ISSN 2616-6437

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний вищий навчальний заклад
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВАДИМА ГЕТЬМАНА»

Збірник наукових праць «Моделювання та інформаційні системи в економіці» входить до Переліку наукових видань України, Наказ Міністерства освіти і науки України № 1222 від 07.10.2016 р.

Моделювання та інформаційні системи в економіці

Збірник наукових праць

Заснований у 1965 р.

№ 98

Головний редактор *О. Є. Камінський*

1906 КНЕУ
КИЇВ 2019

УДК 311:519.2:519.86

Адреса редакційної колегії: 04053 м. Київ, Львівська пл., 14
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»
кімн. 413. Тел.: 537-07-42, 537-07-29

Засновник та видавець
Державний вищий навчальний заклад
«Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

Засновано в Міністерстві юстиції України
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 11718-589Р від 11.09.06

Рекомендовано до друку Вченою радою КНЕУ
Протокол № 4 від 28.11.2019

Редактор *І. Савлук*
Художник обкладинки *Т. Зябліцева*
Коректор *Н. Підлужна*
Верстка *О. Руденко*

Підписано до друку 12.12.19. Формат 60×84/16. Папір офсет.
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 14,88.
Обл.-вид. арк. 16,94. Наклад 50 пр. Зам. № 20-5601.

Державний вищий навчальний заклад
«Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»
03680, м. Київ, проспект Перемоги, 54/1
Тел./факс (044) 537-61-41; тел. (044) 537-61-44
E-mail: publish@kneu.kiev.ua

ЗМІСТ

CONTENTS

УДК 004.5 DOI: 10.33111/mise.98.1

Бабенко Т.В., д-р тех. наук,
професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Лютий О.І., к.т.н.,
доцент кафедри комп'ютерної математики та інформаційної безпеки,
Петренко А.І.,
студентка 3-го курсу, спеціальності «Кібербезпека» інженер
ННЛ «Полігон кібербезпеки», Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана

Babenko T.V., Doctor of Science in Engineering,
Professor of the Cybersecurity and Information Security Department,
Taras Shevchenko National Unversity of Kyiv
Liutyi O. I., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Computer Mathematics
and Information Security Department,
Petrenko A.I.,
3rd year Student of the «Cybersecurity» spectality, Engineer of the
«Polygon of Cyber Security» ESL, Kyiv National Economic University
named after Vadym Hetman

ПОНЯТТЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ З ТОЧКИ ЗОРУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS FROM THE VIEW OF INFORMATION SECURITY

Анотація. *IoT охоплює широкий спектр процесів: обчислення, спілкування, час та дані. Яким чином ці функції функціонують як єдина система при використанні комерційно доступних компонентів, які можна придбати з будь-якого місця і за низькою ціною, і з малою кількістю компонентів. Оскільки очікується, що зростаюча кількість пристроїв IoT перевищить позначку 36 мільярдів до наступного року, очікується багато великих змін.*
Ринок IoT швидко зростає, і це свідчить про значний потенціал бізнесу для постачальників послуг зв'язку, галузей та підприємств. У звіті про мобільність Ericsson від листопада 2019 року передбачається, що до 2025 року налічується 5 мільярдів стільникових зв'язків IoT. Орієнтовний дохід від оцифровки IoT та 5G до 2026 року становить 619 мільярдів доларів.
Сьогодні ми живемо у світі, де більше пристроїв, підключених до Інтернету, ніж людей. Ці пристрої та машини, підключені до IoT, варіюються від таких засобів, як розумні годинники, до чіпів для відстеження інвентаризації RFID. Пристрої, підключені до IoT, спілкуються через мережі або хмарні платформи, підключені до Інтернету речей. Висновки в реальному часі, отримані з цього IoT, збирали дані, що сприяють цифровій трансформації. Інтернет речей обіцяє багато позитивних змін у галузі охорони здоров'я та безпеки праці, ведення бізнесу, виробничих показників та глобальних екологічних та гуманітарних питань.
Як ми всі знаємо, Джон Окампос, адміністратор програмного забезпечення, казав: «До Всесвітньої павутини може звернутися кожен. Хоча подібні цифрові розробки багато в чому допомагають приватним особам та власникам бізнесу, врахуйте, що також є ризики».

Кіберзлочинці також можуть скористатися цими ризиками у власних цілях. Від вразливих медичних пристроїв, відеокамер від телефонів та мобільних гаджетів до порушення та злому даних, DDoS та атак зловмисного програмного забезпечення, це означає, що кібератаки стали далекосяжними.
***Ключові слова**: Інтернет речей, захищеність, вразливість, інформаційні технології, ризик.*

***Abstract.** The IoT encompasses a wide range of processes: sensing, computation, communication, time, context, and data, to name only a few. How do all of these function as a system when using commercially available components that can be purchased from anywhere and at a low cost, and with little or no component pedigree available? With the rising number of IoT devices, which is expected to surpass the 20 billion mark by next year, there are a lot of big changes to anticipate.*
The IoT market is rapidly growing and this indicates a substantial business potential for communications service providers, industries and enterprises. In Ericsson's Mobility Report November 2019, it is forecasted that there will be 5 billion Cellular IoT connections by the year 2025. The estimated revenue from the IoT and 5G industry digitalization is USD 619 billion by 2026.
Today, we're living in a world where there are more IoT connected devices than humans. These IoT connected devices and machines range from wearables like smartwatches to RFID inventory tracking chips. IoT connected devices communicate via networks or cloud-based platforms connected to the Internet of Things. The real-time insights gleaned from this IoT collected data fuel digital transformation. The Internet of Things promises many positive changes for health and safety, business operations, industrial performance, and global environmental and humanitarian issues.
As we all know, says John Ocampos, the administrator of Softvire, the World Wide Web can be accessed by anyone. While such digital developments have helped individuals and business owners in many ways, take note that there are also risks involved.
Cybercriminals can take advantage of these developments, as well. From vulnerable healthcare devices, video cameras from phones and mobile gadgets to data breach and hacking, DDoS and malware attacks, these are implication that cyberattacks have become far-reaching.
***Keywords**: Internet of Things, security, vulnerability, information technology, compliance.*

Introduction: Although the seeds of what we consider now as the Internet of Things (IoT) were planted in 1999, IoT technologies have become widely available only recently, as a result of advancements in nanotechnology, telecommunications, and capacitor technology. Applications of IoT have expanded from strict industrial and closed-loop systems, to commercially available products that address common user needs. Gartner estimated that today there are 5 billion devices connected to the Internet, while by 2020 this number will increase to 25 billion [1].

Statement of problem: Our primary goal is to raise awareness regarding deficiencies in current practices and lack of standards pertaining to IoT security and privacy and their possible implications to the public and widespread adoption. We refrain from exposing the

commercial products used in our example scenarios by name because the goal of this work is to evaluate IoT risks, not to compare products.

Main results: In a nutshell, the Internet of Things is the concept of connecting any device (so long as it has an on/off switch) to the Internet and to other connected devices. The IoT is a giant network of connected things and people — all of which collect and share data about the way they are used and about the environment around them [2].

That includes an extraordinary number of objects of all shapes and sizes — from smart microwaves, which automatically cook your food for the right length of time, to self-driving cars, whose complex sensors detect objects in their path, to wearable fitness devices that measure your heart rate and the number of steps you've taken that day, then use that information to suggest exercise plans tailored to you.

Devices and objects with built in sensors are connected to an Internet of Things platform, which integrates data from the different devices and applies analytics to share the most valuable information with applications built to address specific needs.

These powerful IoT platforms can pinpoint exactly what information is useful and what can safely be ignored. This information can be used to detect patterns, make recommendations, and detect possible problems before they occur.

The information picked up by connected devices enables me to make smart decisions about which components to stock up on, based on real-time information, which helps me save time and money.

With the insight provided by advanced analytics comes the power to make processes more efficient [3]. Smart objects and systems mean you can automate certain tasks, particularly when these are repetitive, mundane, time-consuming or even dangerous.

The ability of IoT to provide sensor information as well as enable device-to-device communication is driving a broad set of applications. The following are some of the most popular applications and what they do.

a) Create new efficiencies in manufacturing through machine monitoring and product-quality monitoring. Machines can be continuously monitored and analyzed to make sure they are performing within required tolerances. Products can also be monitored in real time to identify and address quality defects.

b) Improve the tracking and "ring-fencing" of physical assets. Tracking enables businesses to quickly determine asset location. Ring-fencing allows them to make sure that high-value assets are protected from theft and removal.

c) Use wearables to monitor human health analytics and environmental conditions. IoT wearables enable people to better understand their own health and allow physicians to remotely monitor patients. This technology also enables companies to track the health and safety of their employees, which is especially useful for workers employed in hazardous conditions.

d) Drive efficiencies and new possibilities in existing processes. One example of this is the use of IoT to increase efficiency and safety in fleet management. Companies can use IoT fleet monitoring to direct trucks, in real time, to improve efficiency.

e) Enable business process changes. An example of this is the use of IoT devices to monitor the health of remote machines and trigger service calls for preventive maintenance. The ability to remotely monitor machines is also enabling new product-as-a-service business models, where customers no longer need to buy a product but instead pay for its usage.

Organizations best suited for IoT are those that would benefit from using sensor devices in their activities [4].

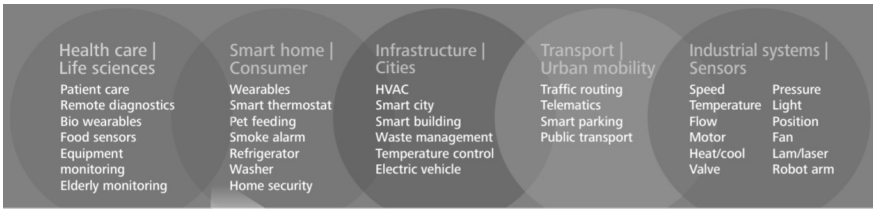


Fig. 1. Using IoT in different industries

a) Manufacturing. With the help of sensor alerts, manufacturers can quickly check equipment for accuracy or remove it from production until it is repaired. This allows companies to reduce operating costs, get better uptime, and improve asset performance management.

b) Automotive. The automotive industry stands to realize significant advantages from the use of IoT applications. In addition to the benefits of applying IoT to production lines, sensors can detect impending equipment failure in vehicles already on the road and can alert the driver with details and recommendations.

c) Transportation and Logistics. Fleets of cars, trucks, ships, and trains that carry inventory can be rerouted based on weather conditions, vehicle availability, or driver availability, thanks to IoT sensor data. The food and beverage, flower, and pharmaceutical industries often carry temperature-sensitive inventory that would benefit greatly

from IoT monitoring applications that send alerts when temperatures rise or fall to a level that threatens the product.

d) Retail. IoT applications allow retail companies to manage inventory, improve customer experience, optimize supply chain, and reduce operational costs.

e) Public Sector. Government-owned utilities can use IoT-based applications to notify their users of mass outages and even of smaller interruptions of water, power, or sewer services.

f) Healthcare. When a hospital's wheelchairs are equipped with IoT sensors, they can be tracked from the IoT asset-monitoring application so that anyone looking for one can quickly find the nearest available wheelchair. Many hospital assets can be tracked this way to ensure proper usage as well as financial accounting for the physical assets in each department.

g) General Safety Across All Industries. Employees in hazardous environments such as mines, oil and gas fields, and chemical and power plants, for example, need to know about the occurrence of a hazardous event that might affect them. IoT applications are also used for wearables that can monitor human health and environmental conditions. Not only do these types of applications help people better understand their own health, they also permit physicians to monitor patients remotely.

When thinking about the Internet of Things environment, the protection against external threats and vulnerabilities must be considered as important as in a normal ICT environment. The reason for that is the vast amount of IoT devices and environments which could be used for building up the bot networks or used for any other hostile activities [5].

The privacy and data security are the key questions today when considering the IoT devices on organizational level or in private use. The large-scale theft of information on personal identities or sensitive data from institution or organization is always a substantial risk in wrong hands. To ensure the appropriate level of protection for securing IoT ecosystems, the business organizations must perform a risk analysis.

One part of performing a risk analysis is to implement appropriate safeguards [6]. Also, the security management policy must be defined and implemented in internal processes.

While the IoT is entering daily life more and more, security risks pertaining to IoT are growing and are changing rapidly. In today's world of "always on" technology and not enough security awareness on the part of users, cyber attacks are no longer a matter of "if" but "when" [7].

Cyber criminals are working on new techniques for getting through the security of established organizations, accessing everything from IP to individual customer information — they are doing this so

that they can cause damage, disrupt sensitive data and steal intellectual property.

Every day, their attacks become more sophisticated and harder to defeat [8]. Because of this ongoing development, we cannot tell exactly what kind of threats will emerge next year, in five years' time, or in 10 years' time; we can only say that these threats will be even more dangerous than those of today (see Fig. 2) [9].

Fig. 2. The components of risk landscape in IoT

Effective cybersecurity is increasingly complex to deliver. The traditional organizational perimeter is eroding and existing security defenses are coming under increasing pressure. Point solutions, in particular antivirus software, IDS, IPS, patching and encryption, remain a key control for combatting today's known attacks; however, they become less effective over time as hackers find new ways to circumvent controls.

Like all attacks, IoT incidents are unpredictable and can potentially cause tremendous damage. In the Mirai botnet DDoS attack, for example, users hadn't changed the default passwords of hundreds of thousands of older webcams, DVRs, and routers-an all too common reality [10]. Armed with malicious code, hackers targeted out-of-date Linux kernel versions in the devices, then flooded Dyn, Inc.'s servers-one of the largest DNS providers-with traffic. Systems overloaded and failed, taking down numerous websites, including Etsy, GitHub, Net-

flix, Shopify, SoundCloud, Spotify, Twitter, and even the site of renowned security expert Brian Krebs [11].

The cybersecurity challenge of securing IoT is complex and extensive due to the fact that IoT devices are deployed over a wide attack surface and contain numerous threat vectors such as authentication and authorization, software, device threats, network threats, and OS level vulnerabilities.

In addition, despite the initiative in developing and deploying innovative IoT use cases, a general lack of standards remains [12]. Organizations often aren't implementing needed security governance, policies, and compliance. Compounding the problem, many IoT devices aren't part of a rigorous patch or upgrade routine, leaving them open to security vulnerabilities. Strategies used for IoT attacks include such moments.

The weakest link in the IoT connected device chain is the actual device. For example, hackers might be able to find a device vulnerability and alter the identity of the device to gain access to a network [13]. By infecting one device and gaining access to the network, a malicious actor can begin a large-scale breach.

Much of the embedded firmware running connected devices is insecure and contain vulnerabilities, leaving critical systems at risk.

The biggest security challenge with IoT such as connected medical devices or home improvement systems is the inability to easily upgrade or patch them.

Because IoT devices might be released with security vulnerabilities and poorly configured or unencrypted Wi-Fi networks, devices are prone to man-in-the-middle attacks [14]. Scenarios include attackers secretly relaying and altering the communication between an attacker and a victim, where the victim believes they're directly communicating over a private connection. In fact, the entire communication can be controlled and altered by the attacker.

While IoT testing has received relatively little attention, security and privacy through assurance is a central concern as systems proliferate and become connected to safety or security-critical applications.

Some IoT systems suffer from the isolation syndrome of embedded devices: weak protocols and practices are sometimes used because some of the IoT technologies were designed for closed, non-Internet use with proprietary code and no thorough software testing.

Usability and interoperability are important design drivers for IoT manufacturers. It seems prudent to avoid the mistakes of the past and elevate security and privacy as additional design tenets. There are relatively few standards or best practices to guide the security design and testing of IoT technologies.

We believe that now is the time for standards bodies and industry experts to begin to formulate suitable guidance and to work towards identifying the right security and privacy primitives. We are only at the beginning of the security and privacy requirements for IoT technologies, with many open research challenges that only grow as IoT applications become part of our everyday lives.

Although there have been studies of individual IoT technologies over the last few years, there is still a lot to be done to fully describe the behavior of different IoT systems when under attack.

References

1. Rivera, J. (2014) "Gartner Says 4.9 Billion Connected 'Things' Will Be in Use in 2015". Retrieved October 21, 2015, from http://www.gartner.com/newsroom/id/2905717

2. Zennaro M. (2017) "Introduction to the Internet of Things". Retrieved from https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2017/Nov_IOT/NBTC–ITU-IoT/Session%201%20IntroIoTMZ-new %20template.pdf

3. Ranger S. (2018) "Cybersecurity in an IoT and Mobile World". Retrieved from https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/

4. GSMA (2014) "Understanding the Internet of Things". Retrieved from "https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2014/08/cl_iot_wp_07_14.pdf".

5. Clark J. (2016) "IBM: Blog — What is the Internet of Things?". Retrieved from https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/

6. ORACLE (n. d.) "Why Is IoT so Important?". Retrieved from https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot.html

7. Alhakbani, Noura. (2017) "An Effective Semantic Event Matching System in the Internet of Things (IoT) Environment. Crowd-Sensing and Remote Sensing Technologies for Smart Cities." 17. 1–19. 10.3390/s17092014.

8. Rouse M. (2018) "IoT security". Retrieved from: https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-security-Internet-of-Things-security

9. EY (2018) "Cybersecurity and the Internet of Things". Retrieved from https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-cybersecurity-and-the-internet-of-things/%24FILE/EY-cybersecurity-and-the-internet-of-things.pdf

10. Chowdhury R. (n. d.) "Top 20 Most Remarkable IoT Applications in Today's World". Accessed at https://www.ubuntupit.com/most-remarkable-iot-applications-in-todays-world/

11. Borkar P. (2018) "Cybersecurity Strategies for the Growing Risks of the Internet of Things (IoT)". Retrieved from https://www.exabeam.com/information-security/cybersecurity-iot/

12. ARM (2019) "IoT Security" Glossary. Retrieved from https://www.arm.com/glossary/iot-security

13. Sulkamo V. (2018) “IoT from cyber security perspective” Master’s thesis, School of Technology, Communication and Transport. Accessed at https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/151498/IoT%20from%20cyber%20security %20perspective.pdf?sequence=1&isAl

14. ENISA (2019) “Good Practices for Security of Internet of Things”. Retrieved from https://www.enisa.europa.eu/publications/good-practices-for-security-of-iot.

Статтю подано до редакції 01.10.2019 р.

УДК 681.5 DOI: 10.33111/mise.98.2

Бабинюк О.І. к. е. н.,
доцент кафедри комп’ютерної математики та інформаційної безпеки,
Нагірна А.М., к. фіз.-мат. наук,
доцент кафедри комп’ютерної математики та інформаційної безпеки,
Нагорна О.В.,
студентка 3-го курсу спеціальності «Кібербезпека»,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Babynjuk O. I. PhD in Economic,
Associate Professor of the
Computer Mathematics and Information Security Department,
Nahirna A.M., PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the
Computer Mathematics and Information Security Department,
Nahorna O.V.,
3rd year Student at the "Cybersecurity" speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

АЛГОРИТМ ШИФРУВАННЯ LUCIFER ТА ЙОГО КРИПТОАНАЛІЗ

LUCIFER ENCRYPT ALGORITHM AND ITS CRYPTO ANALYSIS

Анотація. *Необхідність обміну інформацією між відправником та отримувачем передбачає дотримання конфіденційності даних. Для забезпечення захисту даних від третіх осіб сприяло виникненню методу шифрування даних. Шифрування початкового (вхідного) тексту здійснюється за допомогою певного ключа, який зберігається лише у двох осіб: відправника та отримувача. Відсутність у третіх осіб ключа не дає їм можливості розшифрувати зашифровані дані, але сприяло пошуку методів розшифрування зашифрованих даних, що спричинило виникненню поняття криптографічного аналізу.*

З появою криптографічного аналізу шифрування стало викликом, почали з’являтися нові та більш безпечні, порівняно з попередниками, методи шифрування.

