УДЦ по експлуатації спеціалізованих вагонів», ПрАТ «Харківський підшипниковий завод», ТОВ «Лозівський ковальсько-механічний завод».

Метод головних компонент реалізовувався з використанням програмного продукту Statistica 13.2. Задля якісної економічної інтерпретації, було здійснено обертання факторів за допомогою методу Varimax з нормалізацією Кайзера, що призначений для максимізації дисперсії квадратів вихідних факторних навантажень за змінними для кожного фактору. Для обґрунтування оптимальної кількості факторів було використано критерій Кайзера, згідно до якого враховуються ті фактори і є статистично значущі, власне значення яких більше одиниці [17]. Згідно до критерію Кайзера, було відібрано по 3 фактори забезпечення інформаційних процесів управління промисловим підприємством відповідно до сценаріїв розвитку діяльності (Таблиця 1).

З метою підвищення ступеня обґрунтованості управлінських рішень, а, отже, якості процесу управління підприємством доцільно використовувати сценарний підхід. Основна мета сценаріїв полягає в оцінці існуючих ризиків і можливостей при певному розвитку ситуації, що суттєво підвищує вірогідність успішної діяльності промислового підприємства.

Використання сценарного підходу дозволить визначити взаємозв'язок між зазначеними складовими та оцінити їх вплив на загальний рівень ефективності управління підприємством на підставі використання інформаційних процесів. У результаті проведення експериментів з когнітивною моделлю для підприємств було реалізовано три сценарії розвитку діяльності на підставі формування інформаційного процесу управління [17].

Перший сценарій – «нейтральний», що базується на припущенні, що всі показники інформаційного процесу управління підприємством будуть змінюватися відповідно до середнього темпу росту.

Другий сценарій – «оптимальний» – базується на припущенні, що всі вихідні показники моделі будуть змінюватися відповідно до максимального темпу росту.

Третій, «песимістичний» сценарій, базується на припущенні, що всі вихідні показники моделі будуть змінюватися відповідно до мінімального темпу росту.

**Таблиця 1.** Статистичні характеристики факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством за сценаріями розвитку діяльності

Фактор	Власне значення	Відсоток дисперсії, %	Кумулятивні власні значення	Кумулятивний відсоток дисперсії, %
<b>Песимістичний сценарій</b>				
1	2.38	38.14	2.38	38.14
2	1.96	31.41	4.34	69.55
3	1.23	19.71	5.57	89.26
<b>Нейтральний сценарій</b>				
1	3.26	40.95	3.26	40.95
2	2.08	26.13	5.34	67.09
3	1.34	16.83	6.68	83.92
<b>Оптимальний сценарій</b>				
1	2.05	31.59	2.05	31.59
2	1.88	28.97	3.93	60.55
3	1.57	24.19	5.5	84.75

Кумулятивний відсоток дисперсії за песимістичним, нейтральним та оптимальним сценаріями розвитку діяльності досліджуваних промислових підприємств складає 89.26%, 83.92% та 84.75% відповідно. Тобто, значення дисперсії перевищує 80%, що свідчить про адекватність факторного аналізу та визначену достатню кількість факторів забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством (Таблиця 2). Показник входить до того фактору, з яким навантаження є статистично значущим ( $> |0,7|$ ). Факторні навантаження інтерпретуються як кореляція між факторами забезпечення ефективності управління промисловим підприємством і змінними об'єктів управління підприємством.

За допомогою групування факторів за сценаріями розвитку діяльності підприємства стає можливим заздалегідь спроектувати декілька підходів до організації майбутньої діяльності. При цьому враховуються і взаємно узгоджуються усі необхідні передумови і можливі зміни факторів впливу. Факторизація результатів реалізації певного сценарію становить підґрунтя для управлінської системи підприємства у процесі розробки ефективної стратегії його функціонування.

Узагальнюючи якісну та кількісну оцінку в результаті статистичної обробки даних у межах інформаційного процесу управління промисловими підприємствами за вибірковою сукупністю можна зробити певні висновки. Так, на основі розрахунку коефіцієнтів кореляції між значеннями інтегрального показника забезпечення інформаційних процесів управління промисловим підприємством, який розраховувався методом таксономічного аналізу шляхом формування матриці спостережень, стандартизації значень та формування вектору еталону [7] та значеннями виділених факторів встановлено, що всі фактори є стимуляторами ефективності забезпечення інформаційних процесів управління, оскільки для них коефіцієнти кореляції мають позитивні значення: 0.75 – для песимістичного сценарію, 0.84 – для нейтрального та 0.81 – для оптимального.