Обраний алгоритм «Lucifer» є потужним алгоритмом шифрування, перевагою цього алгоритму є те, що значна кількість новітніх алгоритмів базується саме на цьому методі шифрування, яскравим прикладом нащадку Lucifer є стандарт DES.
Можна, можливо, посваритись із назвою цього алгоритму. А як щодо Playfair чи шифру Hill? Але LUCIFER, частина експериментальної криптографічної системи, розробленої IBM, був прямим родоначальником DES, також розробленим IBM.
Як і DES, LUCIFER був ітераційним блоковим шифром, використовуючи круглі Feistel. Тобто, LUCIFER скремтував блок даних, виконавши крок шифрування на цьому блоці кілька разів, і використовуваний крок включав прийняття ключа для цього кроку та половини цього блоку, щоб обчислити вихід, який потім застосували ексклюзивно-АБО до інша половина блоку. Потім половинки блоку поміняли місцями, щоб обидві половини блоку були змінені рівною кількістю разів.
До речі, ця стаття посилається на LUCIFER як фактично реалізований і описаний у статті в журналі Cryptologia Артура Соркіна. У статті в Scientific American обговорювали плани LUCIFER на більш загальному рівні та описували, що по суті є різним видом блокових шифрів. LUCIFER шифрував блоки з 128 біт, і він використовував 128-бітний ключ.
F-функція в LUCIFER мала високу ступінь симетрії і могла бути реалізована в умовах операцій над одним байтом правої половини повідомлення одночасно. Однак я опишу тут LUCIFER тим самим загальним способом, як описано DES.
***Ключові слова**: шифр, алгоритм, криптоаналіз, ключ, шифрування, Люцифер.*

***Abstract.** The need to exchange information between the sender and the recipient implies the confidentiality of the data. Protection of the data promoted the encryption method. The source (input) text is encrypted with a specific key, which is stored only by two people: the sender and the recipient. The lack of a key does not allow stranger to decrypt encrypted data, but facilitated the search for methods of decrypting encrypted data, which led to the concept of cryptographic analysis.*
With the advent of cryptographic analysis, encryption has become a challenge. That's why new and more secure encryption methods have emerged (than their predecessors).
The chosen Lucifer algorithm is a powerful encryption algorithm, the great advantage of this algorithm is that a large number of the newest algorithms are based on this particular encryption method, a clear example of the descendant of Lucifer is the DES standard.
One could perhaps quarrel with the title of this section. What about Playfair, or the Hill cipher? But LUCIFER, part of an experimental cryptographic system designed by IBM, was the direct ancestor of DES, also designed by IBM.
Like DES, LUCIFER was an iterative block cipher, using Feistel rounds. That is, LUCIFER scrambled a block of data by performing an encipherment step on that block several times, and the step used involved taking the key for that step and half of that block to calculate an output which was then applied by exclusive-OR to the other half of the block. Then, the halves of the block were swapped, so that both halves of the block would be modified an equal number of times.
Incidentally, this page refers to LUCIFER as actually implemented, and described in an article in the journal Cryptologia by Arthur Sorkin. An article in Scientific American discussed plans for LUCIFER on a more general level, and described what was essentially a different kind of block cipher. LUCIFER enciphered blocks of 128 bits, and it used a 128-bit key.
The F-function in LUCIFER had a high degree of symmetry, and could be implemented in terms of operations on one byte of the right half of the message at

a time. However. I will describe LUCIFER here in the same general fashion that DES is described.
***Keywords**: cipher, algorithm, cryptanalysis, key, encryption, Lucifer.*

Вступ: Люцифер (Lucifer) — це блоковий шифр, розроблений компанією IBM на початку 70-х років. Проект Lucifer містить у собі кілька алгоритмів з даною назвою.

Власне система є комбінацією методів підстановки та перестановки, яка складається з послідовності чергування відповідних блоків. При цьому використовувався ключ для керування станами блоків, завдовжки 128 біт.

Хоча Lucifer має більший розмір блоку та ключа, ніж DES, він значно вразливіший до атак диференціального криптоаналізу, а також слабкий за своїм ключовим розкладом. Дану проблему можна вирішити застосувавши сильний потоковий шифр як до алгоритму, так і після нього, після даних дій слабкі місця перестають бути такими вразливими [11].

Постановка проблеми: З розвитком інформаційного простору (в темпі геометричної прогресії), створенні нових засобів комунікації (наприклад, соціальних мереж) та взаємодії постає проблема у захищеності даних, що обмінюються, тому необхідно покращувати методи захисту та обміну інформації. Методи захисту даних як раз і вивчає галузь кібербезпеки.

Виклад основного матеріалу: Lucifer (надалі Люцифер) був дослідним проектом фірми в 1970-х роках по створенню криптостійкого блокового шифру, в результаті досліджень було створено (визначено) два методи побудови стійких, до злому, симетричних шифрів, а саме: мережі Фейстеля та підстановко-перестановочної мережі. Таким чином Люцифер побудував міцну основу сфери сучасної симетричної криптографії. Проектом «Люцифер» керували та розвивали два лідери, тепер відомі криптографи, Хорст Фейстель (англ. Horst Feistel) і Дон Копперсміт (англ. Don Coppersmith). Найвідомішим нащадком даного проекту (даного шифрування) алгоритм DES.

Цікава історія трапилася із назвою даної програми, спершу Хорст реалізуючи алгоритм шифрування найменував його простою назвою «демонстрація» (англійською demonstration), але більш ранні версії APL обмежували довжину символів імені файлу, тому було природно скоротити назву до п’яти символі, тобто «демон» (англійською demon). Колега Хорста Лінн Сміт запропонувала найменування «Люцифер», яке й було обране.

Lucifer часто називають «першим алгоритмом шифрування для цивільних застосувань». Насправді Lucifer не є єдиним алго-

ритмом, а являє собою сукупність (сімейство) пов'язаних між собою алгоритмів. Надалі розглянемо варіанти даного алгоритму.

Структура алгоритму Люцифер зразка (тобто «Люцифер1») червня 1971 року являє собою SP-мережа (або підстановлювально-перестановчу мережу) «сендвіч» з шарів двох типів, які використовуються по черзі. Перший тип шару P-блок розрядності 128 біт, за ним йде другий шар, що являє собою 32 модулі, кожен з яких складається з двох 4-бітних S-блоків, чиї відповідні входи закорочені й на них подається одне і те ж значення з виходу попереднього шару.

Даний варіант алгоритму шифрує дані блоками по 48 бітів, використовуючи при цьому 48-бітний ключ шифрування. У процесі шифрування виконується 16 раундів перетворень (це рекомендоване автором алгоритму кількість раундів), в кожному з яких над оброблюваним блоком даних проводяться такі дії (рис. 1):

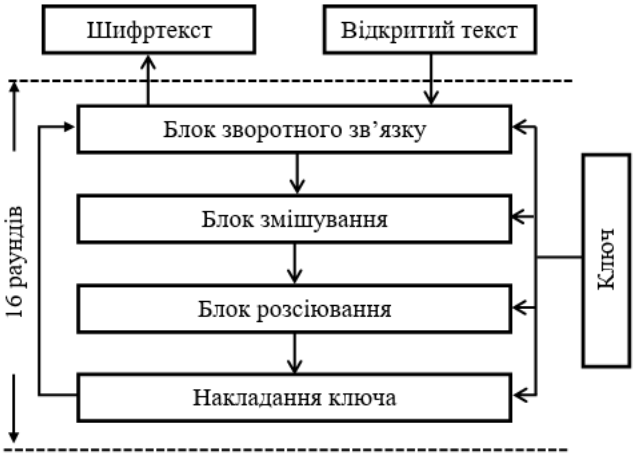


Рис. 1. Узагальнена схема

1. перемішування (або змішування) перетворення. Виконується нелінійне перетворення даних, отриманих в результаті попередньої операції, шляхом табличної заміни, що залежить від значення конкретного біта ключа раунду. Причому така залежність є досить простою: якщо значення керуючого біта дорівнює 1, виконується таблична заміна S_0, в іншому випадку використовується таблиця S_i;

2. розсіювання, що складається з перенаправлення вхідних бітів таким чином, що значення всіх вхідних бітів міняються міс-

цями за певним законом. Ця операція виконується абсолютно незалежно від значення ключа шифрування;

3. накладення ключа. Виконується шляхом побітового застосування операції XOR до результату попередньої операції і відповідним бітам ключа раунду. В кожному раунді шифрування потрібно 108 бітів ключової інформації:

– 48 бітів для блоку зворотного зв'язку;
– 12 бітів для блоку перемішування;
– 48 бітів для блоку накладення ключа [8, 9, 12].

Надалі буде описана друга версія цього шифрування, а саме — «Люцифер 2», що була опублікована у 1975 році.

Цей шифр має такі характеристики (операція або ітерація надалі буде замінена словом раунд):

– 128-бітний ключ, даний простір є досить великим для ключа, навіть за сьогоднішніми стандартами;
– 128-бітові блоки, дана кількість простору також вважається достатньою й сьогодні;
– для обробки 128-бітові блоки розділяють по 16 байт;
– схема Фейстеля складається з 16 раундів;
– у кожному раунді 8 байт правої половини R_i блоку (дорівнює 64 біти) обробляються квазі паралельно. Іншими словами, кожний раунд опрацьовує 8 блоків, тобто 1 байт, незалежно від інших;
– кожен раунд складається (включає в себе операції) з заміни і перестановки. Між деякими ключами біти додаються (операція XOR);
– нелінійність входить в алгоритм тільки шляхом заміни. Нещодавно додані ключі бітів обробляються лінійним способом на даному етапі (фактичному раунді), але згодом переходять до нелінійного заміщення наступного раунду;
– заміщення одного байту починається з розкладанням на дві половини по 4 біта, кожна з яких окремо трансформується підстановкою:

$$S_0, S_1: \ F_2^4 \to F_2^4 \ , \qquad (1)$$

де S_0 і S_1 є фіксованою заміною, що використовується в процесі шифрування.

Лише присвоєння S_0 і S_1 4-бітовим половинам змінюється залежно від певного ключового біта. Дану нелінійну карту булівського типу прийнято називати «*S*-коробки» («*S*-boxes» або *S*-бокси), в той час, коли вони постають ще меншими елементарними блоками карти ядра.

Алгоритм дуже добре підходить для реалізації в апаратних засобах, зокрема, для 8-бітних архітектур. Не є актуальним для ПЗ, так як має численні бітові перестановки.

Способом складання карти ядра з безлічі маленьких (ідентичних або схожих) *S*-боксів часто користуються і на сьогоднішній день. Емпіричне правило є таким: чим менше *S*-боксів, тим більше раундів необхідно виконати задля досягнення захищеності [1].

При розгляді другої версії алгоритму важливо розглянути такі поняття: ключовий розклад, циклічна мапа, *S*-бокси, перестановка.

Спершу розглянемо ключовий розклад. Позначимо 16 байтів ключа $k \in F_2^{128}$ як $k = (k_0, \dots, k_{15}) \in (F|\ |2^8)^{16}$.

Раунд (або ж цикл) включає вибір $\alpha_i(k) = \left(\alpha_{ij}(k)\right)_{0 \le j \le 7}$ з восьми байтів $\alpha_{ij}(k) = k_{7i+j-8mod16}$.

Ця формула виглядає доволі складною, однак описує досить просту схему вибору, відображену у табл. 1.

Таблиця 1

СХЕМА КЛЮЧОВОГО РОЗКЛАДУ

Раунд (цикл)	Позиція							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	7	8	9	10	11	12	13	14
3	14	15	0	1	2	3	4	5
4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	12	13	14	15	0	1	2	3
6	3	4	5	6	7	8	9	10
7	10	11	12	13	14	15	0	1
8	1	2	3	4	5	6	7	8
9	8	9	10	11	12	13	14	15
10	15	0	1	2	3	4	5	6
11	6	7	8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	0	1	2	3	4
13	4	5	6	7	8	9	10	11
14	11	12	13	14	15	0	1	2
15	2	3	4	5	6	7	8	9
16	9	10	11	12	13	14	15	0

З кожним новим циклом вибір циклічно зсувається на 7 позицій. Необхідно зазначити, що кожен байт опиняється в кожному положенні рівно один раз. Положення повідомляє, до якого байту з фактичних 64-бітових блоків відносяться фактичний ключовий байт. Крім того, $\alpha_{i0}(k)$ байт у положенні 0 служить як «контрольним байтом».

Таблиця 2

ЛІВА ТА ПРАВА ЧАСТИНА АЛГОРИТМУ ЦИКЛІЧНОЇ МАПИ

64	64							
L	*R*							
	r_0	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
	8	8	8	8	8	8	8	8

Розглянемо циклічну мапу. В *i*-ому раунді (циклі) вхід, тобто права 64-бітна частина фактичного блоку, розділена на вісім байтів $r = (r_0, \ldots, r_7)$, відображено у табл. 2.

j-ий номер байту перетворюється в наступний спосіб цього раунду (циклу), зображено на рис. 2:

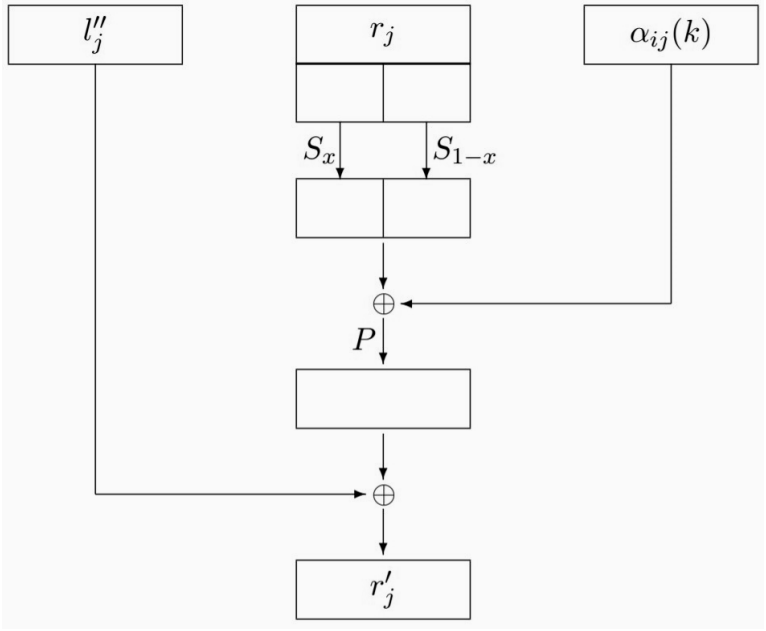


Рис. 2. Метод перетворення *j*-ого байту

На цій схемі $l_j^{''}$ є фіксованою вибіркою, що складається з восьми бітів лівої сторони актуального блоку.

Контрольний біт трансформації $\alpha_{i1}(k) = (b_0,\ldots,b_7)$ обирається справа наліво, $x=b_{7-j}$.

Виразність мапи ядра f прослідковується на зображенні на рис. 2, явна формула не є компактною, тому вона опускається.

S-бокси $S_0, S_1: F_2^4 \to F_2^4$ наведені таблицею значень. При цьому 4-бітові блоки записуються шістнадцятковою системою. Описані S-бокси відображені табл. 3 і 4.

Таблиця 3

S-БОКС $S_0(X)$, ОПИСАНИЙ 16-вою СИСТЕМОЮ

$x =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
$S_0(x) =$	C	F	7	A	E	D	B	0	2	6	3	1	9	4	5	8

Таблиця 4

S-БОКС $S_1(X)$, ОПИСАНИЙ 16-вою СИСТЕМОЮ

$x =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
$S_1(x) =$	7	2	E	9	3	B	0	4	C	D	1	A	6	F	8	5

Перестановки P переставляє біти байту таким чином:

$$P: F_2^8 \to F_2^8, (z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7)$$
$$\to (z_2, z_5, z_4, z_0, z_3, z_1, z_7, z_6).$$

Побітове додавання лівої половини до перетвореної (або трансформованої) правої частини наслідує престановку, опи сану такими діями:

Розділити ліву половину фактичного блоку на вісім байт:

$$L = (l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7).$$

Циклічно обернених після кожного кроку. Тоді при r_j вони знаходяться в позиції $(l_0', \ldots, l_7') = (l_j, \ldots, l_{7+j \bmod 8})$.

Нарешті побудувати байт $l_j^{''}$ в якості $l_j^{''} = (Bit0 з l_7', Bit1 з l_6', Bit0 з l_2', \ldots)$ і т.д. в порядку (7, 6, 2, 1, 5, 0, 3, 4), та додати його до r_j.

Третя версія, як і друга, використовує мережу Фейстеля, вона оперує над 32-бітними блоками з 64-бітовим ключем і 128-бітними блоками з 128-бітними ключами. Необхідно відзначити, що у третій версії раундова функція шифрування доволі спрощена — спочатку зашифрований підблок пропускався через шар 4-бітних *S*-блоків (аналогічно верствам в SP-мережах, тільки *S*-блок є сталим і не залежить від ключа), потім до нього додавався раундовий ключ, після чого результат пропускався через P-блок [14].

Стверджують, що четвертий варіант схожий одночасно на попередні. Як і в другому варіанті, тут виконується розбиття 128-бітного блоку, який шифрується, на два підблока, один з яких обробляється таким чином:

1. Виконується накладення ключа раунду шляхом застосування операції XOR бітам оброблюваного підблока і 64-бітного фрагмента ключа раунду KX_t (t — номер поточного раунду).

2. Керована ключем таблична заміна виконується досить схоже на перший та третій варіанти алгоритму Люцифер. Таблиці визначені в такий спосіб (табл. 5).

3. Виконується фіксована перестановка (P) бітів підблоку згідно табл. 6.

Таблиця 5

ВХІДНІ ЗНАЧЕННЯ ТА БЛОКИ

	Вхідні значення															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S_o	12	15	7	10	14	13	11	0	2	6	3	1	9	4	5	8
S_j	7	2	14	9	3	11	0	4	12	13	1	10	6	15	8	5

Таблиця 6

ТАБЛИЦЯ ЗНАЧЕНЬ БІТІВ

10	21	52	56	27	1	47	38	18	29	60	0	35	9	55	46
26	37	4	8	43	17	63	54	34	45	12	16	51	25	7	62
42	53	20	24	59	33	15	6	50	61	28	32	3	41	23	14
58	5	36	40	11	49	31	22	2	13	44	48	19	57	39	30

Значення вхідного біта 10 (біти нумеруються зліва направо, починаючи з 0-го) поміщається в вихідний біт 0, значення 21-го біта — в біт 1 і т. д.

4. Результат попередньої операції накладається на необроблений підблок операцією XOR.

5. Субблоки міняються місцями (у всіх раундах, крім останнього).

Всього виконується 16 раундів описаних вище перетворень.

Процедура розширення ключа вирішує завдання отримання 16 ключів раундів по 72 біта кожен (64 біта KX_t і 8 бітів KS_t) з вихідного 128-бітного ключа шифрування. Розширення виконується досить простим способом:

– як фрагмента KS_t використовується перший байт ключа шифрування (вважаючи байти ключа зліва направо, починаючи з 1);

– в якості фрагмента KX_t використовуються перші 8 байтів ключа шифрування (т. е. перший байт ключа використовується в обох фрагментах);

– ключ шифрування циклічно зсувається вліво на 7 байтів, після чого аналогічно «набираються» фрагменти ключа для наступного циклу.

Четвертий варіант може бути реалізований як програмно, так і апаратно.

Криптографічні аналізи перших двох варіантів алгоритму не здобули поширення, деякої «популярності», тому детально розглянемо криптографічний аналіз інших варіантів алгоритму.

У 1991 році Елі Біхам і Аді Шамір досліджували варіант № 3. Для визначеності вони використовували перестановку P з алгоритму DES, а в якості таблиць S_0 і S_i були взяті рядки 3 і 4 таблиці замін S {алгоритму DES}. Згідно 8-раундовому варіанту № 3 з 32-бітовим блоком, розкривається при наявності всього 24 обраних відкритих текстів і відповідних їм шифротекст шляхом виконання порядку 221 тестових операцій шифрування. У тій же роботі Біхам і Шамір описали можливу атаку на аналогічний алгоритм з 128-бітовим блоком, для успішного здійснення якої потрібно 60–70 обраних відкритих текстів і порядку 253 операцій шифрування.

Крім того, Біхам і Шамір стверджували, що варіант № 4 є ще слабшим. Останнє твердження було доведено в роботі, яку опублікували Ішаі Бен-Аройо і Елі Біхам в 1993 році. У ній змальована атака на варіант № 4 алгоритму Lucifer, в якому виявилося підмножина ключів, яка мала ризиковий результат: близько 55 % усіх можливих значень ключа, слабких до диференціального криптоаналізу. При використанні ключа шифрування з даної підмножини алгоритм розкривається при наявності 236 обраних відкритих текстів [2, 4].

Література

1. Артур Соркін: Люцифер, криптографічний алгоритм. (1984), 22–41.
2. Суканя С. Систематизація 256-бітового легкого блочного шифру Марвіна «підрозділ Інституту інженерії та менеджменту» / Суканя Саха — Колката. — 12 с.
3. Криптологія Частина II: Шифри Бітблока — Saarstraße 21 D-55099 Майнц, 2016. — 153 с. — (Informatik der Johannes-Gutenberg-Universit¨at). — (К. Поммеренінг, Бітблокові шифри).
4. Junod, Pascal & Canteaut, Anne. Розширений лінійний криптоаналіз шифрів блоку та потоку. — IOS Press, 2011. — ст. 2.
5. Наберіть «Ш» для шифру // Вибрані області в криптографії: 13-й міжнародний семінар, SAC 2006, Монреаль, Канада, 17–18 серпня 2006 р .: переглянуті вибрані документи. — Спрингер, 2007. — ст. 77. Криптографічні булеві функції та програми. — Академічна преса, 2009. — ст. 164.
6. Кац, Джонатан. Вступ до сучасної криптографії / Джонатан Кац, Єгуда Лінделл. — CRC Press, 2008. — ст. 166–167.
7. Габидулин Э. М., Кшевецкий А. С., Колыбельников А. И. Защита информации: учебное пособие — М.: МФТИ, 2011. — 225 ст.
8. Баричев С. Г., Гончаров В. В., Серов Р. Е. Основы современной криптографии — 3-е изд. — М.: Диалог-МИФИ, 2011. — 176 ст.
9. LUCIFER: the first block cipher [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: http://www.quadibloc.com/crypto/co0401.htm.
10. Хоффман Л. Современные методы защиты информации / пер. с англ. — М. Сов. радио, 1980. — 264 с.

References

1. Arthur Sorkin: Lucifer, a cryptographic algorithm. Cryptologia 8 (1984), 22–41.
2. Sukanya S. Systematization of a 256-bit lightweight block cipher by Marvin "unit of the Institute of Engineering and Management" / Sukanya Saha — Kolkata. — 12 sec.
3. Cryptology Part II: Bitblock Ciphers — Saarstraße 21 D-55099 Mainz, 2016. — 153 p. — (Informatik der Johannes-Gutenberg-Universit¨at). — (K. Pommerening, Bitblock Ciphers).
4. Junod, Pascal & Canteaut, Anne. Advanced Linear Cryptanalysis of Block and Stream Ciphers. — IOS Press, 2011 — Art. 2.
5. Dial ‘C’ for Cipher // Selected Areas in Cryptography: 13th International Workshop, SAC 2006, Montreal, Canada, August 17–18, 2006: revised selected papers. — Springer, 2007 — Art. 77.
6. Cryptographic Boolean functions and applications. — Academic Press, 2009. — Art. 164.

7. Katz, Jonathan. Introduction to Modern Cryptography / Jonathan Katz, Yehuda Lindell. — CRC Press, 2008. — p. 166-167.
8. Gabidulin E. M., Kshevetsky AS, Kolybelnikov AI Information protection: a textbook — M .: MFTI, 2011. — 225 Art.
9. Barichev SG, Goncharov VV, Serov RE Fundamentals of modern cryptography — 3rd ed. — M. : Dialogue-MIFI, 2011. — 176 Art. 10. LUCIFER: the first block cipher [Electronic resource] — Resource access mode: http://www.quadibloc.com/crypto/co0401.htm.
10. Hoffman L. Modern methods of protection of information / trans. with English. — M. Sov. Radio, 1980. — 264 p.

Статтю подано до редакції 08.09.2019 р.

УДК 330.3 DOI: 10.33111/mise.98.3

Бєгун А.В., к. е. н.,
професор кафедри інформаційного менеджменту,
Гриценко К.А.,
студентка 3-го курсу спеціальності "Системний аналіз",
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Biehun A.V., PhD in Economics,
Professor of the Information Management Department,
Hrytsenko K.A.,
3rd year Student at the "System analysis" speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

SYSTEM INVESTMENT OF UKRAINE INVESTMENT POLICY

Анотація. *Кожна держава світу зобов'язана проводити та реалізовувати раціональну економічну політику. Це явище вважається складним, так як складається з чималої кількості взаємопов'язаних і невід'ємних елементів. Однією зі складових економічної політики є інвестиційна політика держави.*
Проблема інвестицій в країні пов'язана не тільки з обсягами, але і структурою, а також ефективістю їх використання, що вимагає значних нормотворчих і організаційних зусиль як від влади, так і від окремих підприємств і фінансових інститутів.
Інвестиції, як дуже важливий параметр, яким визначається макроекономіка, роблять значний вплив на неї. Вони являють собою капітал, який викуповує компанія, для того щоб збільшити свою продуктивність і максимізувати прибуток.
За своїм впливом інвестиції запускають так звану ланцюгову реакцію, що сприятливо позначається на економіці як окремого підприємства,

так і держави загалом. При збільшенні кількості вкладів зростає національний дохід, тобто загальний прибуток від усіх видів діяльності в межах однієї країни. Це означає, що повністю повинне бути викорінене безробіття, чого в реальному житті, звичайно, неможливо домогтися. До того ж чим вищий рівень споживання якогось товару або послуги, тим вищий попит на них, тим більшим буде національний дохід, а це тягне за собою початковий приріст кількості вкладів.
Однак у цілому державне регулювання залученими обсягами національних та іноземних інвестицій і на сучасному етапі залишається недостатньо продуманим, суперечливим і малоефективним. Одна з причин цього — відсутність чітко визначених пріоритетів розвитку економіки, сформульованої концепції національних інтересів, без якої неможливо створити сприятливе інвестиційне середовище, забезпечене комплексною законодавчою базою, відповідними виконавчими структурами, жорстким механізмом контролю.
Актуальність теми дослідження визначається необхідністю розробки нових підходів до управління інвестиційними процесами в Україні на основі загальнотеоретичних досліджень та аналізу досвіду зарубіжних країн.
***Ключові слова**: інвестиції, дохід, економічна, політика, структура, системний аналіз.*

***Abstract.** Every country in the world is obliged to implement and implement sound economic policies. This phenomenon is considered complicated because it consists of a large number of interrelated and integral elements. One of the components of economic policy is the state's investment policy.*
The problem of investment in the country is connected not only with the volume, but also with the structure and efficiency of their use, which requires considerable legislative and organizational efforts both from the authorities, as well as from individual enterprises and financial institutions.
Investment, as a very important parameter that determines the macroeconomics, has a significant impact on it. They are the capital that a company buys in order to increase its productivity and maximize profits.
By their influence, investments trigger the so-called chain reaction, which favorably affects the economy of both the individual enterprise and the state as a whole. As the number of deposits increases, national income increases, that is, the total income from all activities within one country. This means that unemployment must be completely eradicated, which is, of course, impossible to achieve in real life. In addition, the higher the consumption of a product or service, the higher the demand for them, the greater the national income, which entails an initial increase in the number of deposits.
However, on the whole, state regulation of attracted volumes of national and foreign investments, and at the present stage, remains insufficiently thought out, contradictory and ineffective. One of the reasons for this is the absence of clearly defined economic development priorities, a formulated concept of national interests, without which it is impossible to create a favorable investment environment, provided with a comprehensive legislative framework, appropriate executive structures, rigid control mechanism.
The relevance of the research topic is determined by the need to develop new approaches to the management of investment processes in Ukraine on the basis of theoretical studies and analysis of the experience of foreign countries.
***Keywords**: relevance, income, economic, policy, structure, system analysis..*

Вступ: Інвестиційні ресурси у світі — це один з найвагоміших чинників економічного розвитку будь-якої країни. Надходження іноземних інвестицій життєво важливе для виходу з сучасної

економічної кризи, подолання спаду виробництва та покращання якості життя українців.

Постановка проблеми: Здобуття незалежності України принесло період економічних реформ і трансформацій, що мали європейський економічний вектор спрямування. Як результат таких дій вбачалися доволі перспективні наслідки — соціально-розвинута європейська економіка, що має потужний цивільний промисловий комплекс, значний сегмент послуг та ефективний державний сектор. Вважалось, що основною ціллю державної інвестиційної політики в Україні має стати досягнення сприятливого інвестиційного клімату, який призведе до припливу інвестицій в її економіку. Саме тому важлива роль у цьому механізмі відводилася науково-обґрунтованій інвестиційній політиці держави, бо лише вона може визначити реальні джерела, напрями, структуру інвестицій, здійснити раціональні й ефективні заходи для виконання загальнодержавних, регіональних і місцевих соціально-економічних і технологічних програм, відтворити процеси на макро- й мікроекономічному рівнях.

На сьогодні в Україні сформовано широку базу інвестиційного законодавства. Розгалуженість її норм зумовлює необхідність їхньої систематизації та поетапного розподілу залежно від часу ухвалення й результатів, що були досягнуті з їхнім ухваленням.

Метою статті є використання системного аналізу для розробка теоретико-методологічних основ державної інвестиційної політики національної економіки і практичних рекомендацій щодо визначення напрямів та інструментів стимулювання інвестиційної діяльності задля активізації розвитку національної економіки.

Виклад основного матеріалу: Сьогодні, незважаючи на світову фінансову кризу, яка в Україні поглиблюється, зокрема за рахунок нестабільної політичної ситуації, наша країна має всі шанси вийти на двозначний річний обсяг іноземних інвестицій. За даними державної статистики лише в першому півріччі 2008 року потік прямих інвестицій в Україну становив 6,708 млрд доларів США [6].

Дослідження інвестиційного ринку України слід розпочати з аналізу інвестиційної діяльності, оскільки стан інвестиційного ринку прямо залежить від інвестиційної політики та інвестиційної діяльності, що проводиться. У табл. 1 подано показники інвестування економіки України, а також розрахунки, необхідні для порівняння частка інвестицій у ВВП із нормативним показником у 2011–2017 рр.

Таблиця 1

ПОКАЗНИКИ ІНВЕСТУВАННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В 2011-2017 РОКАХ

Показники	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ВВП у фактичних цінах, млрд грн	1316,6	1408,9	1454,9	1566,7	1979,5	2383,2	2982,9
Капітальні інвестиції у факт. цінах, млрд грн	241,3	273,6	249,9	219,4	273,1	359,2	448,5
Капітальні інвестиції, (% ВВП)	18,3	19,4	17,2	14,0	13,8	15,1	15,0

Дані табл. 1 показують, що номінальний ВВП України за досліджуваний період мав зростаючий характер. Номінальний ВВП у 2017 році становив 2982,9 млрд грн, а реальний ВВП порівняно з 2016 р. збільшився на 2,5 %. Що стосується капітальних інвестицій, то в цілому також простежується зростання, окрім 2013 та 2014 років.

Однак, зворотна динаміка спостерігається щодо співвідношення капітальних інвестицій до ВВП, а цей показник вважається важливим індикатором економічної безпеки країни в усьому світі. Так, у динаміці 2011–2017 років рівень капітальних інвестицій у відсотках до ВВП коливався в межах 13–19 %, найнижче значення показав у 2014 і 2015 роках — 13,8 % і 14 % відповідно. Станом на 2017 р. в Україні капітальні інвестиції склали 15 % від ВВП при загальновизнаному нормативному значенні у 25 %. Це свідчить про дефіцит інвестиційних ресурсів в Україні та послаблення її інвестиційної активності. У Чехії та Польщі в періоди активного зростання економіки ці показники складали 30–70 %). Тобто, Україні також потрібно збільшувати інвестиції, і вони мають сягати понад 25–30 % від ВВП щорічно.

За підсумками січня–червня 2018р. індекс капітальних інвестицій в Україні склав 126,5 %. В абсолютному виразі за аналізований період вітчизняними підприємствами та організаціями за рахунок усіх джерел фінансування освоєно 206,9 млрд грн капітальних інвестицій, що на 26,5 % більше від обсягу капітальних інвестицій за відповідний період 2017 р. На рис. 1 представлено щоквартальний індекс капітальних інвестицій, що відображає зміну обсягів капітальних інвестицій за періоди, що обрані для порівняння. Він розраховується як відношення вартості активів, в які інвестовано кошти в певному періоді, продефльованої на відповідні індекси цін, до середньої вартості активів, в які інвестовано кошти в базисному році.

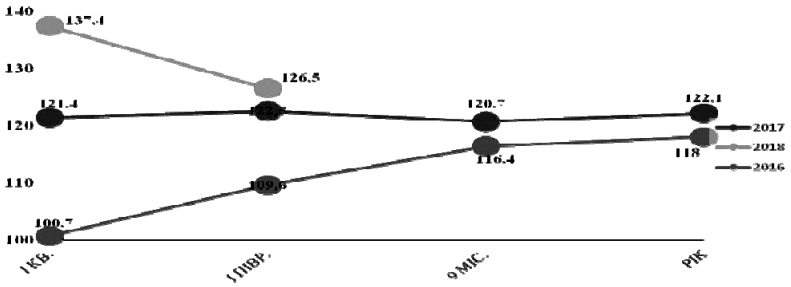


Рис. 1. Індекс капітальних інвестицій
(у % до відповідного періоду попереднього року,
наростаючим підсумком)

Обсяги залучення капітальних інвестицій в економіці України у 2017 р. за рахунок усіх джерел фінансування освоєно 412,8 млрд грн капітальних інвестицій, що на 22,1 % більше від обсягу капітальних інвестицій за відповідний період 2016 р. Динаміку капітальних інвестицій у 2007–2017 рр. представлено на рис. 2.

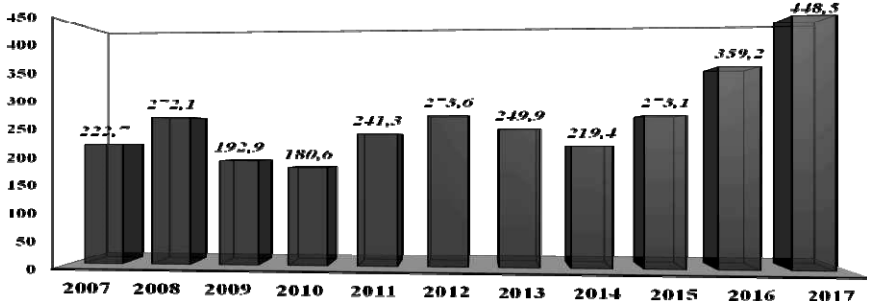


Рис. 2 Динаміка обсягів капітальних інвестицій
у 2007–2017 рр., млрд грн

З наведеного рисунку можна зауважити, що з 2014 року динаміка обсягу капітальних інвестицій має зростаючий характер. За аналізований період мінімальне значення показник мав у 2009 і 2010 роках, це було зумовлено наслідками світової економічної кризи та її негативний вплив на економіку країни в цілому. У 2014 році також спостерігається скорочення обсягів інвестицій. Загострення військового протистояння, анексія Автономної Республіки Крим у поєднанні зі зростанням витрат-

ності виробництва та зменшенням внутрішнього споживчого попиту зумовили погіршення динаміки залучення капітальних інвестицій [6].

У рамках дослідження інвестиційних ринків України було проведено аналіз обсягів капітальних інвестицій станом на 2017 рік за різними класифікаційними ознаками.

Капітальні інвестиції за джерелами фінансування представлені у табл. 2.

Аналіз засвідчив, що у 2017 році основним джерелом фінансування капітальних інвестицій є власні кошти підприємств та організацій, за рахунок яких освоєно 69,9 % загального обсягу, що в абсолютному значенні складає 288644,2 млн грн.

Таблиця 2

КАПІТАЛЬНІ ІНВЕСТИЦІЇ ЗА ДЖЕРЕЛАМИ ФІНАНСУВАННЯ У 2017 РОЦІ

	Освоєно (використано) капітальних інвестицій у 2017	
	млн грн	у % до загального обсягу
Усього	**412812,7**	**100,0**
у т. ч. за рахунок		
коштів державного бюджету	14324,6	3,5
коштів місцевих бюджетів	38175,9	9,2
власних коштів підприємств та організацій	288644,2	69,9
кредитів банків та інших позик	21826,9	5,3
коштів іноземних інвесторів	5667,1	1,4
коштів населення на будівництво житла	32288,1	7,8
інших джерел фінансування	11885,9	2,9

Для порівняння в табл. 2 наведено обсяг капітальних інвестицій за джерелами фінансування за перше півріччя 2018 року.

Наприклад у першому півріччі 2018 року (січень–червень), як і в 2017 році, основним джерелом фінансування капітальних інвестицій залишаються власні кошти підприємств та організацій, за рахунок яких освоєно 75,4 % загального обсягу, що складає 156037,4 млн грн.

Капітальні інвестиції за рахунок коштів держави займають незначну частку, в середньому 3,5 % від загальної суми капітальних інвестицій. При переході на ринкові відносини зменшення дер-

жавного фінансування вважається закономірним, але говорячи про дані за аналізований період, частка державних інвестицій є дуже незначною. Це відображає недосконалість інвестиційної політики країни.

Частка капітальних інвестицій за рахунок іноземних інвесторів також незначна, в середньому 0,2 %.

Частка кредитів банків та інших позик у загальних обсягах становила 7,5 %.

Така структура джерел фінансування інвестицій, зокрема домінування в ній внесків за рахунок власних коштів підприємств та організацій, ставить у залежність розвиток вітчизняних підприємств і їх інвестиційну активність від їх прибутковості.

За результатами аналізу капітальних інвестицій за видами економічної діяльності станом на 2017 рік можна сказати, що найбільшу частку капітальних інвестицій залучає промисловість — 33,1 %, що складає 136490,1 млн грн, сільське господарство — 14 %, тобто 57804,7 млн грн і будівництво — 12,3 %, тобто 50640,4 млн грн [6].

Варто зазначити, що галузева структура інвестицій в основний капітал не є оптимальною: інвестиції в промисловість не становлять навіть половини обсягів усіх інвестицій, тоді як вартість основних фондів є домінуючою, а сільське господарство маючи надзвичайно великий потенціал, інвестується взагалі незначною мірою.

На сьогодні найбільший обсяг інвестицій надходить у промисловість. Отже, цього року на неї припадає 33,1 % внутрішніх і 29,4 % іноземних інвестицій. Втім, це пояснюється ефектом масштабу (часткою вкладу в економіці), а не реальною привабливістю галузі для інвесторів. Про це, зокрема, свідчать середньорічні індекси капітальних інвестицій за галузями.

Перші місця за обсягами залучених внутрішніх та іноземних інвестицій посідають виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів і металургія. Їхні частки наприкінці становили відповідно 17 % та 11,9 % внутрішніх інвестицій і 18,7 % і 39,7 % прямих іноземних інвестицій. Проте, на превеликий жаль, незначними є інвестиції в локомотив прогресу — машинобудування, відтворення основних засобів якого формує цикли економічного піднесення.

Аналіз міжнародної інвестиційної діяльності України у 2017 році зображено на рис. 3.

Рис. 3. Міжнародна інвестиційна діяльність України в 2017 році

Попри численні заходи для поліпшення інвестиційного клімату, Україна поки не є інвестиційно-привабливою економікою. Про це свідчать дані аналізу, іноземні капіталовкладення, здійснені із початку року — 2,618 млрд дол. США. Так, іноземний акціонерний капітал в Україні на 1 січня 2018 року становив 42,535 млрд дол., а станом на 1 жовтня — 45,153 млрд дол.

Між тим з України за кордон було направлено всього 28 млн дол. США.

За даними Держстату, найбільше український бізнес, що займається інвестиціями за кордоном, вкладає в науково-технічну діяльність, фінанси та страхування. Натомість кошти, які надходять до України, найчастіше направляються у фінансовий сектор і видобувну промисловість. Тобто Україна, по суті, стимулює технічний прогрес інших країн, тоді як сама є виробничо-сировинною економікою зі слабкою банківською системою.

У рейтингу «Doing Business 2018» Україна піднялась на +4 пункти і посіла 76 позицію зі 190 країн світу. Найбільший прогрес Україна продемонструвала у таких складових рейтингу: +105 пунктів (за 140-го на 35-те місце) по компоненту «одержання дозволів на будівництво» — завдяки зменшенню пайової участі в Києві з 10 до 2 % та зниженню вартості послуг з технагляду; + 41 пункт по "сплаті податків" за зменшення та уніфікацію ставки ЄСВ.

Україна, незважаючи на позитивні політичні перетворення, знаходиться в глибокій економічній кризі.

Відповідно, інвестицій, у тому числі і іноземних потребує більшість галузей і секторів національного господарства. Однак,

найперспективнішою в стратегічному плані, та з точки зору економічного зростання, і його внутрішнього джерела — підприємництва, є видобувна та переробна промисловості. Також значного рівня в стратегічному плані має сільське господарство та агропромисловість. З позицій інституціональних змін і трансформації економічної структури важливою є орієнтація інвестиційної діяльності на диверсифіковані, вертикально-інтегровані виробничі комплекси, що включають суб'єкти підприємництва видобувних, сільськогосподарських і переробних галузей. В тактичному плані досить перспективними є вкладення в туризм.

Наразі в Україні діє ряд консультативних і дорадчих установ, які спеціалізуються на питаннях інвестицій. Зокрема це:

1. Офіс залучення інвестицій (UkraineInvest) — постійно діючий дорадчий орган при Кабінеті Міністрів України, що був створений постановою Уряду в жовтні 2016 року з метою залучення в Україну прямих іноземних інвестицій та вдосконалення іміджу держави як привабливої для інвестування країни

2. Український центр сприяння інвестиціям та торгівлі (ITFC) — незалежна некомерційна організація, яка слугує експертною платформою поєднуючи експертів. Що спеціалізуються на питаннях інвестицій, торгівлі та торговельної політики з міжнародним досвідом і розумінням специфіки ведення бізнесу.

3. Національна інвестиційна рада — консультативно-дорадчий орган при Президентові України. Основними завданнями Ради є: розроблення пропозицій щодо стимулювання та розвитку інвестиційної діяльності в Україні, формування привабливого інвестиційного іміджу України, у тому числі з урахуванням найкращої міжнародної практики; сприяння формуванню основних напрямів державної політики щодо поліпшення інвестиційного клімату в Україні; напрацювання пропозицій щодо стратегічних напрямів розвитку інвестиційного потенціалу України; вивчення ініціатив та потенційних пропозицій щодо інвестиційних проектів; аналіз та узагальнення проблем, які перешкоджають інвестуванню в економіку України; участь в опрацюванні проектів актів законодавства з питань інвестиційної діяльності [8].