**Таблиця 2.** Факторні навантаження показників забезпечення ефективності формування інформаційного процесу управління промисловим підприємством за сценаріями розвитку діяльності

Фактор	Показники	Факторне навантаження
<b>Песимістичний сценарій</b>		
Фактор 1 – фактор ефективності використання засобів виробництва	Продуктивність праці	0.98
	Фондовіддача	0.74
	Фондомісткість	-0.86
	Фондоозброєність	0.79
Фактор 2 – фактор матеріального заохочення праці	Середня заробітна плата	0.82
	Середня заробітна плата штатних робітників	0.75
	Фонд робочого часу, за який нарахована заробітна плата штатним працівникам	0.88
Фактор 3 – фактор платоспроможності підприємства	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0.84
	Коефіцієнт покриття	0.96
	Коефіцієнт автономії	0.87
<b>Нейтральний сценарій</b>		
Фактор ефективності використання засобів виробництва	Продуктивність праці	0.94
	Фондовіддача	0.86
	Фондомісткість	-0.75
	Фондоозброєність	0.84
Фактор платоспроможності підприємства	Середня заробітна плата	0.86
	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0.75
	Коефіцієнт покриття	0.84
Фактор матеріального заохочення праці	Коефіцієнт автономії	0.89
	Середня заробітна плата штатних робітників	0.84
	Фонд робочого часу, за який нарахована заробітна плата штатним працівникам	0.76
<b>Оптимальний сценарій</b>		
Фактор платоспроможності підприємства	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0.92
	Коефіцієнт покриття	0.90
	Коефіцієнт автономії	0.83
	Фондовіддача	0.79
Фактор ефективності використання засобів виробництва	Продуктивність праці	0.90
	Фондомісткість	-0.89
	Фондоозброєність	0.76
Фактор матеріального заохочення праці	Середня заробітна плата	0.83
	Середня заробітна плата штатних робітників	0.91
	Фонд робочого часу, за який нарахована заробітна плата штатним працівникам	0.86

Із складу показників фактору ефективності використання засобів виробництва, який є стимулятором ефективності забезпечення інформаційних процесів управління підприємства, показник фондомісткості має від'ємне значення факторного навантаження, що свідчить про обернений вплив на розвиток підприємства – дестабілізуючий. Фондомісткість є оберненим показником ефективності використання основних фондів, оскільки показує, яка сума вартості основних фондів підприємства приходить на одиницю чистого доходу.

Для песимістичного сценарію розвитку діяльності досліджуваних машинобудівних підприємств пріоритетним фактором ефективності забезпечення інформаційних процесів управління промисловим підприємством є фактор ефективності використання засобів виробництва. Для виходу підприємства з песимістичного сценарію пріоритетним завданням процесу управління є забезпечення ефективності використання трудових ресурсів та основних фондів на основі зростання показників продуктивності праці, фондовіддачі, фондоозброєності та зниження показника фондомісткості.

Одним із ключових факторів ефективності забезпечення інформаційних процесів управління промисловим підприємством за песимістичним сценарієм є продуктивність праці, факторне

навантаження якої складає 0.98. Продуктивність праці на промислових підприємствах України сьогодні характеризується досить низьким рівнем порівняно з іншими галузями економіки. Так, станом на кінець 2016 року індекс продуктивності праці у промисловості склав 105% [19], тоді як від рівня та динаміки продуктивності праці залежать випуск продукції в заданому обсязі і асортименті, собівартість продукції, рівень рентабельності підприємства, чисельність працівників й т.і. До ключових причин такого стану слід віднести той факт, що в Україні значно погіршилась структура промисловості у результаті зростання питомої ваги продукції чорної металургії і паливно-енергетичного комплексу та скорочення частки продукції машинобудування [19]. До того ж суттєво впливають на низький рівень продуктивності праці на промислових підприємствах такі макроекономічні чинники як зниження купівельної спроможності української валюти, пріоритетність інвестування в основний капітал фінансової сфери та торгівлі, значний рівень моральної та фізичної зношеності основних фондів галузі. При існуючій інтенсивності оновлення основних фондів в промисловості на рівні 4.5% за рік, при ступені їх зношеності на 60%, необхідно 25-35 років для повної заміни виробничого устаткування, а це призводить до падіння ефективності виробництва і зниження продуктивності праці [11, 13].

Резервами зростання продуктивності праці на машинобудівних підприємствах може стати інформація щодо можливостей економії витрат праці. Значну роль відіграє науково-технічний прогрес: застосування нової техніки, удосконалення систем і машин, впровадження комплексної механізації, інженерних комунікацій, необхідних для виконання технологічних процесів, а також передових технологій та наукових розробок, що сприяє підвищенню продуктивності праці, модернізація існуючого обладнання.

Суттєвий вплив здійснює інформатизація організації процесу виробництва машинобудівних підприємств. Вона дає змогу здійснювати досконаліше управління виробництвом, знаходити раціональні прийоми виконання операцій та виявлення інших важливих чинників. Наукова організація праці охоплює значні потенційні резерви підвищення ефективності праці з мінімальними додатковими матеріальними витратами. Значний вплив має максимальне використання діючих потужностей, диверсифікація виробництва, скорочення втрат робочого часу й т. і.

Також слід зазначити, що характерним чинником низького рівня продуктивності праці для національної промисловості загалом, у тому числі й для досліджуваних у межах дослідження машинобудівних підприємств, є плинність персоналу, до основних причин якої можна віднести незадоволеність працівників умовами праці, розміром заробітної плати і їх прагненням задовольнити свої потреби шляхом переходу на нове місце роботи.

Значною є плинність кадрів, що не позначається на падінні чисельності за рахунок набору нових працівників. Але, новим працівникам необхідно пристосуватися до нового місця праці, умов виробництва, навіть, якщо це досвідчений працівник; для тих же, хто вперше прийшли на підприємство – окрім того, що їм самим потрібен час на освоєння роботи, до них необхідно прикріпити наставника, ефективність роботи якого, відповідно, також знижується.

Результати дослідження свідчать, що суттєвий вплив на управління підприємствами машинобудівної галузі за песимістичним сценарієм розвитку діяльності здійснюють показники фондівіддачі, фондомісткості та фондоозброєності. Аналіз ефективності використання основних фондів на досліджуваних підприємствах показав, що собівартість реалізованої продукції збільшується, переважно, за рахунок зростання амортизації [17]. При цьому не використовується нарахована амортизація на відновлення і розширення виробництва, тому щороку зростає розрив між реальним зносом і фінансовими можливостями відновлення основних засобів, що призводить до погіршення їх фінансового становища та знижує ефективність управління.

Підприємства використовують прямолінійний спосіб нарахування амортизації основних засобів: не враховуються моральний знос і відмінності виробничої потужності основних виробничих фондів у різні роки їх експлуатації, необхідність збільшувати витрати на ремонт в останні роки служби. На нашу думку, керівництву підприємств слід змінити прямолінійний метод амортизації на прискорений,

що дозволить: прискорити процес оновлення основних засобів на підприємстві; накопичити достатні кошти для технічного переозброєння та реконструкції виробництва; зменшити податок на прибуток; підтримувати основні кошти на високому технічному рівні.

За нейтральним сценарієм розвитку діяльності підприємства пріоритетним також є фактор ефективності використання засобів виробництва, проте склад фактору доповнюється показником середньої заробітної плати. Для розвитку діяльності за цим сценарієм для підприємства необхідно забезпечити ефективність використання засобів виробництва та стимулювати працівників за рахунок підвищення заробітної плати.

Станом на кінець 2016 року середня заробітна плата у промисловості України становила 6.524 грн на одного штатного працівника, що на 3% менше середнього рівня заробітної плати за галузями економіки [21]. Тоді як, для прикладу, в таких галузях економіки України як сільське господарство перевищення рівня середньої заробітної плати становило 304%, фінансова та страхова діяльність – 64%, авіаційний транспорт – 20%, інформація та телекомунікація – 51% [19]. Сьогодні промисловість за рівнем середньої заробітної плати знаходиться десь на 13 місці, тоді як дана галузь є стратегічною основою економічного розвитку країни.

В сучасних умовах заробітна плата відіграє першочергове значення у мотиваційному механізмі промислових підприємств. Майже 70% витрат підприємств США спрямовується на заробітну плату працівників, а в Україні цей показник сягає лише 40-50% [19].

Як показує досвід, винагорода, заснована на традиційних системах заробітної плати, у більшості випадків малоефективна, щоб виконати вимогу щодо забезпечення справедливої оплати праці на промислових підприємствах. Винагорода, заснована виключно на тарифних сітках, часто підлягає критиці за те, що вона надає мало стимулів для підвищення результативності праці. Типова погодинна форма оплати праці характеризується недостатнім обліком індивідуальних результатів праці. Тому, з метою забезпечення ефективного розвитку підприємства за нейтральним сценарієм доцільно покращити показники оцінки результатів праці шляхом впровадження системи оплати праці стимулюючого типу. Головним її завданням має стати забезпечення відповідності величини заробітної плати кінцевим ринковим результатам виробництва на підприємстві і зростанню обсягів продажу товарів за умов розширення ринкового попиту на продукцію.