Висновки: Підсумовуючи сказане, можна зробити такі висновки:

1. Державна інвестиційна політика національної економіки потребує відповідного обґрунтування цілей, змісту і значення для економіки загалом і встановлення її взаємозв'язку з економічною політикою зокрема.

2. Сформоване уявлення щодо сутності та процесу формування державної інвестиційної політики національної економіки як

система заходів, вживаних на національному рівні відповідними органами державного управління, котрі визначають обсяг, структуру та основні напрями вкладень коштів, ресурсів, праці, капіталу, інтелектуальної власності тощо на основі узгодження економічних інтересів всіх учасників інвестиційного процесу.

3. Визначено регуляторні інструменти та методи державної інвестиційної політики за вмілого застосування котрих досягаються поставлені цілі та визначені завдання.

4. Виявлено тенденції інвестиційної політики України, які характеризуються зростанням кількості інвестиційних угод. Встановлено, що дієвим механізмом інвестиційної політики є державно-приватне партнерство та індустріальні (промислові) парки.

Станом на 1 січня 2018 року на засадах державно-приватного партнерства в Україні реалізується 177 проектів, також пріоритет віддається створенню індустріальних парків.

Література

1. Альошин С. Ю. Науково-методичні підходи до оцінки стану інноваційного розвитку промислового підприємства / С. Ю. Альошин // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2014. — № 46. — С. 303–309.

2. Дмитрів В. І. Світовий досвід фінансового регулювання інвестиційно-інноваційної діяльності / В.І.Дмитрів // Ефективна економіка. — 2014. №7. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3214

3. Akamatsu, K. A historical pattern of economic growth in developing countries / K. Akamatsu // Journal of Developing Economies. — 1962. — Vol. 1(1). — P. 3–25.

4. Державна служба статистики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.ukrstst.rada.gov.ua

5. Державні цільові програми. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&tag=Derzhavni Tsilovi Programi

6. Денисенко М. П. Організаційно-економічний механізм інвестування : [моногр.] / М. П. Денисенко. — К. : Наук. світ, 2018. — 414 с.

References

1. Alyoshin S. Yu. Scientific-methodological approaches to the evaluation of the state of innovative development of industrial enterprise / S. Yu. Alyoshin // Bulletin of the economy of transport and industry. — 2014. — № 46. — P. 303–309.

2. Dmitrov VI World experience of financial regulation of investment and innovation activity / VI Dmitrov // Effective economy. — 2014. # 7. [Electronic resource]. — Access mode: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3214

3. Akamatsu, K. A historical pattern of economic growth in developing countries / K. Akamatsu // Journal of Developing Economies. — 1962. — Vol. 1 (1). –P. 3–25.

4. State Statistics Service [Electronic resource]. — Access mode: http://www.ukrstst.rada.gov.ua

5. State targeted programs. [Electronic resource]. — Access mode: http://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=en-UA&tag=Derzhavni Tsilovi Programs

6. Denisenko MP Organizational and economic mechanism of investment: [monogr.] / MP Denisenko. — K.: Sciences. World, 2018 — 414 p.

Статтю подано до редакції 18.09.2019 р.

УДК 330.342.3/4 DOI: 10.33111/mise.98.4

Борисов Є.М., канд. фіз.-мат. наук,
доцент кафедри вищої математики,
Барвінок А.С.,
аспірант кафедри статистики,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Borisov E. M.,
Candidate of Physics and Mathematics Sciences
Associate Professor of the Higher Mathematics Department,
Barvinok A. S.,
Postgraduate Student of the Statistics Department,
Kyiv National Economic University named Vadym Hetnam

ПОНЯТТЯ ТА СУТНІСТЬ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ КРАЇНИ

THE CONCEPT AND ESSENCE OF INCLUSIVE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY

Анотація. *Інклюзивний розвиток — економічне, екологічне та соціальне зростання, що створює можливості для всіх верств населення і розподіляє дивіденди збільшення процвітання, як у грошовому, так і в негрошовому відношенні. Інклюзивне зростання виходить за рамки одновимірного зростання ВВП. Важливі також робочі місця, навички, освіта, охорона здоров'я, навколишнє середовище та активна участь у економіці та суспільстві. Інклюзивне зростання означає як темпи, так і розподіл економічного зростання. Для того, щоб зростання було стійким і ефективним у зменшенні бідності, воно має бути інклюзивним.*

В статті оцінюється єдина міра інклюзивного зростання для ринків, що розвиваються, інтегруючи їх результати економічного зростання та розподіл доходу. Розподіл країн калібрується комбінуванням ВВП на душу населення та розподілом доходу. Застосовується мікроекономічна концепція функції соціальної мобільності на базі макроекономічного рівня для вимірювання інклюзивного зростання, ближчого до абсолютного визначення зростання. Результати свідчать про те, що макроекономічна стабільність, людський капітал та структурні зміни є основою для досягнення інклюзивного зростання. Роль глобалізації також може бути позитивною при прямих іноземних інвестиціях та відкритість торгівлі сприяє більшій інклюзивності, одночасно поглиблюючи фінансові та технологічні зміни не мають помітного ефекту.
Статистичний аналіз інклюзивного розвитку (IDI) пов'язаний із низкою питань, зокрема й теоретико-методологічного характеру. Одна з основних проблем визначення такого аналізу — побудова його основи, відправним початком для розробки якого є визначення поняття інклюзивного розвитку.
Незважаючи на значну кількість наукових праць, які висвітлюють різні підходи до визначення поняття інклюзивного розвитку, слід констатувати, що у економічній літературі так і не сформовано усталеного, повноцінного трактування цього поняття.
Ключові слова: *економічне зростання, зростання бідних, розподіл, справедливість, нерівність, інклюзивне зростання/*

Abstract. *Inclusive development is economic, environmental and social growth that creates opportunities for all segments of the population and distributes dividends to increase prosperity, both in monetary and non-monetary terms. Inclusive growth goes beyond one-dimensional GDP growth. Also important are jobs, skills, education, health care, the environment and active participation in the economy and society. Inclusive growth means both the pace and distribution of economic growth. Growth must be inclusive in order for growth to be sustainable and effective in reducing poverty.*
The article evaluates a single measure of inclusive growth for emerging markets, integrating their economic growth outcomes and income sharing. The distribution of countries is calibrated by combining GDP per capita and income distribution. The microeconomic concept of the social mobility function, based on the macroeconomic level, is applied to measure inclusive growth closer to absolute definition of growth. The results suggest that macroeconomic stability, human capital and structural change are the basis for inclusive growth. The role of globalization can also be positive for FDI and trade openness contributes to greater inclusivity while deepening financial and technological change to no appreciable effect. Statistical analysis of inclusive development (IDI) is linked to a number of issues, including theoretical and methodological issues. One of the main problems in defining such an analysis is the construction of its basis, the starting point for the development of which is to define the concept of inclusive development. Despite the considerable number of scientific works that cover different approaches to defining the concept of inclusive development, it should be noted that in the economic literature there is no established, full-fledged interpretation of this concept.
Keywords: economic growth, pro-poor growth, distribution, equity, inequality, inclusive growth

Вступ. Інклюзивний розвиток — економічне, екологічне та соціальне зростання, що створює можливості для всіх верств населення і розподіляє дивіденди збільшення процвітання, як

у грошовому, так і в негрошовому відношенні. Інклюзивне зростання виходить за рамки одновимірного зростання ВВП. Важливі також робочі місця, навички, освіта, охорона здоров'я, навколишнє середовище та активна участь у економіці та суспільстві.

Головним інструментом сталого та інклюзивного зростання є продуктивне працевлаштування, яке досягається за рахунок зростання зайнятості (нові робочі місця, заробітна плата та самозайнятість) та зростання продуктивності. Інклюзивне зростання має зосереджуватися на бідних, особливо на тій чи тій частині робочої сили, яка потрапила в діяльність з низькою продуктивністю та / або повністю виключена з процесу зростання.

Вчені пропонують використовувати широкомасштабні показники, включаючи доходи та багатство, стан здоров'я, баланс між роботою та життям, якість навколишнього середовища, умови житла та особисту безпеку для визначення рівня інклюзивного розвитку.

Аналіз нерівності результатів (такі як дохід, багатство, здоров'я та освіта) і можливості (доступ до освіти, робочих місць, фінансів та судової системи) є центральним для розуміння того, наскільки зростання є інклюзивним.

Інклюзивне зростання означає як темпи, так і розподіл економічного зростання. Для того, щоб зростання було стійким і ефективним у зменшенні бідності, воно має бути інклюзивним.

Інклюзивність — концепція, яка охоплює справедливість, рівність можливостей, захист у ринкових та зайнятих переходах — є важливим компонентом будь-якої успішної стратегії зростання. Однак спроби вимірювання інклюзивного зростання залишаються обмеженими. Традиційно, аналіз бідності (або нерівності) та економічного зростання проводився окремо. Останні роботи свідчать про те, що, можливо, не існує компромісу між рівноправністю та ефективністю.

Єдиний показник інклюзивного зростання дозволяє дослідникам і політикам визначити детермінанти зростання та визначити національні обмеження, спрямовані на розвиток інклюзивного зростання.

Щоб розробити життєздатні стратегічні рамки інклюзивного зростання, необхідно визначити характер зростання, який вважається життєво важливим, і диференціювати ці аспекти від тих, які раніше були зосереджені на бідності (незалежно від того, чи визначаються вони за ознаками доходу або без доходу).

Дивлячись уперед, існує ряд невирішених питань і напрямків для майбутніх досліджень. Багато країн відреагували на глобальну фінансову кризу завдяки великим фіскальним стимулам та фінансовим погашенням банків, які вилучаються або стикаються з аскетичністю. Взаємозв'язок між фіскальною консолідацією та інклюзивним зростанням — це область, яка гідна вивчення. Наявність більш деталізованих даних буде важливим для аналізу еволюції інклюзивного зростання на національному та субнаціональному рівнях шляхом надання місцевої лінзи для перегляду інклюзивного зростання. Нарешті, швидкість технологічного прогресу, його охоплення та доступу, а також канали, за допомогою яких вона може сприяти або перешкоджати інклюзивному зростанню, є додатковими напрямками для майбутніх досліджень. Останні зміни в технології, відкриті дані та відкриті ініціативи уряду можуть забезпечити більшу прозорість уряду, економічні можливості та громадянську участь.

Метою статті є огляд й упорядкування сформованих за визначеними критеріями напрямів і підходів до визначення поняття інклюзивного розвитку, висвітлення його соціального, економічного, екологічного змісту для вироблення цілісного розуміння зазначеного поняття та його класифікацію.

Результати. Серед українських науковців можна виділити наукові праці А.В. Базілюка, Т.Г. Затонацької, С.С. Кожемякіної, І.В. Тараненко [5]. В їх працях ідеї видатних західних дослідників багато в чому втрачають свій первісний зміст, і «збагачуються» звичним набором «напрямків і рекомендацій» з інклюзивного (а раніше — «сталого», «збалансованого», «соціально-орієнтованого», «інноваційного» тощо) розвитку. В багатьох роботах міститься лише обґрунтування важливості інклюзивного зростання як основи соціально-економічного розвитку країни через А.В. Базілюка запропоновано два методичні підходи щодо визначення індексу інклюзивного зростання. Перший метод показує скільки держава недоотримає ВВП через бідність, безробіття і боргове фінансування економіки, а другий базується на визначенні інтегрального показника інклюзивного розвитку через визначення рівня доступу до результатів праці.

Існує питання — яким чином забезпечити інклюзивний розвиток країни, що перешкоджає такому розвитку і чому в більшості країн його не забезпечено раніше? Відповідь на це питання складно знайти в дослідженнях світових організацій, незважаючи на їх намагання вимірювати і обчислювати індекси. Тому такий ін-

терес викликала концепція інклюзивних інститутів (далі — КІІ), висунута у роботі американського неоінституціоналіста з Массачусетського технологічного інституту Дарона Аджемоглу (Daron Acemoglu) і гарвардського політолога Джеймса Робінсона (James A. Robinson) [4]

Цінність їх концепції не в тому, що в черговий раз проголошується безумовне: «інститути мають значення» або «інститути вирішують усе». Ґрунтуючись на неоінституційній теорії, автори пояснюють відмінності в економічному і соціальному розвитку різних країн, і чинників, що сприяють або перешкоджають економічному зростанню і накопиченню достатку. Аналогії та паралелі цієї концепції з більш ранніми економічними теоріями, безумовно, існують, як і їх органічний зв'язок і спадкоємність. Звичайні динамічні ряди все частіше доповнюються міждержавними зіставленнями, а місце елементарних виробничих функцій починають займати багатофакторні порівняння. При цьому такі змінні, як норма особистих заощаджень (або норма накопичень) у подібних розрахунках взагалі відсутні. Зате значне місце відводиться тим змінним, які, на думку Р. Берроу, повинні грати негативну роль (масштаби споживання держави, інфляція тощо), і, що особливо істотно, змінним, що характеризують вплив суспільно-політичних відносин (ступінь демократизації суспільства, розподіл влади, дотримання законів, перш за все реальний захист прав власності і контрактних прав) [6].

Останнім часом і представники економічного мейнстриму почали схилятися до думки, що інституційні структури виявляються найглибиннішим джерелом сталого розвитку та економічного зростання, а необхідною умовою цього є здатність економічних інститутів використовувати потенціал інклюзивних ринків, заохочувати технологічні інновації, інвестувати в людський капітал і мобілізувати таланти і навички значного числа людей. Пояснення, чому так часто економічні інститути нездатні досягти цих цілей, — центральна тема досліджень Д. Аджемоглу і Д. Робінсона. Не менш важливе для них розглянути, як саме влада розподілена в суспільстві: які можливості різних груп громадян ставити спільні цілі і досягати їх, а з іншого боку — обмежувати інші групи громадян у досягненні їх цілей. Центральним для концепції Д. Аджемоглу і Д. Робінсона є зіставлення екстрактивних і інклюзивних інститутів. Для цього виконано докладний аналіз закономірностей, методів, прикладів регулювання (взаємозв'язаного розвитку (коеволюції) політичних і еко-

номічних інститутів у багатьох країнах на протязі довгого історичного періоду.

Інклюзивні економічні інститути дозволяють співучасть якщо не усіх, то великої кількості громадян в економічних відносинах з можливістю отримання доходу/прибутку.

Існують обґрунтовані докази того, чому в деяких країнах політичні процеси призводять до створення інклюзивних інститутів, які сприяють зростанню економіки, тоді як у більшості країн світу протягом усієї історії людства політичні процеси вели і ведуть до протилежного результату — утвердження екстрактивних інститутів, що заважають економіці зростати. У ході цього процесу старі технології замінюються новими, нові сектори економіки залучають ресурси за рахунок старих, нові компанії витісняють визнаних раніше лідерів.

Інклюзія (англ. Inclusion — включення, залученість) — це збільшення ступеню участі усіх громадян соціуму у процесі економічного зростання і справедливий розподіл його результатів. Поняття має широке значення і реалізоване в багатьох аспектах, у зв'язку з чим в економічній літературі розглядаються поняття «інклюзивне зростання», «інклюзивні інновації», «інклюзивний розвиток», «інклюзивна економіка» тощо. Інклюзивний розвиток заснований на такому типі економічного зростання, який дозволяє відчути його результати кожному члену суспільства, охоплюючи усі сфери його життя На основі аналізу сучасної економічної літератури, оглядів, доповідей, підготовлених міжнародними експертами для міжнародних організацій, дослідження статистичних даних можна визначити ключові моменти інклюзивного зростання. Інклюзивне зростання — це зростання, яке дозволяє залучити більшу частину трудових ресурсів до ефективної економічної діяльності завдяки чому забезпечити більшій частині населення вищий рівень життя. Значна увага приділяється розподільчим аспектам добробуту і доданню зростанню антидискримінаційної спрямованості.

В Україні стратегія інклюзивного зростання поки що відсутня. На Самміті (Саміті) ООН зі сталого розвитку було озвучено 17 глобальних Цілей сталого розвитку на період до 2030 року, потребує розробки нової стратегії сталого розвитку України на період до 2030 року, проект якої вже існує (з ще добрішими намірами). Для інтеграції власного капіталу та приросту в єдиний захід ми пропонуємо захід включно зростання на основі утилітарної функції соціального добробуту, витягнутої з літератури про вибір споживачів, де інклюзивне зростання залежить від

двох факторів: (i) зростання доходу; та (ii) дохід розповсюдження. Подібно до теорії споживачів, де криві байдужості являють собою змінюється з часом сукупний попит, ми розкладаємо ефект доходу та заміщення в компоненти зростання та розподілу. Основна функція соціального забезпечення повинна бути задовольняють дві властивості для фіксації цих особливостей: (i) вона збільшується в своєму аргументі (захоплювати) розмір зростання) та (ii) він задовольняє властивість передачі — будь-яку передачу доходу бідної людини багатшій людині зменшує значення функції (захоплювати розподіл вимір). Міра інклюзивності базується на концепції кривої концентрації. Ми визначаємо узагальнену криву концентрації, яку ми називаємо соціальною мобільністю крива, така що:

$$S^c \approx \left(y_1 \frac{y_1 + y_2}{2} \dots \dots \dots \frac{y_1 + y_2 \dots \dots + y_n}{n}\right),$$

де n — кількість осіб у населенні з доходами y_1, y_2, y_n, де y_1 — найбідніша людина, а y_n — найбагатша людина.

Ця узагальнена крива концентрації — це в основному кумулятивний розподіл соціального вектор мобільності з базовою функцією задовольняючи дві властивості, згадані вище, для захоплення росту і розміри розподілу. Оскільки S^C задовольняє майно передачі, перевершує дохід розподіл завжди матиме вищу узагальнену криву концентрації. Аналогічно, оскільки він збільшується у своєму аргументі, більший дохід також матиме вищу загальну концентрацію крива.

Висновки.

Отже, світова економічна, екологічна та соціальна ситуації вкрай катастрофічні і потребують негайних дій з боку політиків і всього населення Землі. Не менш важливим питанням є розрив між багатими націями та бідними, соціальна нерівність і несправедливість. Для вирішення цих питань було розроблено концепцію сталого розвитку, але втілюється вона поки не досить ефективно. Деякі країни вже прийняли модель сталого розвитку як національну модель.

Нова модель економіки розроблена, потрібно вводити її в дію. Концепцію сталого розвитку повинні підтримати всі країни, адже екологічні проблеми не мають кордонів. Тому особливо важливою є міжнародна співпраця та спільна координація діяльності на шляху до збалансованого розвитку цивілізації.

Література

1. Hoekman B. Trade Policy for Inclusive Growth // Policy Dialogue: Redefining the Role of the Government in Tomorrow's International Trade. Geneva: UNCTAD, 2012. URL: http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ditc_dir_2012d1a_Hoekman.pdf.

2. Inclusive Growth: Measurement and Determinants. Washington DC: IMF, 2013. URL: https://www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=40613.0.

3. OECD Framework for Inclusive growth. Paris: OECD, 2014. URL: http://www.oecd. org/mcm/IG_MCM_ENG.pdf.

4. Аджемоглу Д., Робинсон Д. Почему одни страны богатые, а другие бедные. Происхождение власти, процветания и нищеты. Москва, АСТ, 2015. 693 с.

5. Базилюк А.В., Жулин О.В. Інклюзивне зростання як основа економічного розвитку. Економіка та управління на транспорті. 2015. Вип. 1. С. 19–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eut_2015_1_5.

Reference

1. Hoekman B. Trade Policy for Inclusive Growth // Policy Dialogue: Redefining the Role of the Government in Tomorrow's International Trade. Geneva: UNCTAD, 2012. URL: http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ditc_dir_2012d1a_Hoekman.pdf.

2. Inclusive Growth: Measurement and Determinants. Washington DC: IMF, 2013. URL: https://www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=40613.0.

3. OECD Framework for Inclusive growth. Paris: OECD, 2014. URL: http://www.oecd. org/mcm/IG_MCM_ENG.pdf.

4. Adzhemohlu D., Robynson D. Pochemu odny stranы bohatыe, a druhye bednыe. Proyskhozhdenye vlasty, protsvetanyia y nyshchetы. Moskva, AST, 2015. 693 s.

5. Bazyliuk A.V., Zhulyn O.V. Inkliuzyvne zrostannia yak osnova ekonomichnoho rozvytku. Ekonomika ta upravlinnia na transporti. 2015. Vyp. 1. S. 19–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eut_2015_1_5.

Статтю подано до редакції 08.10.2019 р.