На етапі розвитку діяльності підприємства за оптимальним сценарієм пріоритетним фактором управління є фактор платоспроможності підприємства, який включає коефіцієнт абсолютної ліквідності, покриття, автономії, фондівіддачі.

Дослідження також засвідчило, що негативно впливає на платоспроможність промислових підприємств за оптимістичним сценарієм розвитку діяльності невиконання співвідношень між основними групами балансу, наявність значних проблем із забезпеченням своєчасності здійснення розрахункових операцій. До того ж, виявлено незадовільну структуру власного капіталу через наявність непокритих збитків.

З метою підвищення рівня платоспроможності та на досліджуваних підприємствах управлінські заходи мають бути спрямовані на оптимізацію запасів матеріалів, незавершеного виробництва та готової продукції [18]. Оптимізація рівня запасів має вплинути на перерозподіл обігових коштів підприємств за оптимістичним сценарієм розвитку, в результаті чого з'явиться можливість досягти зростання величини ліквідних грошових коштів та зменшення величини неліквідних виробничих запасів.

---

## ВИСНОВКИ

Таким чином, на основі вищевикладеного можна стверджувати, що незалежно від сценарію розвитку діяльності підприємства перелік факторів забезпечення ефективності формування інформаційних процесів управління промисловим підприємством (на прикладі підприємств машинобудівної галузі) залишається незмінним: фактор ефективності використання засобів виробництва ( $\Phi 1$ ), фактор матеріального заохочення праці ( $\Phi 2$ ), фактор платоспроможності підприємства ( $\Phi 3$ ). Деяко змінюється



склад факторів та їх пріоритетність. Залежно від сценарію розвитку змінюються пріоритети менеджменту підприємства. Так, за умови реалізації песимістичного та нейтрального сценаріїв розвиток діяльності підприємства можливий за рахунок підвищення ефективності використання засобів виробництва, таких як трудові ресурси і виробничі фонди. По мірі переходу від песимістичного до нейтрального сценарію зростає роль матеріальної складової ефективної системи управління – розміру заробітної плати. За умови розвитку підприємства за оптимальним сценарієм зростає пріоритетність фактору платоспроможності.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bobrul, H. I. (2006). Інформація та інформаційні технології в стратегічному управлінні посередницькою організацією [Informatsi-ya ta informatsiini tehnologii v stratehichnomu upravlinni poserednytskoyu orhanizatsiyyu]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 5, 135-143.
2. Chernyavska, O. V. (2011). Інформаційне забезпечення управління фінансовими результатами торговельного підприємства [Informatsiine zabezpechennya upravlinnya finansovymy rezultatamy torgivelnogo pidpryemstva]. *Visnyk Mariupolskoho derzhavnogo universytetu. Seriya: Ekonomika*, 2, 107-114. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vmdu\\_ek\\_2011\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vmdu_ek_2011_2_17)
3. Fink, A., & Schlake O. (2001). Scenario management - an approach for strategic foresight. *Competitive Intelligence Review*, 11(1), 37-45. Retrieved from [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6386\(200031\)11:1<37::AID-CIR6>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6386(200031)11:1<37::AID-CIR6>3.0.CO;2-W)
4. Kastels, M. (2000). *Информационная эпоха: экономика, общество и культура [Informatsionnaya epokha: ekonomika, obshchestvo i kultura]* (608 p.). Moskva: HU VShE.
5. Khalafyan, A. A. (2010). *Статистический анализ данных [Statisticheskiy analiz dannux]* (607 p.). Moskva: Binom-Press.
6. Lepeyko, T. I. (2010). *Концептуальні засади менеджменту в інформаційній економіці [Kontseptualni zasady menedzhmentu v informatsiyniy ekonomitsi]* (254 p.). Kharkiv: KhNEU.
7. Lepeyko, T. I., & Shcherbak, A. M. (2018). Формування системи показників оцінювання ефективності інформаційного процесу управління промисловим підприємством [Formuvannya systemy pokaznykiv efektyvnosti informatsiynux protsessiv upravlinnya promyslovym pidpryemstvom]. *Biznes Inform*, 11, 161-167. Retrieved from [http://www.business-inform.net/annotated-catalogue/?year=2018&abstract=2018\\_11\\_0&lang=ru&stqa=23](http://www.business-inform.net/annotated-catalogue/?year=2018&abstract=2018_11_0&lang=ru&stqa=23)
8. Melnik, L. H. (2003). *Информационная экономика [Informatsionnaya ekonomika]* (288 p.). Sumy: Universytetska knyha. Retrieved from <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/2458>
9. Milner, B. Z. (2006). *Теория организации [Teoriya organizatsii]* (720 p.). Moskva: Infra-M.
10. Morozova, N. A. (2010). Управление коммуникациями в организации [Upravleniye kommunikatsiyami v organizatsii]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2, 173-187. Retrieved from <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2010/02/2010-02-29.pdf>
11. Orekhova, K. V. (2013). Інформаційно-аналітичне забезпечення системи управління фінансовою безпекою підприємства [Informatsiino-analitchne zabezpechennya systemy upravlinnya finansovoyu bezpekoju pidpryemstva]. *Finansovo-kredytna diialnist: problemy teorii ta praktyky*, 2, 203- 212. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fkd\\_2013\\_2\\_28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fkd_2013_2_28)
12. Petrenko, S. M. (2007). *Информационное обеспечение внутреннего контроля хозяйственных систем [Informatsiine zabezpechennya vnutrishnoho kontrolyu hospodarskykh sistem]* (290 p.). Donetsk: DonNuET.
13. Plakhotnik, O. O. (2013). Інформаційне забезпечення управління виробничим та фінансовим потенціалом металургійних підприємств в умовах світової економіки [Informatsiine zabezpechennya upravlinnia vyrobnychym ta finansovym potentsialom metalurhiynykh pidpryemstv v umovakh svitovoi ekonomiky]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnogo universytetu (ekonomichni nauky)*, 1(2), 232-238. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znptdau\\_2013\\_1\\_2\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znptdau_2013_1_2_31)
14. Pushkar, A. I., Hrabovskiy E. N., Ponomarenko E. V. (2005). *Стратегическое управление развитием электронного бизнеса и информационных ресурсов предприятия (модели, стратегии, механизмы) [Stratehicheskoe upravlenie razvitiem elektronnoho biznesa i informatsionnykh resursov (modeli, strategii, mekhanizmu)]* (480 p.). Kharkiv: KNEU.
15. Sakaya, T. (1999). *Стоимость, создаваемая знанием, или история будущего [Stoimost, sozdavaemaya znaniem ili istoriya budushcheho]* (342 p.). Moskva: Akademia.
16. Salyga, S. & Fatiukha, V. (2007). *Информационное обеспечение управленческих решений на предприятиях [Informatsiine zabezpechennya upravlinskykh rishen na pidpryemstvakh]* (152 p.). Zaporizhzhya: HU ZIDMU.
17. Shcherbak, A. M. (2018). Використання інформаційних процесів в управлінні промисловим підприємством [Vykorystannya informatsiynyx protsessiv upravlinnya promyslovym pidpryemstvom]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya «Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo»*, 21, 139-142. Retrieved from <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/20433>
18. Stasyuk, L. S. (2014). Аналіз показників фінансового потенціалу машинобудівних підприємств на прикладі ВАТ “ТЕМП” [Analiz pokaznykiv finansovoho potentsialu mashynobudivnykh pidpryemstv na prykladi VAT “TEMP”]. *Marketynh i menedzhment innovatsii*, 270-278. Retrieved from <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2014/1/270-278>
19. State Statistics Service of Ukraine (n.d.). Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>.
20. Stewart, T. A. (1997). *Intellectual Capital. The New Wealth of Organizations* (278 p.). New York: Doubleday/Currency.
21. Temnikova, N. V. (2014). Інформаційне забезпечення в системі управління фінансовою спроможністю підприємства [Informatsiine zabezpechennya v systemi upravlinnya finansovoiu spromozhnistiu pidpryemstva]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia*, 8, 196-200. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSunU\\_2014\\_8\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSunU_2014_8_37)
22. Utkin, V. B., & Baldin, K. V. (2003). *Информационные системы и технологии в экономике [Informatsionnie sistemi i tehnologii v ekonomike]* (335 p.). Moskva: UNITI-DANA.
23. Vinarik, L. S. (2003). *Информационная культура в современном обществе [Informatsionnaya kultura v sovremennom obshchestve]* (321 p.). Donetsk: DIEKHP.