УДК 330.341.1:004.75]:330.46]](043.3) DOI: 10.33111/mise.98.5

Галіцин В. К., д.е.н.,
професор кафедри інформаційного менеджменту
Галіцина О. В., к.е.н.,
доцент кафедри статистики
Камінський О. Є., к.е.н.,
доцент кафедри інформаційного менеджменту Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Galitsin V. K., Doctor of Economic Sciences,
Professor of the Information Management Department,
Galitsina O. V., Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Statistic Department,
Kaminsky O. E., Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Information Management Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ХМАРНИХ ПЛАТФОРМ

SYSTEM ANALYSIS OF THE MONITORING ORGANIZATION CLOUD PLATFORM

Анотація. *У статті досліджено теоретичні засади та інструментарій організації систем моніторингу хмарних платформ у сучасних умовах, із застосуванням системного підходу в якості методологічної бази дослідження моніторингу хмарних технологій. Запропоновано узагальнену модель поведінки користувачів та взаємодії суб'єктів у системі хмари в якості нечіткого недетермінованого цифрового автомата. Проаналізовано архітектуру хмарних платформ. Розроблено структурну схема взаємодії хмарної платформи і підсистеми моніторингу поведінки користувачів і взаємодії суб'єктів, яка контролює всі вхідні і вихідні значення користувачів, суб'єктів і систем як ціле, веде звіт про свою роботу та реалізує дозволені переходи відповідно до правил моніторингу. Дана модель аналізу дій користувачів і акторів хмарних платформ є елементом системи моніторингу хмарної платформи і буде сприяти підвищенню рівня захищеності систем хмарних обчислень. Модель для моніторингу поведінки користувачів та взаємодії суб'єктів у системі хмари являє собою сигнатурну модель для пошуку заборонених дій у системі хмарної платформи. Запропоновано алгоритм аналізу поведінки користувача в системі хмарної платформи призначений для розробки системи моніторингу. Запропонований підхід дозволить підвищити безпеку платформи за рахунок підвищення надійності виявлення несанкціонованих запитів і дій користувачів, а також учасників взаємодії в системі хмари. Експертно-аналітичні методи дозволять визначати загальний рівень критичності системи захисту хмарної платформи, її слабкі місця, для того, щоб отримати загальну суму оцінок по всіх інформаційних ресурсах. Зазначені методи допомагають виявити елементи, що потребують максимального захисту. Подальші дослідження мають концентруватися на доповненні даної моделі розрахунком факторів ризику при моніторингу хмарних сервісів, розгорнутих в хмарі.*

Ключові слова: *системи моніторингу, хмарні платформи, цифрові автомати, потоки даних, хмарні обчислення, інформаційні технології.*

Abstract. *The theoretical bases and tools of the organization of cloud platform monitoring systems in modern conditions are investigated in the article, using the system approach as a methodological basis for the study of cloud technology monitoring. A generalized model of user behavior and interaction of entities in the cloud system is proposed as a fuzzy undetermined digital automaton The architecture of cloud platforms is analyzed. A block diagram of the cloud platform and subsystem monitoring of user behavior and entity interaction has been developed, which monitors all inputs, outputs of users, entities and systems as a whole, keeps track of its operations, and implements permitted transitions in accordance with monitoring rules. This model of analysis of actions of users and actors of cloud platforms is an element of the monitoring system of the cloud platform and will help to increase the level of security of cloud computing systems. A model for monitoring user behavior and the interaction of entities in the cloud system is a signature model for looking for prohibited activities in the cloud platform system. The proposed algorithm for analyzing user behavior in the cloud platform system is designed to develop a monitoring system. The proposed approach will improve the security of the platform by increasing the reliability of detection of unauthorized requests and actions of users, as well as participants of interaction in the cloud system. Expert-analytical methods will allow to determine the general level of criticality of the system of protection of the cloud platform, its weaknesses, in order to obtain the total sum of estimates for all information resources. These methods help identify items that need maximum protection. Further studies should focus on complementing this model with the calculation of risk factors in monitoring cloud-deployed cloud services.*
Keywords: *monitoring systems, cloud platforms, digital vending machines, data flows, cloud computing, information technology.*

Постановка проблеми. Незважаючи на зростаючу кількість досліджень у даному напрямку, питання міграції IT-інфраструктур підприємств до хмарних середовищ в IT-сфері України та економічні наслідки такого впровадження у вітчизняній економічній науці поки недостатньо вивчені.

Зарубіжні та вітчизняні дослідники вважають, що проблеми з безпекою є однією з найбільших перешкод на шляху до повного переходу на використання хмарних сервісів [1, 2]. У дослідженні Т. Акермана та інших [3] зазначено, що хмарні обчислення, як найпоширеніша парадигма IT-аутсорсингу, все ще має серйозні ризики щодо IT-безпеки, а також стверджується, що дослідники все ще не в змозі повною мірою відобразити складний характер ризиків IT-безпеки та методи їх вимірювання. Аналітики дослідницької та консультаційної компанії в сфері промисловості IDC повідомляють, що 87,5 % їх клієнтів вважають, що безпека хмари є головною проблемою [4]. Розвиток парадигми хмарних обчислень в Україні приведе до того, що всі апаратно-програмні компоненти IT-інфраструктури підприємств мігруватимуть до хмар зовнішніх провайдерів, які й виконуватимуть функції сторони,

що відповідає за забезпечення моніторингу інформаційних ресурсів, необхідних для її роботи, що і визначає актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Безпека великих хмарних платформ охоплює кілька категорій. У роботі Д. Фернандеса та Л. Соареса [5] були проаналізовані наукові публікації з проблем хмарної безпеки, що стосуються вразливостей, загроз і нападів. Автори визначають основні поняття, що лежать в основі безпеки хмар, та класифікують їх таким чином: елементи віртуалізації, мульті-оренда, хмарна платформа та програмне забезпечення, аутсорсинг даних, безпека зберігання даних і стандартизація та довіра до провайдера. Також автори розглядають управління ризиками для кожної категорії. У дослідженні [6] проголошено, що поява хмарних вірусів пов'язана зі складною віртуалізованою інфраструктурою хмари та її динамічним характером, і вразливості можна поділити на три складові: По-перше, багаторазовий доступ до хмари різних користувачів з усього світу несе відповідальність за виток інформації. По-друге, користувачі хмар не знають розташування їх віртуальних машин, а провайдер не знає вміст віртуальних машин і програм, що дає шлях до загроз безпеки. По-третє, всі віртуалізовані сервери підключені до обмеженої кількості мережевих карт, що призводить до більшої вразливості в віртуальному середовищі.

На нашу думку, існуючі моделі моніторингу інформаційних систем не повністю можуть бути застосовані для випадку впровадження парадигми хмарних обчислень, оскільки жодна з них не враховує особливостей внутрішньої взаємодії базових рівнів хмари, що є характерною ознакою хмарного середовища, та не враховує можливість віддаленого доступу до хмарних сервісів.

Формулювання цілей статті. У статті досліджено теоретичні засади та інструментарій організації систем моніторингу хмарних платформ у сучасних умовах, із застосуванням системного підходу в якості методологічної бази дослідження моніторингу хмарних технологій.

Основний матеріал дослідження. Використовуючи положення теорії систем і системного аналізу, представимо хмару у вигляді кортежу:

$$DP = \langle R, D, W, L, \rangle \,, \tag{1}$$

де R — інформаційні ресурси, представлені у вигляді множини елементів $r_i, i = \overline{1,k}$. Ресурси характеризуються нечіткістю вла-

стивостей інформації, в числі яких назвемо конфіденційність, цілісність і доступність. Склад інформаційних ресурсів, відповідних хмарі, визначається спільно технічним і керуючим персоналом ЦОД; D — характерні для хмарної платформи загрози, представлені у вигляді множини об'єктів $d_j, j = \overline{1,m}$. Усі виявлені загрози групуються по виду впливу на властивості ресурсу, який має бути захищеним; W — характерні для хмарної технології вразливості, представлені у вигляді множини об'єктів $w_n, n = \overline{1,l}$; L — характерні для хмарної технології інформаційні зв'язки між її елементами, які ми можемо представити у вигляді $L_{r,d,w,m}(l_1, l_2)$, де $l_1, l_2 \in R \cup D \cup W$.

Виділимо три типи інформаційних зв'язків для хмарної платформи:

1. Взаємодія інформаційних ресурсів хмари:

$$L_{r_1 r_2} = \begin{cases} 1, \text{якщо ресурси пов}'\text{язані;} \\ 0, \text{взаємодії немає} \end{cases}$$

2. Взаємодія інформаційних ресурсів і загроз:

$$L_{r_1 d_1} = \begin{cases} 1, \text{якщо взаємодія є;} \\ 0, \text{взаємодії немає} \end{cases}$$

3. Взаємодія загроз і відповідних вразливостей:

$$L_{d_1 w_1} = \begin{cases} 1, \text{якщо взаємодія є;} \\ 0, \text{взаємодії немає} \end{cases}$$

Відзначимо, що адекватну модель хмари і DP_i можна отримати тільки після визначення множин об'єктів і інформаційних зв'язків між її елементами.

У зв'язку з цим виникає потреба, оцінюючи хмарні ризики, визначати інформаційні ресурси, які потребують моніторингу. Ресурси можна розділити на дані, програми та процеси. Вплив на систему безпеки процесу міграції IT-інфраструктури до хмарного середовища залежить від моделі хмарних послуг і моделі розгортання хмари. Поєднання моделі обслуговування та моделі розгортання може допомогти визначити відповідний баланс системи безпеки для інформаційних ресурсів.

Архітектура хмарної платформи включає використання 7 головних дійових акторів (табл. 1).

Таблиця 1

ОСНОВНІ АКТОРИ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ

Назва актора	Функції
Ресурс	Сутність, що відповідає за доступність хмарного сервіса або послуги для кінцевих користувачів
Користувач хмарної платформи	Особа або організація, яка використовує, або створює ресурси хмарної платформи
Адміністратор хмарної платформи	Особа або організація, що виконує оцінку наданих ресурсів, послуг, обслуговує інформаційні системи, контролює продуктивність і безпеку реалізації хмари
Агрегатор хмарної платформи	Сутність, яка керує використанням і наданням ресурсів і послуг кінцевим користувачам. Інтегрує хмарні сервіси
Оператор зв'язку	Посередник, який надає послуги підключення між ресурсом і користувачем (мережа Інтернет)
Програмний агент системи безпеки	Сутність, що контролює запити від користувачів до ресурсів, яка визначає процеси необхідні для надання послуги або ресурсу користувачам
Програмний агент системи моніторингу	Сутність, що контролює всю платформу в цілому та визначає індикатори роботи хмарної платформи

Джерело: розробка авторів

У даному випадку модель акторів нами використовується в якості основи для моделювання системи моніторингу хмарної платформи. Ідея композиції систем акторів є важливим аспектом модульності. Програмний агент системи безпеки та моніторингу хмарної платформи є суб'єктом, відповідальним за моніторинг та адекватність запитів користувачів, за правильність відправлення запиту іншим суб'єктам системи та за взаємодію суб'єктів.

Щоб зрозуміти роботу цього актора, необхідно проаналізувати поведінку користувача в системі хмарних обчислень. Модель для моніторингу поведінки користувачів і взаємодії суб'єктів у системі хмари являє собою сигнатурну модель для пошуку заборонених дій у системі хмарної платформи. Запропонований алгоритм аналізу поведінки користувача в системі хмарної платформи призначений для розробки системи моніторингу. Запропонований підхід дозволить підвищити безпеку платформи за рахунок підвищення надійності виявлення несанкціонованих запитів і дій користувачів, а також учасників взаємодії у системі хмари.

Узагальнена модель поведінки користувача та взаємодії суб'єктів у хмарній системі в якості нечіткого недетермінованого цифрового автомата M представлена у виразі функцією:

$$M = \{T, T_0, P_1, P_2, f, \beta\}, \quad (2)$$

де M — модель поведінки користувачів хмарної платформи у вигляді цифрового автомата, T — поточний стан хмарної платформи внаслідок дій користувачів, T_0 — початковий стан хмарної платформи, P_1 — вхідний набір правил для опису дій користувачів, P_2 — вихідний набір реакцій хмарної платформи на дії користувачів, $f(t, p_1)$ — функція переходу для системи моніторингу хмарної платформи, $\beta(t, p_1)$ — функція виходів для системи моніторингу хмарної платформи.

У відповідності з (2) функція f породжує множину нечітких матриць переходу, а функція β породжує множину нечітких матриць виходу. Серед множини станів автомата виділяється множина фінальних (заключних) станів. При традиційному використанні автоматної моделі, стани, управляючі рішення, функції переходів і виходів відомі або з даних моніторингу, або експертним шляхом. Для виконання певної операції у системі користувач виконує певну послідовність дій (виконання операцій, введення даних, виконання умов, виведення даних, запит ресурсів і послуг). Представлена математична модель системи моніторингу хмарної платформи описує всі вхідні та вихідні значення та стани системи та поведінку користувача в системі. При використанні автоматного підходу функція переходів може задаватися експертним шляхом і відображати вже наявний досвід фахівців.

Таким чином, на рис. 1 відображено структурну схему взаємодії хмарної платформи і підсистеми моніторингу поведінки користувачів і взаємодії суб'єктів, згідно з якими вона контролює всі вхідні і вихідні значення користувачів, суб'єктів і систем як ціле, веде звіт про свою роботу, впливає на комп'ютерну підсистему для реалізації дозволених переходів відповідно до таблиці виходів і переходів. Користувач виконує дію над хмарним сервісом платформи, під впливом попередніх дій, виконаних над цим сервісом. Платформа виконує дії користувача тільки у випадку, якщо підсистема моніторингу дозволить цю дію. Контроль здійснюється згідно з попередньо скомпільованою таблицею виходів, переходів і правил моніторингу. Для визначення можливих каналів витоку інформації у хмарній платформі необхідно визначити інформаційні потоки в системі хмарних обчислень.

У результаті аналізу системи хмарних обчислень були визначені такі інформаційні потоки:

- протокол дій хмарного агрегатора;
- протокол дій адміністратора;
- протокол дій користувачів хмарної платформи;
- відомості про стан ресурсів хмарної платформи;
- дані про запити, дії та час роботи користувачів хмарної платформи (всіх груп).

Для даної моделі основною функцією буде аналіз аномальної поведінки користувачів хмарної платформи на основі автоматної черги. Далі потрібно визначити вхідні та вихідні потоки.

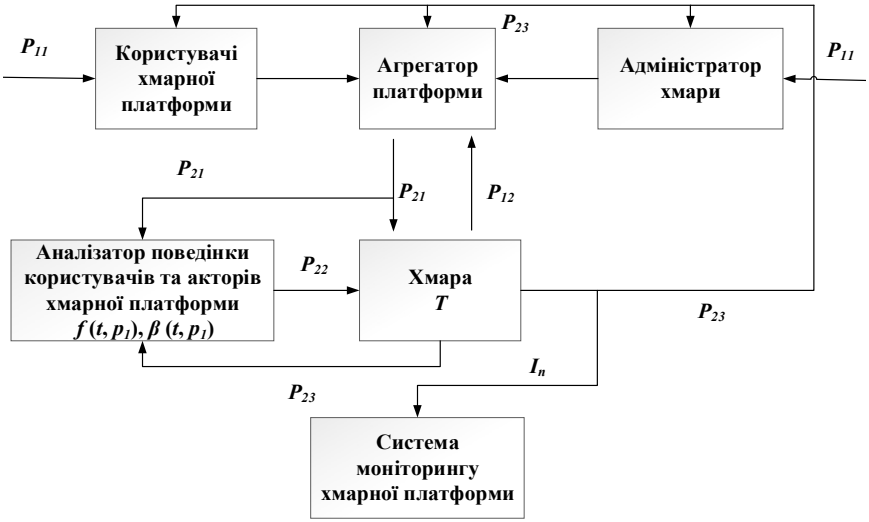


Рис. 1. Структурна схема взаємодії
хмарної платформи та користувачів

Джерело: розробка авторів

де P_{11} — керуючий вплив на користувачів або акторів платформи, P_{12} — вплив платформи на користувача або актор (правила), P_{21} — протокол дій користувачів, P_{22} — реакція підсистеми моніторингу безпеки на дії користувачів, P_{23} — реакція платформи на дії користувачів або акторів (результат роботи платформи), I_n — індикатори ризику впровадження та стану системи безпеки платформи.

Вхідними інформаційними потоками є:

– протокол дій хмарного агрегатора;

– протокол дій адміністратора;
– протокол дій користувачів хмарної платформи;
– алгоритм аналізу запитів і дій акторів хмарної платформи;
– шаблони нормальних і аномальних запитів і поведінки користувачів.

Вихідним інформаційними потоками будуть:
- звіти щодо запитів і поведінки акторів платформи;
- формування шаблонів запитів і поведінки акторів платформи;
- індикатори роботи хмарної платформи (технічні та фінансові).

Висновки. Дана модель аналізу дій користувачів і акторів хмарних платформ на базі нечіткого недетермінованого цифрового автомата є елементом системи моніторингу хмарної платформи і буде сприяти підвищенню рівня захищеності систем хмарних обчислень. Експертно-аналітичні методи дозволять нам визначати загальний рівень критичності системи захисту хмарної платформи, її слабкі місця. Для цього необхідно отримати загальну суму оцінок по всіх інформаційних ресурсах. Зазначені методи допомагають виявити елементи, що потребують максимального захисту. Подальші дослідження мають концентруватися на доповненні даної моделі розрахунком факторів ризику при моніторингу хмарних сервісів, розгорнутих у хмарі.

Список літератури

1. Bohli J., Gruschka N., Jensen M., Iacono L.L., Marnau N. Security and Privacy-Enhancing Multi cloud Architectures. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing,* Vol. 10. №4, 2013. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Security-and-Privacy-Enhancing-Multicloud-Bohli-Gruschka/0e841 8f57749f77718f05f3db39b32353e8d1931 (дата звернення: 22.10.2018).

2. Gill A., Banker D., Seltsika P. Moving Forward: Emerging Themes in Financial Services Technologies Adoption. *Communications of the Association for Information Systems:* Vol. 36, Article 12, 2015. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Moving-Forward%3A-Emerging-Themes-in-Financial-Gill-Bunker/99b1e6c3770de1067ace1d575e0727a87b8d58da (дата звернення: 22.10.2018).

3. Ackermann T., Widjaja T., Benlian A., Percieved IT Security Risks of Cloud Computing: Conceptualization and Scale Development. *Thirty Third International Conference on Information Systems*, 2012. URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.665.7295&rep=rep1&type=pdf (дата звернення: 22.10.2018).

4. Christiansen C. A., Kolodgy C. J., Hudson S., Pintal G. Identity and Access Management for Approaching Clouds. *White paper*, 2010. URL:

https://ru.scribd.com/document/82546531/Cloud-Security-Wp-236234-PDF (дата звернення: 22.10.2018).

5. Fernandes D., Soares L. F. B., Gomes J. V. Security issues in cloud environments: a survey. Int. J. Inf. Secur. 13:113–170, 2014. URL: http://www.di.ubi.pt/~mario/artigos/2013-IJIS.pdf (дата звернення: 22.10.2018).

6. Mansukhani B., Zia T. A. The Security Challemges and Countermeasures of Virtual Cloud. *Australian Information Security Management Confference*, 2012. URL: https://researchoutput.csu.edu.au/en/publications/the-security-challenges-and-countermeasures-of-virtual-cloud (дата звернення: 22.11.2018)

7. Галіцин В.К., Камінський О.Є. Моніторинг хмарних сервісів, розгорнутих в багато хмарному середовищі. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2017. Вип. 94. С. 160–169.

References

1. Bohli J., Gruschka N., Jensen M., Iacono L.L., Marnau N. Security and Privacy-Enhancing Multi cloud Architectures. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, Vol. 10. #4, 2013. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Security-and-Privacy-Enhancing-Multicloud-Bohli-Gruschka/0e8418f57749f77718f05f3db39b32353e8d1931 (data zvernennja: 22.10.2018).

2. Gill A., Banker D., Seltsika P. Moving Forward: Emerging Themes in Financial Services Technologies Adoption. Communications of the Association for Information Systems: Vol. 36, Article 12, 2015. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Moving-Forward%3A-Emerging-Themes-in-Financial-Gill-Bunker/99b1e6c3770de1067ace1d575e0727a87b8d58da (data zvernennja: 22.10.2018).

3. Ackermann T., Widjaja T., Benlian A., Percieved IT Security Risks of Cloud Computing: Conceptualization and Scale Development. Thirty Third International Conference on Information Systems, 2012. URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.665.7295&rep=rep1&type=pdf (data zvernennja: 22.10.2018).

4. Christiansen C. A., Kolodgy C. J., Hudson S., Pintal G. Identity and Access Management for Approaching Clouds. White paper, 2010. URL: https://ru.scribd.com/document/82546531/Cloud-Security-Wp-236234-PDF (data zvernennja: 22.10.2018).

5. Fernandes D., Soares L. F. B., Gomes J. V. Security issues in cloud environments: a survey. Int. J. Inf. Secur. 13:113–170, 2014. URL: http://www.di.ubi.pt/~mario/artigos/2013-IJIS.pdf (data zvernennja: 22.10.2018).

6. Mansukhani B., Zia T. A. The Security Challemges and Countermeasures of Virtual Cloud. Australian Information Security Management Confference, 2012. URL: https://researchoutput.csu.edu.au/en/publications/

the-security-challenges-and-countermeasures-of-virtual-cloud (data zvernennja: 22.11.2018)
7. Ghalicyn V.K., Kaminsjkyj O.Je. Monitoryngh khmarnykh servisiv, rozghornutykh v baghato khmarnomu seredovyshhi. Modeljuvannja ta informacijni systemy v ekonomici. 2017. Vyp. 94. S. 160–169.

Статтю подано до редакції 05.09.2019 р.

УДК 004.021 DOI: 10.33111/mise.98.6

Галузинський Г.П., к.т.н.,
доцент кафедри інформаційних систем в економіці, ДВНЗ Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Galuzinsky G.P., PhD in Technics,
Associate Professor of the Economics Information Systems Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКОВИХ ФУНКЦІЙ

MULTIPLE CRITERIAL OPTIMIZATION WITH USE EXPONENTIAL FUNCTIONS

Аннотація. *Розглянуто інтерактивну процедури, яка дозволяє вирішувати безперервні задачі багатокритеріальної оптимізації без необхідності апріорного встановлення серед заданих критеріїв головного, або заміни цих критеріїв деякою скалярною функцією, яка в подальшому використовується як єдина основа для отримання оптимального рішення без урахування суб'єктивних переваг особи, зацікавленої в його ефективності. Аналіз сучасних публікацій показує, що увага авторів переважно зосереджена на способах визначення розрахунковим шляхом вагових коефіцієнтів з метою заміни сукупності критеріїв певною скалярною функцією, яка й використовується як єдина основа для отримання оптимального рішення. Запропоновано пошук компромісного рішення проводити ітеративним шляхом в просторі окремих критеріїв з використанням адитивної функції, що складається з відповідної кількості показникових функцій певного виду. Показано, що запропонований підхід до вироблення інтерактивним шляхом компромісного рішення дозволяє спростити для особи, що приймає рішення, його досягнення. Сутність інтерактивного підходу полягає в тому, щоб дозволити людині втручатись у процес пошуку рішення й розширити можливості його коригування за рахунок зворотного зв'язку між людиною та моделлю. Запропонована процедура при вирішенні безперервних задач оптимізації за наявністю кількох критеріїв (без можливості апріорного встановлення серед них головного) дозволяє реалізувати людино-машинну взаємодію, направлену на вироблення інтерактивним шляхом одного або декількох*

компромісних рішень, що визначають допустимі, з точки зору особи, що приймає рішення, значення критеріїв. Практичне застосування процедури можливе лише після розроблення програмної оболонки для роботи з відповідним комерційним пакетом, яка буде забезпечуватиме користувачів зручним інтерфейсом, необхідним для реалізації розглянутої людино-машинної взаємодії.
Ключові слова: *багатокритеріальна оптимізація, особа, що приймає рішення, Парето-оптимальні рішення.*

Abstract. *An interactive procedure is considered, which allows to solve continuous problems of multicriteria optimization without the necessity of a priori establishment among the set criteria of the main one, or replacement of these criteria by some scalar function, which is subsequently used as the sole basis for obtaining the optimal solution without taking into account the subjective preferences of the person interested in efficiency. The analysis of modern publications shows that the attention of the authors is mainly focused on the methods of determining by calculation the weight coefficients in order to replace a set of criteria with a certain scalar function, which is used as the sole basis for obtaining the optimal solution. It is proposed to search for a compromise solution in an iterative way in the space of individual criteria using an additive function consisting of an appropriate number of exponential functions of a certain kind. It is shown that the proposed approach to making an interactive compromise solution makes it easier for the decision maker to achieve it. The essence of the interactive approach is to allow a person to interfere in the process of finding a solution and to increase its ability to correct it by the feedback between the person and the model. The proposed procedure for solving continuous optimization problems in the presence of several criteria (without the possibility of a priori establishing among them the main one) allows to implement human-machine interaction aimed at making interactively one or more compromise decisions that determine the admissible, in terms of decision making , the value of the criteria. The practical application of the procedure is possible only after the development of a software shell to work with the appropriate commercial package, which will provide users with the convenient interface necessary for the implementation of the considered human-machine interaction.*
Keywords: *multicriteria optimization, decision maker, Pareto-optimal solutions.*

Вступ. Охарактеризувати в прийнятній і зрозумілій формі всі наслідки, що становлять інтерес, за допомогою одного критерію, у більшості випадків, навряд чи можливо. Саме тому оцінювання ефективності прийнятих рішень щодо управління, навіть не дуже складною системою будь-якої фізичної природи, потребує, зазвичай, використання сімейства критеріїв (векторного критерію). Наявність такого сімейства критеріїв передбачає, крім усього іншого, виявлення ОПР (особою, що приймає рішення) суперечностей і можливостей збільшення взаємного узгодження цілей з метою досягнення певного компромісу. У загальному випадку це є завданням, формальне рішення якого поза рамками самого процесу оптимізації часто значно складніше, ніж отримання формально оптимального результату після його розв’язання. Це призводить до необхідності ОПР у самому процесі вироблення оптимального рішення уточнювати свої початкові й формувати

реальніші уподобання, а також виявляти можливості, які раніше були відкинуті або невідомі.

Постановка проблеми. Фактично всі існуючі сьогодні підходи до багатокритеріальної оптимізації були розроблені на початку 70-х років минулого століття. Їхній аналіз дав змогу дійти висновку, що «майбутнє багатокритеріального програмування — у вирішенні задач в інтерактивному режимі» [1], у якому оптимізація відбувається за участю експерта — людини, яка обирає й приймає рішення на основі інформації, наданої системою підтримки прийняття рішень. Сутність інтерактивного підходу полягає в тому, щоб дозволити людині втручатись у процес пошуку рішення й розширити можливості його коригування за рахунок зворотного зв'язку між людиною та моделлю. Цей зв'язок повинен надавати ОПР можливість отримувати нові відомості про проблему, що стоїть перед нею, повніше оцінювати взаємозамінність критеріїв і діапазон можливостей, що задається безліччю допустимих рішень. В ідеалі все це повинно дозволити ОПР краще розібратися, де шукати вдаліші рішення та як розпізнати остаточне рішення, якщо його вдалося досягти. Суттєво, що це повинно досягатися за рахунок того, що людина робить краще за все (за наявністю нової інформації виробляти поліпшені або виправлені судження).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних публікацій показує, що увага авторів переважно зосереджена на способах визначення розрахунковим шляхом вагових коефіцієнтів з метою заміни сукупності критеріїв певною скалярною функцією, яка й використовується як єдина основа для отримання оптимального рішення [2–4]. Такий підхід, що ґрунтується на визначених на науковій основі вагових коефіцієнтах, може бути ефективним лише для окремих класів задач. У більшості випадків суто «об'єктивний» формалізований аналіз, що залишає поза увагою суб'єктивні цінності й можливості їх взаємної компенсації, не може дати правильних вказівок щодо доцільності прийняття тих чи тих рішень і результат такого аналізу часто буде неприйнятним. Тому такий підхід навряд чи може бути покладений в основу розроблення програмних засобів для вирішення широкого класу задач із застосуванням багатокритеріальних методів оптимізації.

Основний матеріал дослідження. На основі аналізу існуючих підходів щодо пошуку компромісного рішення при розв'язанні задач багатокритеріальної оптимізації, в яких альтернативи в явному вигляді не формулюються, а замість цього в

явному вигляді формулюються обмеження, що накладаються на можливі рішення, запропонована ітеративна процедура, з використанням скалярної функції, елементами якої є показникові функції. Проведення цієї процедури направлене на те, щоб полегшити ОПР процес усвідомлення, який саме курс дій у даних конкретних умовах слід обирати для узгодження своїх цілей, і гарантувати, що при досягненні компромісного рішення воно буде Парето-оптимальним (ефективним). При цьому реалізація такої процедури орієнтована на використання комерційних програм однокритеріальної оптимізації як робочого математичного забезпечення.

Нехай якість об'єкта управління оцінюється вектор-функцією:

$$f(x) = (f_1(x), f_2(x), \ldots, f_k(x)), \tag{1}$$

компонентами якої є задані функції $f_i(x)$ $(i=1,2,\ldots, k)$ вектора $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$. На змінні x_j $(j = 1,n)$ накладаються обмеження вигляду

$$g_j \geq x_j \leq u_j \ (j = 1, 2, \ldots, n) \text{ і} \tag{2}$$

$$d_l \geq q_l(x) \leq b_l \ (l = 1, 2, \ldots, m). \tag{3}$$

Потрібно знайти таку допустиму точку x^*, яка буде Парето-оптимальною й забезпечить отримання таких компромісних значень $z_1, z_2, \ldots, z_k$, критеріїв $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_k(x)$, що вони будуть задовольняти суб'єктивним вимогам ОПР.

Для вирішення поставленого завдання в складі інтерактивної процедури, орієнтованої на досягнення експериментальним шляхом компромісу на основі локальних уподобань, необхідно мати щонайменше два механізми, почергове застосування яких у належній послідовності дасть змогу або виробити узгоджене рішення, або дійти висновку про неможливість його досягнення. Це механізми пошуку й переналагодження.

Механізм пошуку — це механізм, за допомогою якого отримується нове ефективне рішення після чергового переналагодження моделі. Це рішення пропонується визначати в просторі окремих критеріїв шляхом мінімізації функції виду

$$F(x) = \sum_{i=1}^{k} a^{p_i}, \tag{4}$$

де a — основа степеня (додатне але відмінне від одиниці число), p_i — показник степеня, що обчислюється за формулою:

$$p_i = (z^*_i - z_i) / \Delta_i, \quad (5)$$

де z^*_i – цільове (бажане) значення i-ого локального критерію, яке при задоволенні суб'єктивних вимог ОПР щодо інших критеріїв, може бути й недосяжним;

z_i — поточне значення i-ого локального критерію;

Δ_i — допустиме (з точки зору ОПР) відхилення в напрямку погіршення значення z^*_i (Δ_i повинна бути менше нуля при максимізації i-ого локального критерію, більше нуля при його мінімізації, і не може дорівнювати нулю).

Допустиме відхилення Δ_i впливає на найгірше допустиме (з токи зору ОПР) значення i-ого локального критерію v_i:

$$v_i = z^*_i + \Delta_i. \quad (6)$$

Величина v_i не є жорстким обмеженням, оскільки значення будь-якого i-ого критерію, отримане мінімізацією скалярної функції $F(x)$, може бути як у межах, так і поза межами, заданими значеннями z^*_i і v_i. Проте їхнє зближення (при зменшенні абсолютного значення Δ_i) сприяє різкому зростанню «жорсткості» щодо виходу значення i-ого критерія за межі v_i.

Слід відмітити, що обчислення показника степеня за виразом (5) автоматично усуває проблеми щодо різнорідності та довільності вибору масштабів локальних критеріїв.

Механізм переналагодження — це механізм, який з урахуванням результатів попередніх пошуків передусім — поточного й попереднього, створює нові умови для розкриття суперечливості критеріїв і визначення на цій основі поточних модифікацій моделі. До характерних способів переналагодження моделі при використанні скалярної функції (1), слід віднести:

– корегування елементів цільового вектора z^*_i, з метою узгодження суб'єктивних вимог ОПР з реальністю, відображеною в моделі;

– корегування елементів вектора відхилень Δ з метою підсилення чи послаблення «сили тяжіння» відповідних локальних критеріїв до їх екстремальних значень.

– корегування величини основи степеня a з метою збільшення у функції $F(x)$ «ваги» локального критерія з максимальним значенням.

Алгоритм багатокритеріальної оптимізації з використанням скалярної функції (1) в інтерактивному режимі складається з кількох кроків.

Крок 1. На першому кроці встановлюються початкові значення вектора x (за звичай $x^0 = 0$) і отримуємуються початкові значення вектора локальних критеріїв z.

Крок 2. Встановлюється початкове значення основи степеня a (зазвичай від 2 до 10).

Крок 3. Встановлюються цільові значення локальних критеріїв z. Однією з переваг функції (4) є те, що її застосування не потребує визначення екстремальних значень локальних критеріїв, оскільки кожен її елемент на всій дійсній осі більший за нуль.

Тому ОПР при визначенні вектора z^* керується лише своїми цілями та відомостями щодо предметної області. Крім того, з огляду на те, що процес узгодження компромісних значень критеріїв є ітераційним і направленим на послідовне усвідомлення потрібного курсу дій, то допущені на будь-якому кроці похибки не є критичним і можуть бути виправлені на наступних кроках.

Крок 4. Встановлюються значення елементів вектора Δ з орієнтацією на найгірші допустимі значень локальних критеріїв (значень елементів вектора v). Якщо у ОПР відсутні уподобання щодо цих значень, елементи вектора Δ можуть бути вибрані таким чином, щоб величини елементів функції $F(x)$ приблизно співпадали.

Крок 5. Отримується нове рішення мінімізацією квадратичної цільової функції (4) з накладанням обмежень (2) і (3).

Наступні кроки (у необмеженій кількості) спрямовані на те, щоб у процесі інтерактивного цілеспрямованого експерименту дослідити область можливих рішень і знайти серед них прийнятніші (з точки зору ОПР). На кожному з цих кроків мінімізується квадратична цільова функція $F(x)$ після використання розглянутих способів переналагодження моделі.

Процес узгодження можна продовжувати, поки одні з компонентів критеріального вектора z менш прийнятні, ніж інші, і поточна ситуація може бути поліпшена за рахунок компромісів. Якщо ОПР не хоче йти на компроміс, збільшуючи чи зменшуючи деякі компоненти вектора z за рахунок інших, то процес завершується.

Для ілюстрації розглянемо такий прикладі [1]: Знайти вектор $x = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$, що максимізує чотири функції

$$f_1(x) = 15x_1 + 5x_2 + 12x_3 - 8x_4 + 2x_5 + 7x_6 - 17x_7 - 1x_8 - 14x_9 + 9x_{10};$$

$$f_2(x) = -17x_1 - 19x_2 - 1x_3 + 3x_4 - 4x_5 - 18x_6 + 14x_7 + 4x_8 - 16x_9 - 11x_{10};$$

$$f_3(x) = -3x_1 + 3x_2 + 13x_3 + 8x_4 + 15x_5 + 18x_6 + 17x_7 - 19x_8 + 14x_9 - 19x_{10};$$

$f_4(x) = -x_1 + 2x_4 + 8x_5 - 4x_6 + 7x_7 + 9x_8$.

і задовольняє обмеженням

$$18x_1 + 11x_6 + 2x_7 + 6x_8 + 3x_{10} \le 100,$$

$$4x_1 + 19x_3 + 15x_4 + 1x_5 + 11x_6 + 13x_7 \le 100,$$

$$8x_2 + 3x_4 + 11x_8 \le 100,$$

$$12x_5 + 2x_6 + 5x_7 + 3x_9 + 4x_{10} \le 100,$$

$$13x_1 + 4x_3 + 9x_5 + 7x_6 + 3x_7 + 13x_8 + 12x_9 + 3x_{10} \le 100,$$

$$4x_3 + 19x_5 + 8x_9 + 9x_{10} \le 100,$$

$$8x_1 + 3x_2 + 18x_3 + 3x_5 + 2x_7 + 2x_9 + 5x_{10} \le 100,$$

$$1x_2 + 9x_4 + 13x_9 + 19x_{10} \le 100,$$

при $x_i \ge 0$.

Розглянемо кілька кроків вирішення цієї задачі з використанням вищерозглянутого алгоритму.

Крок 1. На першому кроці встановлюємо нульові значення вектора x і отримуємо початкові значення вектора локальних критеріїв $z = 0$.

Крок 2. Встановлюємо початкове значення основи степеня a. Наприклад, $a = 10$.

Крок 3. Встановлюємо цільові значення локальних критеріїв z^*. Наприклад, $z^* = \{25; 23; 70; 50\}$.

Крок 4. Встановлюємо значення елементів вектора Δ з урахуванням значень елементів вектора найгірших допустимих величини локальних критеріїв (вектор v). Оскільки відсутні будь-які відомості щодо економічного чи технічного змісту, будемо орієнтуватися на вектор $v = 0$. Оскільки всі локальні функції максимізуються, то згідно (6) отримуємо $\Delta = \{-25; -23; -70; -50\}$.

Крок 5. Мінімізується функція (4), що дає такі результати:

$x = \{0; 0; 3{,}92; 0; 3{,}836; 0; 1{,}668; 3{,}446; 0; 0\}$,

$z = \{22{,}9; 17{,}88; 71{,}39; 73{,}38\}$.

Змістовну інформацію, що може бути корисна для переналагодження моделі, наведено в табл. 1.

Колонка « %» цієї таблиці показує, якій відсоток складає значення відповідного локального критерія від його цільового (бажаного) значення. З даних цієї колонки видно, що отримані мінімізацією функції $F(x)$ значення 3-го і 4-го критеріїв перевищують цільові (причому четвертий суттєво, майже на 47 %), а значення 1-го та 2-го не дотягують до цільових (особливо другий, йому не вистачає 22,27 %).

Таблиця 1

Локальні критерії	Макс Мін	Цільові значення			Поточний результат		Значення елементів $F(x)$	
		z^*	v	Δ	значення	%	абсол.	віднос.
$f_1(x)$	*Макс*	25	0	-25	***22,90***	91,60	1,213	0,281
$f_2(x)$	*Макс*	23	0	-23	***17,88***	77,73	1,804	0,418
$f_3(x)$	*Макс*	70	0	-70	***71,39***	101,99	0,955	0,221
$f_4(x)$	*Макс*	50	0	-50	***73,38***	146,75	0,341	0,079
							4,313	1

Якщо ОПР хоче зменшити цей дисбаланс, то, як видно з даних табл. 1, для цього можна використати три способи переналагодження моделі:

— покращити (збільшити) значення другого елемента вектора z^* (не змінюючи значення v_2);

— покращити (збільшити) значення v_2 (зменшивши відповідним чином значення Δ_2);

— оскільки значення другого елемента функції $F(x)$ більше інших її елементів, то при збільшені значення основи степеня a, його внесок в сумарне значення функції $F(x)$ зросте, що призведе при його мінімізації в збільшення значення другого критерію (звичайно, якщо він ще не досягнув свого максимального значення).

У табл. 2 наведено результати досягнуті за рахунок переналагодження моделі першим способом (при збільшенні другого елемента вектора z^* до 25), у табл. 3 наведено результати переналагодження моделі другим способом (при $v_i = 2$), а в табл. 4 наведено результати переналагодження моделі третім способом (при $a = 100$).

Таблиця 2

Локальні критерії	Макс Мін	Цільові значення			Поточний результат		Значення елементів $F(x)$	
		z*	v	Δ	значення	%	абсол.	віднос.
$f_1(x)$	Макс	25	0	-25	**21,99**	87,94	1,320	0,291
$f_2(x)$	Макс	25	0	-23	**19,01**	76,03	1,822	0,402
$f_3(x)$	Макс	70	0	-70	**68,63**	98,05	1,046	0,231
$f_4(x)$	Макс	50	0	-50	**73,35**	146,70	0,341	0,075
							4,529	1

Таблиця 3

Локальні критерії	Макс Мін	Цільові значення			Поточний результат		Значення елементів $F(x)$	
		z^*	v	Δ	значення	%	абсол.	віднос.
$f_1(x)$	*Макс*	25	0	-25	***22,29***	89,18	1,283	0,302
$f_2(x)$	*Макс*	23	2	-21	***18,63***	80,99	1,615	0,380
$f_3(x)$	*Макс*	70	0	-70	***69,56***	99,38	1,014	0,238
$f_4(x)$	*Макс*	50	0	-50	***73,36***	146,72	0,341	0,080
							4,254	1

Таблиця 3

Локальні критерії	Макс Мін	Цільові значення			Поточний результат		Значення елементів $F(x)$	
		z^*	v	Δ	значення	%	абсол.	віднос.
$f_1(x)$	Макс	25	0	-25	**22,63**	90,50	1,548	0,301
$f_2(x)$	Макс	23	0	-23	**19,09**	83,01	2,187	0,425
$f_3(x)$	Макс	70	0	-70	**66,10**	94,43	1,292	0,251
$f_4(x)$	Макс	50	0	-50	**72,97**	145,95	0,121	0,023
							5,148	1

Процес узгодження можна продовжувати, використовуючи розглянуті способи переналагодження моделі до тих пір, поки у ОПР буде бажання йти на компроміс, збільшуючи чи зменшуючи деякі компоненти вектора z за рахунок інших.

Висновки.

На основі викладеного можна зробити такі висновки:

1. Запропонована процедура при вирішенні безперервних задач оптимізації за наявністю кількох критеріїв (без можливості апріорного встановлення серед них головного) дозволяє реалізувати людино-машинну взаємодію, направлену на вироблення інтерактивним шляхом одного або декількох компромісних рішень, що визначають допустимі, з точки зору особи, що приймає рішення, значення критеріїв.

2. Запропонований алгоритм вироблення компромісів є евристичним, оскільки на питання, що потребують відповіді для просування в напрямі вироблення компромісу, які саме встановлювати значення елементів цільового вектора та вектора допустимих відхилень, не можна відповісти абсолютно чітко. Проте усвідомлення напрямів дій, які створюють передумови отримання суб'єктивно кращого рішення, не викликає труднощів оскільки, по-перше, ОПР оперує легкими для розуміння (у контексті вирішуваної задачі) поняттями і, по-друге, на кожному етапі видно, ціною яких програшів в одних показниках набувається виграш в інших і яким чином це було досягнуто. Недостатньо точно виконане переналагодження моделі може бути скореговане на наступних кроках і призводить не до зупинення процесу, а лише до зростання кількості ітерацій. Отже, запропонований процес узгодження суб'єктивних цілей можна розглядати як слабоструктурований підхід до послідовного вироблення кращого рішення, який може бути застосований у тих багатьох випадках, коли суто «об'єктивний» аналіз просто не здатен дати правильних вказівок щодо доцільності прийняття формально виробленого рішення.

3. Оскільки реалізація запропонованого підходу до вироблення інтерактивним шляхом компромісного рішення орієнтована на використання комерційних пакетів однокритеріальної оптимізації, то розмірність чи інші особливості задач, які можна вирішити, не лімітуються їх багатокритеріальною природою. Вони лімітуються лише можливостями відповідного комерційного пакета, складністю його використання в діалоговому режимі з багаторазовими перебудовами параметрів цільової функції та обмежень, а також наочністю відображення відомостей, які бажано довести до ОПР на кожному етапі вироблення компромісу. Враховуючи це, можна стверджувати, що практичне застосування процедури можливе лише після розроблення програмної оболонки для роботи з відповідним комерційним пакетом, яка буде забезпечуватиме користувачів зручним інтерфейсом, необхідним для реалізації розглянутої людино-машинної взаємодії.

Список літератури

1. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1992. — 504 с.

2. Чибісов Ю. В., Шульга Ю. С. Застосування методів багатокритеріальної оптимізації для вирішення задачі розподілу вагонів по ван-

тажним фронтам [Текст] / Ю. В Чибісов, Ю. С. Шульга // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — 2014. — Вип. 7. — С. 134–138.

3. Божанова Т. А. Про узагальнені розв'язки однієї задачі векторної оптимізації на транспортних мережах [Електр. ресур] / Т. А. Божанова, П. І. Когут // Динамические системы: зб. наук. праць. — 2010. — Вип. 28. — С. 48–62. — Режим доступу : http://ww.dynsys.crimea.edu/issue/28/dynsys_28_bozhanova.pdfВісник

4. Прус Н. В. Можливості застосування багатокритеріальної оптимізації при плануванні витрат промислового підприємства [Текст] / Н. В. Прус // Вісник Хмельницького національного університету 2009, — № 3, Т. 1. — С. 219–222.

References

1. Shtoj'er R. Mnoghokryteryaljnaja optymyzacyja. Teoryja, vichyslenyja y prylozhenyja: Per. s anghl. — M.: Radyo y svjazj, 1992. — 504 s.

2. Chybisov Ju. V., Shuljgha Ju. S. Zastosuvannja metodiv baghatokryterialjnoji optymizaciji dlja vyrishennja zadachi rozpodilu vaghoniv po vantazhnym frontam [Tekst] / Ju. V Chybisov, Ju. S. Shuljgha // Visnyk Dnipropetr. nac. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazarjana. — 2014. — Vyp7. — S. 134–138.

3. Bozhanova T. A. Pro uzaghaljneni rozv'jazky odnijeji zadachi vektornoji optymizaciji na transportnykh merezhakh [Elektr. resur] / T. A. Bozhanova, P. I. Koghut // Dynamycheskye systemы: zb. nauk. pracj. — 2010. — Vyp. 28. — S. 48–62. — Rezhym dostupu : http://ww.dynsys.crimea.edu/issue/28/dynsys_28_bozhanova.pdfVisnyk

4. Prus N. V. Mozhlyvosti zastosuvannja baghatokryterialjnoji optymizaciji pry planuvanni vytrat promyslovogho pidpryjemstva [Tekst] / N. V. Prus // Visnyk Khmeljnycjkogho nacionaljnogho universytetu 2009, — # 3, T. 1. — S. 219–222.

Статтю подано до редакції 01.09.2019 р.

УДК 339.9 (477). 519.866 DOI: 10.33111/mise.98.7

Гращенко І. С., к.е.н.,
доцент кафедри менеджменту
зовнішньоекономічної діяльності підприємств,
Донець А. Г., к.ф.-м.н., доцент
кафедра логістики, Національний авіаційний університет
Оноприєнко О. Д., к.е.н.,
доцент кафедри менеджменту
зовнішньоекономічної діяльності підприємств,
Національний авіаційний університет

Hrashchenko I. S., PhD in Economics,
Associate Professor, Department of Foreign
Economic Activity Enterprise Management
Donets A. G., PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor, Logistics Department, National Aviation University
Onoprienko O. D., PhD in Economics,
Associate Professor, Department of Foreign Economic Activity
Enterprise Management, National Aviation University

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

FOREIGN TRADE TRENDS AND FORECAST OF UKRAINE

Анотація. *У статті розглянуто сучасний стан розвитку зовнішньої торгівлі в Україні. Проведено дослідження особливості зовнішньоекономічної діяльності в умовах активної інтеграції країни в європейський простір. Проведено прогнозування економічної динаміки на основі трендових моделей. Наводено шляхи подальших напрямків розвитку зовнішньоекономічної діяльності в Україні при врахуванні кризових ситуацій як в світі, так і в Україні в останні часи. Розглянуто проблеми переорієнтації українського експорту продукції в Росію на інші географічні ринки.*

Доведено, що інтеграція України в міжнародне співтовариство вимагає реалізації такої моделі економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності підприємств, яка б відповідала інтересам держави, та приватного, зокрема іноземного бізнесу, і сприяла становленню нових форм співпраці в цій сфері. Впровадження нових тенденцій в організацію такої моделі та здійснення практичних кроків до розширення експортних операцій підприємств через розвиток зовнішньоекономічної діяльності регіонів сприятиме економічним перетворенням і створенню конкурентоспроможного виробничого потенціалу в нашій державі. Запропоновано державні інструменти економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності. Вказано на державні важелі економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, що забезпечує використання та оптимального поєднання існуючих конкурентних переваг підприємств що виходять на міжнародні ринки.

Ключові слова: *зовнішньоекономічна діяльность, трендові моделі, європейський простір, європейський простір, зовнішня торгівля, експорт, імпорт.*

Abstract. *The article deals with the current state of development of foreign trade in Ukraine. The peculiarities of foreign economic activity in the conditions of active integration of the country into the European space are conducted. Economic dynamics is forecasted on the basis of trend models. The ways of further directions of development of foreign economic activity in Ukraine are given in the light of crisis situations both in the world and in Ukraine in recent times.*

The problems of reorientation of Ukrainian export of products to Russia to other geographic markets are considered. It is proved that the integration of Ukraine into the international community requires the implementation of such a model of economic regulation of foreign economic activity of enterprises, which would be in the interests of the state, and private, in particular, foreign business, and facilitated the formation of new forms of cooperation in this field. The introduction of new trends in the organization of such a model and the implementation of practical steps to expand the export operations of enterprises through the development of foreign economic activity of the regions will contribute to economic transformation and the creation of competitive production potential in our country. State instruments of economic regulation of foreign economic activity are proposed. State levers of economic regulation of foreign economic activity are indicated, which ensures the use and optimal combination of the existing competitive advantages of enterprises entering the international markets.

Keywords: *foreign economic activity, trend models, European space, European space, foreign trade, export, import.*

Вступ. Формування міжнародної конкурентоспроможності України не можливо без сприятливих умов розвитку зовнішньоекономічної діяльності, та зовнішньої торгівлі зокрема. Експортно-імпортна політика України з країнами ЄС повинна враховувати конкурентні переваги своєї країни у світовому торгово-економічному співробітництві та інтереси країн-партнерів при зовнішньоекономічних зв'язках і міжнародні правові аспекти торгівлі. Інтеграційні процеси сьогодні вказують на те, що уряд України застосовує всі необхідні важелі економічної політики, механізми тарифного і нетарифного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, валютно-фінансові прийоми для досягнення її стійкого положення на міжнародному ринку.

Актуальність дослідження даної тематики полягає в необхідності вирішення сучасних проблем, що постають перед Україною в сучасних умовах глобалізації та тенденцій світового розвитку.

Мета статті є проаналізувати стан розвитку та здійснити прогноз розвитку зовнішньої торгівлі товарами України, сформувати пропозиції щодо активізації та стимулювання зовнішньоекономічної діяльності в Україні.

Результати. Постійне збільшення кількості суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, поява нових форм і методів її реалізації, а також ускладнення та динамізація зовнішньоекономічних операцій об'єктивно зумовили формування системи регулювання

зовнішньоекономічної діяльності, яка являє собою сукупність взаємопов'язаних принципів, норм, правил і процедур впливу на формування відповідної ефективної сфери діяльності за допомогою політичних, економічних, фінансових, правових та адміністративних інструментів.

Досвід країн з ринковою економікою свідчить, що їх економічний успіх значною мірою зумовлений лібералізацією зовнішньоекономічної діяльності підприємств. Ще жодна країна світу не спромоглася створити здорову економіку, ізолювавши свої підприємства від світової економічної системи [5]. Зовнішньоекономічна діяльність підприємств несе з собою безліч переваг, що стимулюють їх економічне зростання та й економіки країни загалом. Завдяки зовнішньоекономічній діяльності як підприємства, так і країни отримують можливість спеціалізуватися у кількох провідних сферах економіки, адже вони можуть, по-перше, експортувати продукцію, в якій досягли найкращих успіхів, по-друге, імпортувати продукцію чи капітал, які потрібні для виробництва чи споживання. Крім того, зовнішньоекономічна діяльність сприяє розповсюдженню нових ідей і технологій.

На обсяги зовнішньоекономічної діяльності оказав вплив зміна курсу гривни до валют інших країн світу. Аналізуючи динаміку експорту та імпорту товарів в Україні за період 1992–2019 роки взято валюта долари США. У 2008 році найбільшу питому вагу в експорті товарів, 35.5 % від загального обсягу експорту, з України займали країни СНД. Третина експорту, 29.5 %, здійснювалась до країн Європи, 22.8 % до країн Азії. Найбільша питома вага експорту, 23.5 % від загального обсягу експорту, ву 2008 році здійснювалась до Росії, 6.9 %, до Туреччини, 4.3 % до Італії, 3.1 % до Білорусі, 2.9 % до США. Найбільшу питому вагу в імпорті, 39.2 %, займають країни СНД, 35.6 % до Європи, 17.9 % до Азії [4].

За січень–листопад 2019 р. експорт товарів становив 45963,3 млн дол. США, або 106,3 % порівняно із січнем–листопадом 2018 р., імпорт — 55337,0 млн дол., або 106,2 %. Негативне сальдо склало 9373,7 млн дол. (за січень–листопад 2018 р. також негативне — 8869,5 млн дол.). Коефіцієнт покриття експортом імпорту, як і за січень–листопад 2018 р., становив 0,83. Зовнішньоторговельні операції проводились із партнерами із 225 країн світу [2]. Стан зовнішньоекономічних торговельних операцій в Україні за останні роки наводено на рис. 1.

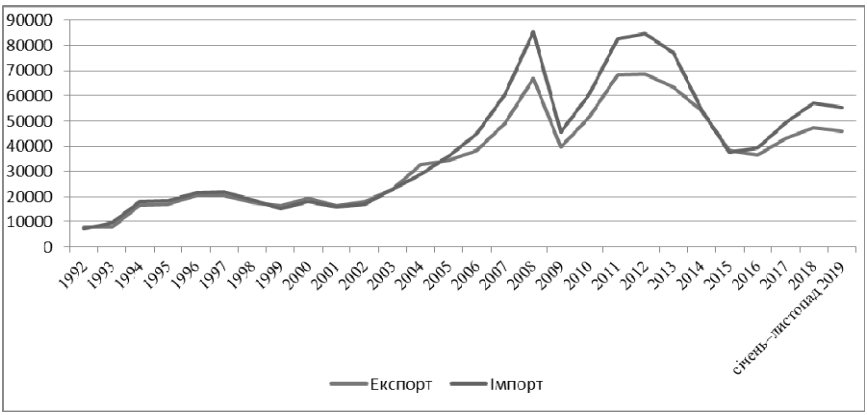


Рис. 1. Зовнішня торгівля товарами України, млн доларів США (побудовано автором за даними [2])

У 2001 році зовнішньоторговельні операції проводились з партнерами із 193 країни світу. Найбільші обсяги експортних поставок здійснювались у Російську Федерацію — 22,6 % від загального обсягу експорту, Туреччину — 6,2, Італію — 5,1 %, Німеччину — 4,4, Сполучені Штати Америки — 3,5, Китай — 3,3, Польщу — 3,1 %, Угорщину — 2,9 %. Найбільші імпортні надходження здійснювались з Російської Федерації — 36,9 %, Туркменістану — 10,5, Німеччини — 8,7, Казахстану — 4,2, Польщі та Сполучених Штатів Америки — по 2,9, Білорусі та Італії — по 2,6 %.

У 2018 році Україна проводила зовнішньоторговельні операції з партнерами із 221 країни світу, експортувавши товарів на суму 47339,9 млн дол. США, або 109,4 % порівняно з 2017 р. Імпорт товарів у 2018 році складає — 57141,0 млн дол., або 115,2 %. У підсумку сальдо відображає негативний показник у сумі — 9801,1 млн дол. (у 2017 р. також негативне — 6342,5 млн дол.). Коефіцієнт покриття експортом імпорту становив 0,83 (у 2017 р. — 0,87). Як зазначалося, у 2018 році Україна проводила зовнішньоторговельні операції з партнерами із 221 країн світу, які набули змін в товарній і кількісній структурі зовнішньоторговельних відносин. Як повідомляли раніше, за три роки обсяг торгівлі між Україною та країнами Європейського Союзу збільшився на 55 %. А у 2018 році ЄС купив українських товарів більше, ніж за весь час двосторонньої співпраці. Що стосується РФ, порівнюючи з даними 2017 року, то варто зазначити, експорт товарів зменшився на 7,7 %, а імпорт упав на 14,2 % [1].

Поліноміальний прогноз імпорту на 2 наступні періоди має коефіцієнт апроксимації $R^2 = 0,8813$, що вказує на сильний функціональний зв'язок.

$y = 0,0376x^6 — 2,682x^5 + 67,13x^4 — 686,88x^3 + 2413,5x^2 + 1869,8x + 2720,3$.

Поліноміальний прогноз експорту на 2 наступні періоди має коефіцієнт апроксимації $R^2 = 0,9033$, що вказує на сильний функціональний зв'язок.

$y = 0,0243x^6 — 1,7394x^5 + 43,716x^4 — 447,48x^3 + 1545,5x^2 + 2017,9x + 3749,6$.

Експорт товарів з України до Європейського Союзу за останні 10 років подвоївся. Тенденції наведено на рис. 2.

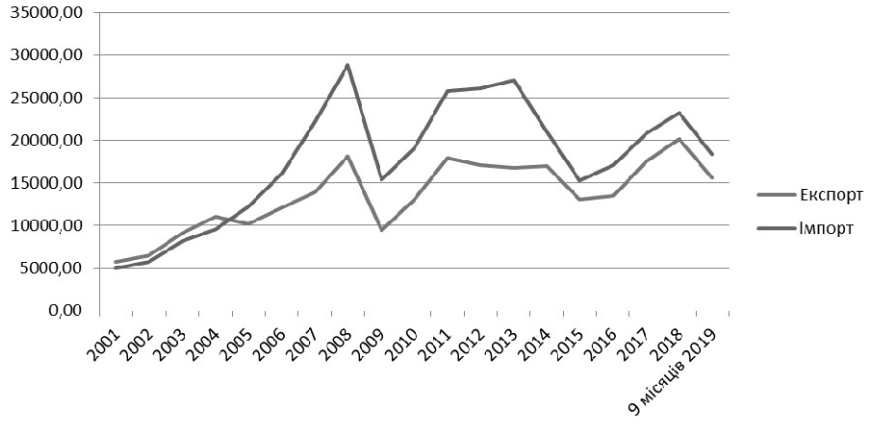


Рис. 2. Зовнішня торгівля України товарами з країнами ЄС у 2017 році, млн дол. США (побудовано автором за даними [2])

Україна збільшила експорт товарів у 2018 році до Євросоюзу на 15 % — до 20,153 млрд дол. Імпорт товарів з ЄС теж збільшився — на 10 %. Загалом з 28 країн Європи до України було ввезено товарів на 24,294 млрд дол. Отже, в обміні товарами з ЄС 2018 р. Україна має від'ємне сальдо у 4,140 млрд дол. Проте це на 10 % менше за показник 2017 р.: тоді різниця між експортом та імпортом становила 4,6 млрд дол. не на користь України.

Необхідно відмітити, що Україна порівняно мало експортує до Великобританії (1,23 %), Франції (1,14 %) та скандинавських країн. Ці держави не увійшли до десятки найпопулярніших на-

прямків, хоча це платоспроможні ринки. Частково ситуацію можна пояснити логістичними витратами, проте відносно близька до нас Австрія теж має невелику вагу в структурі українського експорту (1,17 %). Тому пояснити це можна лише якістю товарів, яка не відповідає потребам цих ринків [3].

Поліноміальний прогноз імпорту на 2 наступні періоди має коефіцієнт апроксимації $R^2 = 0,792$, що вказує на сильний функціональний зв'язок.

$$y = 0,0821x^6 — 4,4529x^5 + 95,569x^4 — 1037x^3 + 5744,6x^2 — 11889x + 12543.$$

Поліноміальний прогноз експорту на 2 наступні періоди має коефіцієнт апроксимації $R^2 = 0,7788$, що вказує на сильний функціональний зв'язок.

$$y = 0,0642x^6 — 3,3338x^5 + 65,943x^4 — 618,9x^3 + 2724,2x^2 — 3576,1x + 7069,9.$$

Розвиток економіки України має бути спрямований на підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності за різними напрямками. Регулювання зовнішньоекономічної діяльності країни, а також зовнішньої торгівлі і фінансових потоків на міжнародному рівні набувають усе більшого значення в контексті інтернаціоналізації господарського життя і зростання економічної взаємозалежності країн [3]. З огляду на територіальну різноманітність підходів до самого поняття економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, в тому числі і його інструментів, можна всі державні інструменти економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності поділити на дві групи:

1. Інструменти і заходи, що мають вибірковий щодо підприємств або галузей чи загальноекономічний характер і мета яких — збільшення експорту внаслідок поліпшення конкурентних умов, зміни умов торгівлі та інвестування з використанням владних повноважень і державних коштів. До них належать пряме і опосередковане субвенціонування певної категорії суб'єктів економіки; здійснення державою повністю або частково функцій ринкового механізму ціноутворення з метою штучного формування цін на окремі види продукції; зорієнтована на вирівнювання платіжного балансу; політика дефляції і девальвації; міжнародні механізми економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності через укладення державних угод і договорів, що не мають генерального характеру, інші заходи, які забезпечують штучне поліпшення конкурентоспроможності [4, 6];

2. Інструменти і заходи, що використовуються державою із застосуванням ринкових та державних організаційних засобів і коштів з метою допомогти суб'єктам економіки в освоєнні нових ринків збуту, шляхом створення додаткових стимулів для зовнішньоекономічної діяльності і зближення умов діяльності на внутрішньому і зовнішніх ринках, в основному через страхові програми.

Держава, використовуючи та оптимально поєднуючи важелі економічного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, забезпечує [5]:

- захист економічних інтересів України, законних інтересів суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності та захист внутрішнього ринку, що спирається на загальноприйняті міжнародні норми і правила, і використовує весь арсенал передбачений українським законодавством інструментів;
- створення рівних можливостей для суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності розвивати усі види підприємницької діяльності незалежно від форм власності та всі напрями використання доходів ці здійснення інвестицій [6];
- заохочення конкуренції та ліквідацію монополізму в сфері зовнішньоекономічної діяльності;
- покращення доступу українських товарів на зовнішні ринки.

Висновки. Подальший розвиток зовнішньоекономічної діяльності України повинен бути пов'язаним з тією економічною стратегію, яка орієнтована на розвиток зовнішньої торгівлі, експортно орієнтованих галузей і підприємств, підвищення конкурентноздатності продукції вітчизняних виробників. Важливе значення для ефективного розвитку економіки України має стан і перспективи розвитку зовнішньоекономічної діяльності [5]. Проведений аналіз тенденцій розвитку зовнішньої торгівлі вказує на необхідність вирішення питань, які сприятимуть приєднанню України до європейських програм інтеграційного характеру та налагодження експортно-імпортних процесів товарообігу України з країнами ЄС [6]. Необхідно відмітити, що Україна не має значного внутрішнього ринку, економіка країни базується на зовнішній торгівлі. Тому українські підприємства беруть на себе більше ризиків, ніж європейські. Українські підприємства відчувають на собі всі загальносвітові тенденції та протистоять багатьом іншим ризиками, що виникнуть сьогодні. Українські підприємства шукають можливості за межами країни та диверсифікують свої торгові операції, оскільки міжнародна торгівля містить серйозні ризики. Для підприємств, що працюють на міжнародному ринку, одним з найголовніших

проблем є пристосування до нових змін у правовому регулюванні міжнародної торгівлі, що стає все більш нестабільним і складним у зв'язку зі змінами у глобальній політиці. Активізація зовнішньоекономічної діяльності повинна стати для України і її підприємств одним з найважливіших завдань, чим активніше Україна вступатиме у міжнародний поділ праці, тим швидше її підприємства пристосовуватимуться до умов ринкової економіки.

Література

1. Діденко С. Рекордний обсяг з ЄС і зниження частки з РФ: з ким і як торгувала Україна у 2018-му [Електронний ресурс] / Сергій Діденко // ua.news. — 2019. — Режим доступу до ресурсу: https://ua.news/ua/rekordnyi-obsyag-z-yes-i-znyzhennya-chastky-s-rf-s-kym-i-yak-torguvala-ukrayina-u-2018-mu/.

2. Експрес-випуск торгівля України товарами за січень–листопад 2019 року [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. — 2020. — Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/.

3. Експорт товарів з України до Європейського Союзу за останні 10 років подвоївся [Електронний ресурс] // Журнал "Бізнес". — 2019. — Режим доступу до ресурсу: https://business.ua/economy/4564-eksport-tovariv-z-ukrainy-do-yevropeiskoho-soiuzu-za-ostanni-10-rokiv-podvoivsia.

4. Економічний аналіз і актуальні тенденції: прогноз на 2018–2020 роки [Електронний ресурс] / Міжнародний центр перспективних досліджень. — 2018. — Режим доступу: http://icps.com.ua/schomisyachnyy-byuleten-ekonomichnyy-analiz-i-aktualni-tendentsiyi-prohnoz-na-2018-2020-roky-hruden-osnovni-ekonomichni-pokaznyky/

5. Сучасна українська економіка: стан і проблеми розвитку / І. С. Гращенко, Т. Г. Остапенко, Н. П. Прищепа, О. Д. Онопрієнко. // Економіка. Фінанси. Право. — № 5/1'2018. — С. 27–30.

6. Hrashchenko I. Problems of european integration / I. Hrashchenko, S. Krasniuk // Трансформація міжнародних економічних відносин: сучасні виклики, ризики, можливості та перспективи / I. Hrashchenko, S. Krasniuk. — Riga, Latvia: ISMA University, 2017. — 497 p. P. 94–104.

References

1. Didenko S. Record volume from EU and decrease in share from Russia: with whom and how Ukraine traded in 2018 [Electronic resource] / Sergey Didenko // ua.news. — 2019. — Resource Access Mode: https://ua.news/ua/rekordnyi-obsyag-z-yes-i-znyzhennya-chastky-s-rf-s-kym-i-yak-torguvala-ukrayina-u-2018-mu/ (Accessed 9 February).

2. Express issue of Ukraine's trade in goods for January-November 2019 [Electronic resource] // State Statistics Service of Ukraine. — 2020. — Resource access mode: http://www.ukrstat.gov.ua/ (Accessed 5 February).

3. Exports of goods from Ukraine to the European Union have doubled over the past 10 years [Electronic resource] // Business Magazine. — 2019. — Resource Access Mode: https://business.ua/economy/4564-eksport-tovariv-z-ukrainy-do-yevropeiskoho-soiuzu-za-ostanni-10-rokiv-podvoivsia (Accessed 5 February).

4. The official site of International Center for Policy Studies (2018), "Economic analysis and current trends: forecast for 2018–2020", available at: http://icps.com.ua/schomisyachnyy-byuleten-ekonomichnyy-analiz-i-aktualni-tendentsiyi-prohnoz-na-2018-2020-roky-hruden-osnovni-ekonomichni-pokaznyky/ (Accessed 5 February).

5. The contemporary Ukrainian economy: the state and problems of development / I.S. Grashchenko, T.G. Ostapenko, N.P. Prishchepa, O.D. Onoprienko. // Economics. Finances. Right. — Issue 5 / 1'2018. — P. 27–30.

6. Hrashchenko I. Problems of european integration / I. Hrashchenko, S. Krasniuk // Transformation of International Economic Relations: Contemporary Challenges, Risks, Opportunities and Prospects / I. Hrashchenko, S. Krasniuk. — Riga, Latvia: ISMA University, 2017. — 497 p. P. 94–104.

Статтю подано до редакції 05.09.2019 р.

УДК 65.011.2 (045) DOI: 10.33111/mise.98.8

Григорак М.Ю., д.е.н.,
доцент, завідувач кафедри логістики,
Овдієнко О.В.,
асистент кафедри логістики, здобувач,
Національний авіаційний університет

Hryhorak M.Y., Doctor of Economics,
Head of the Logistics Department,
Ovdiienko O.V.,
PhD Student of the Logistics Department,
National Aviation University

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ОЗНАК ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

LOGISTIC INFRASTRUCTURE'SCLASSIFICATION INDICATORS SYSTEM IMPROVEMENT

Анотація. *Ефективне використання ресурсного потенціалу інфраструктурної системи є одним з основоположних факторів росту та прогресу національного господарства, тому логістична інфраструктура, що є її складовою, нами розглядається як базис для підтримання стабільності економіки країни та драйвер її розвитку. З огляду на зазначене, в статті досліджено теоретичне та практичне підґрунтя розширення та*

структуризації системи класифікаційних ознак поділу логістичної інфраструктури на види.
Актуальність розгляду даного питання зумовлена тим, що світова інфраструктура, в тому числі і логістична, зазнавши значних змін від часу закінчення Другої світової війни, розвиваючись неймовірно швидкими темпами та обсягами, не здатна задовольнити сучасні потреби, що може стати значною перешкодою на шляху розвитку багатьох регіонів. Відповідно, як урядовими структурами, так і науково-практичними школами та представниками бізнес-середовища розробляються та пропонуються до впровадження велика кількість інвестиційних проектів, направлених на модернізацію та оновлення об'єктів логістичної інфраструктури. Але все це справедливо, в більшості, для жорсткої логістичної інфраструктури, яка в будь-якому випадку зношується і фізично, і морально, в той час як величезний потенціал м'якої логістичної інфраструктури, яка має здатність до самооновлення та актуалізації відповідно до потреб часу, недооцінюється та не використовується в повному обсязі. Зазначимо, що поділ логістичної інфраструктури на два типи, жорстку та м'яку, не означає їх відчуження одна від одної та функціонування відокремлено, а має на меті їх спільне вивчення з метою пошуку можливих варіантів взаємозв'язків для розробки інноваційних проектів, заснованих на синергії від взаємодії.
Ключові слова: *класифікація інфраструктури, жорстка логістична інфраструктура, м'яка логістична інфраструктура, розвиток економіки*

Abstract. *Effective use of the infrastructure system's resource potential is one of the fundamental factors of the growth and progress of the national economy, therefore, we consider the logistics infrastructure, which is known as it part, as a basis for country's economy sustainability support and a driver for its development. In view of this, the paper investigates the theoretical and practical grounds for expanding and structuring the classification system of the logistics infrastructure division into different types.*
This issue topicality is caused by the fact that the global infrastructure, including logistics, had undergone significant changes since the Second World War's end, developing at an incredibly fast pace and volumes, is still unable to meet modern needs, which can become a significant obstacle to development of many regions. Accordingly, both government structures and scientific-practical schools and business environment representatives are developing and proposing for implementing a large amount of investment projects aimed at modernizing and updating the logistic infrastructure objects.But all this is fair, in the majority, for a hard logistics infrastructure, which in any case wears off both physically and morally, while the enormous potential of a soft logistics infrastructure that has the ability to upgrade and update according to the needs of time, underestimated and not used in full. It should be noted that the logistics infrastructure division into two types, hard and soft, does not mean that they are alienated from one another and function separately, but aims at collaborating with them in order to find possible interconnection options for the development of innovative projects based on synergy from such interaction.
Key words: *infrastructure classification, hard logistics infrastructure, soft logistics infrastructure, economic development.*

Вступ. Світове господарство загалом і кожна національна економіка зокрема, в тому числі й України, функціонують та формують стратегії подальшого розвитку за умови постійної та невідворотної інтернаціоналізації, інтеграції, глобалізації, диджиталізації та екологізації, що призводить до розуміння критичності

фактору раціонального та ефективного використання внутрішньої інфраструктури кожної країни, в тому числі і логістичної.

Проблематика актуальності та доцільності капіталовкладень в об'єкти жорсткої логістичної інфраструктури досліджувалися на різних рівнях і в різних галузях (праці Соколової О.Є., Стройко Т.В., Палійчук Є.С., Карий О.І., Попова Ю.М. та ін.), в той час як про необхідність розвитку та роботи над м'якою інфраструктурою, її вплив на жорстку та на зростання економіки загалом говорилося менше і в основному іноземними науковцями та практиками (Х. Блід, М. Данількен, Б. Брунетс, Дж. Спейсі, А. Португал-Перез, Джон С. Вілсон, Майада Омер, Алі Мосташарі, Удо Ліндеманн).

Постановка завдання. Метою нашого дослідження є обґрунтування важливості удосконалення системи класифікаційних ознак логістичної інфраструктури шляхом включення додаткового критерію, що враховує узагальнення даних про її економічну сутність.

Для забезпечення виконання поставлених завдань нами були застосовані такі методи наукового пізнання: аналізу, синтезу, порівняння, аналогії, узагальнення, індукції та дедукції.

Результати дослідження. Досліджуючи глибинний зміст логістичної інфраструктури, ми першочергово акцентуємо увагу на розумінні суті та ролі інфраструктури загалом в нових економічних умовах. Економічна сутність логістичної інфраструктури полягає в тому, що вона представляє собою систему економічних відносин суб'єктів господарювання та інститутів, які покликані забезпечити ринковий механізм безперебійного руху логістичних потоків (матеріальних, інформаційних, фінансових, людських) у просторово-часовому вимірі [1]. Щодо визнання ключової ролі саме логістичної інфраструктури в економічному розвитку будь-якої країни, зазначав Адам Сміт ще в 1776 р., який стверджував, що гарні дороги, канали та судноплавні ріки шляхом зменшення витрат на перевезення прирівнюють віддалені райони країни до тих, що межують з містом, тому з цієї точки зору вони є найкращими з можливих удосконалень [2, с. 127].

Важливою та необхідною умовою проведення подальшого аналізу питань, пов'язаних із удосконаленням системи класифікаційних показників, є формування та узагальнення визначення самого категорійного поняття «логістична інфраструктура». Дана концепція, що відносно нещодавно увійшла в обіг бізнес-логістики як суттєвий елемент глобальної економіки, який змінюється швидкими темпами та має вирішальне значення для

стратегічного розвитку, попередньо досліджувалася в основному на рівні підприємства/галузі, або з точки зору розвитку лише транспортної інфраструктури. Так, відповідно до досліджень О.Є. Соколової, логістичною інфраструктурою вважається інфраструктура, до якої відноситься логістична схема, як цілісна господарська система утворення, транспортування, збору, складування, сортування, сертифікації та ідентифікації, реалізації, утилізації та рециклінгу з елементами відповідного обслуговування, а саме інформаційного, маркетингового, транспортного, комерційного тощо [3, с. 139]. О.А. Казанська визначає, що логістична інфраструктура — це сукупність технічних та організаційно-економічних елементів, за допомогою яких усі види економічних потоків (матеріальні, фінансові, інформаційні, енергопотоки, трудові ресурси, зворотні потоки) здійснюють циклічний рух з найбільшою ефективністю від постачальника ресурсів до кінцевого споживача [4, с. 157].

Проаналізувавши зазначені визначення, вважаємо, що за сучасних умов розвитку логістики як науки, найповнішим є визначення логістичної інфраструктури, запропоноване М.Ю. Григорак [5], а саме: логістична інфраструктура — це сукупність лінійних і точкових об'єктів загального та/або внутрішньовиробничого користування, необхідних для переміщення або розміщення людей, сировини й матеріалів, товарів та інформації, а також інших об'єктів, які в комплексі забезпечують цей рух і розміщення в просторово-часовому вимірі.

У такому розумінні логістична інфраструктура виступає системою економічних відносин суб'єктів господарювання та інститутів, які покликані забезпечити ринковий механізм безперебійного руху логістичних потоків (матеріальних, інформаційних, фінансових, людських) у просторово-часовому вимірі. При цьому елементи логістичної інфраструктури мають забезпечувати виконання на високому конкурентному рівні основних завдань, що постають перед логістикою в масштабах країни та на міжнародному рівні. Зокрема, транснаціональні корпорації (ТНК), що фрагментують виробничі потужності на міжнародному рівні, прагнуть працювати в тих країнах, які можуть запропонувати найефективнішу логістичну інфраструктуру, що відповідає їх запитам, тобто дає змогу зменшити ризики затримок і збоїв у ланцюгах поставок, ефективно управляти запасами, оптимізувати амортизаційні витрати, а також витрати на маніпуляційні операції. До прикладу, Hewlett-Packard-Singapore (Сінгапур), дочірня компанія Hewlett-Packard, забезпечує задоволення попиту компанії на часті відправки комплектуючих

до малайзійського заводу, що здійснює монтаж картриджів [6]. Зауважимо, що за даними Світового банку індекс ефективності логістики (LPI — Logistic Performance Index) Сінгапуру станом на 2018 рік становив 7, в той час як у Малайзії — 41 (табл. 1). Тобто наявність інфраструктури та її якісний стан створюють передумови, щоб країни, що розвиваються, та країни з перехідною економікою могли прискорити або підтримувати темпи розвитку, а також інтенсивніше підключатися до системи господарства світового співтовариства, чим забезпечувати досягнення поставлених Організацією Об'єднаних Націй цілей розвитку, що сформульовані в Декларації тисячоліття, затвердженій резолюцією 55/2 Генеральної Асамблеї від 8 вересня 2000 року [7].

Для розвитку інфраструктури урядовими структурами, так і науково-практичними школами та представниками бізнес-середовища розробляються та пропонуються до впровадження велика кількість інвестиційних проектів. Відповідні проекти передбачають суттєву модернізацію та оновлення об'єктів логістичної інфраструктури, що потребує залучення значного фінансування. Але все це справедливо, в більшості, для матеріальної логістичної інфраструктури, яка в будь-якому випадку зношується і фізично, і морально.

Таблиця 1

РЕЙТИНГ LPI 2018

DATA TABLE

LPI Global Rankings *2018*

(Toggle Rank and Score for Subindicators)

Country	Year	LPI Rank	LPI Score	Customs	Infrastructure	International shipments	Logistics competence	Tracking & tracing	Timeliness
Germany	2018	1	4.20	4.09	4.37	3.86	4.31	4.24	4.39
Sweden	2018	2	4.05	4.05	4.24	3.92	3.98	3.88	4.28
Belgium	2018	3	4.04	3.66	3.98	3.99	4.13	4.05	4.41
Austria	2018	4	4.03	3.71	4.18	3.88	4.08	4.09	4.25
Japan	2018	5	4.03	3.99	4.25	3.59	4.09	4.05	4.25
Netherlands	2018	6	4.02	3.92	4.21	3.68	4.09	4.02	4.25
Singapore	2018	7	4.00	3.89	4.06	3.58	4.10	4.08	4.32
Denmark	2018	8	3.99	3.92	3.96	3.53	4.01	4.18	4.41
Vietnam	2018	39	3.27	2.95	3.01	3.16	3.40	3.45	3.67
Iceland	2018	40	3.23	2.77	3.19	2.79	3.61	3.35	3.70
Malaysia	2018	41	3.22	2.90	3.15	3.35	3.30	3.15	3.46
Greece	2018	42	3.20	2.84	3.17	3.30	3.06	3.18	3.66
Oman	2018	43	3.20	2.87	3.16	3.30	3.05	2.97	3.80
India	2018	44	3.18	2.96	2.91	3.21	3.13	3.32	3.50
Cyprus	2018	45	3.15	3.05	2.89	3.15	3.00	3.15	3.62

У той же час в умовах постійного зростання вартості залучення інвестиційних коштів як на приватному, так і на державному рівні, а також за умови появи значної кількості відкритих інформаційних потоків, важливим є врахування міжнародного досвіду в частині трактування та класифікації складових інфраструктури, де прийнято здійснювати її розподіл на жорстку та м'яку відповідно до фізичних властивостей. До жорсткої інфраструктури відносять великі фізичні мережі, необхідні для функціонування сучасної індустріальної країни (прикладом є транспортна, енергетична інфраструктура, інфраструктура зв'язку, інфраструктура управління водними ресурсами, твердими відходами, інфраструктура просторових даних та моніторингу землі). М'яка інфраструктура охоплює всі установи, які необхідні для підтримання економіки, охорони здоров'я та культурно-соціальних стандартів країни, такі, як фінансова система, система освіти, система охорони здоров'я, підприємництва, система органів держави і права, а також аварійно-рятувальні служби [8, с. 373].

Застосовуючи метод аналогії в рамках даного дослідження нами пропонується додати критерій матеріальності до системи класифікаційних показників логістичної інфраструктури, виокремлюючи жорстку та м'яку логістичну інфраструктуру, з метою їх спільного вивчення для пошуку можливих варіантів взаємозв'язків і розробки інноваційних проектів, заснованих на синергії від взаємодії.

Таким чином, до жорсткої логістичної інфраструктури віднесемо систему матеріально-технічних і соціально-економічних об'єктів, які забезпечують взаємодію логістичних систем на різних рівнях задля підвищення ефективності їх функціонування. Важливість розвитку, оновлення, модернізації об'єктів жорсткої логістичної інфраструктури на сьогодні визнаєтьсяна державному рівні управління. Але основною передумовою її розвитку є залучення значних інвестицій за рахунок приватних коштів, публічних (державних) коштів і приватно-державного партнерства. Подібні проекти покликані вдосконалювати ефективність і продуктивність від використання об'єктів логістичної інфраструктури. Наприклад, японська мережа високошвидкісних залізниць дозволяє бізнесменам дістатися з Токіо до Осаки за 2,5 години на противагу 7 годинам в автотранспорті. Залізнична лінія від Токіо до Осаки обслуговує 151 млн пасажирів на рік, потенційно заощаджуючи споживачам близько 500 мільйонів годин, які можуть бути витрачені набагато ефективніше [9].

В Україні також здійснюються дослідження щодо вдосконалення жорсткої логістичної інфраструктури та окреслюються ос-

новні стратегічні напрями розвитку та тактичні дії для їх виконання. Міністерством інфраструктури України за підтримки Світового банку було розроблено Проект Сталої логістики та Плану дій для України на доповнення Національної транспортної стратегії України 2030, в якому акцентується увага на необхідності термінових заходів для поліпшення логістичних послуг в Україні, оскільки галузь потерпає від низького використання виробничих потужностей, неадекватної інфраструктури та високих витрат [10, с. 77].

Таким чином, формується замкнене коло: застаріла інфраструктура провокує високі витрати на її утримання, коштів на оновлення і модернізацію не вистачає, залученню інвестицій із приватного сектора перешкоджають низькі показники інвестиційної привабливості інфраструктурних проектів.

В сучасних умовах розвитку економіки України вважаємо за доцільне в першу чергу звернутися до оптимізації та управління м'якою логістичною інфраструктурою, як інструменту вдосконалення, що не передбачає залучення суттєвих фінансових ресурсів, та жодним чином не виключає можливість розробки та впровадження інвестиційних проектів у жорстку логістичну інфраструктуру, а забезпечує синергетичний ефект від їх взаємного використання.

У межах нашої статті пропонуємо розглядати м'яку логістичну інфраструктуру в трьох аспектах: технологічному, організаційному та поведінковому (рис. 2).

Рис. 2. Класифікація логістичної інфраструктури

Технологічний аспект полягає у використанні новітніх, продуманих до найменших деталей, програмних продуктів, які дають змогу максимально комплексно приймати управлінські рішення щодо завантаження, використання, оновлення, заміщення основних фондів та інших об'єктів жорсткої інфраструктури. Необхідно зауважити, що створений під потреби кожної окремої компанії програмний продукт, який враховуватиме специфіку її роботи та матиме змогу підлаштовуватися під наступні зміни, індивідуально вносити зміни в параметри, передбачає значне фінансування. Але в той же час оперативна зміна налаштувань є суттєвою вимогою сучасності, оскільки неможливо вести ефективний бізнес та одночасно управляти в режимі офлайн, за умови, що світ змінюється щохвилини, тобто необхідно відповідно змінюватися разом з ним.

Організаційний аспект передбачає використання сучасних і, зазвичай, відмінних від традиційних рішень, наприклад створення нових організаційних форм, таких як економіка спільного користування, або шерингова економіка (від англ. sharing economy). Історично людство завжди тяжіло до накопичення матеріальних цінностей і лише початок нашого століття приніс розуміння важливості та актуальності спільного користування речами. В таких умовах особа може бути одночасно і виробником, і споживачем певної послуги або співвласником певного товару, таким чином подібна парадигма споживання є перспективною та вигідною. Перш за все, досягається економія коштів шляхом вилучення з ланцюга кількох ланок посередників, які більше не є необхідними. По-друге, спільне користування речами відповідає загальносвітовому тренду екологізації та ефективного використання шляхом зниження рівня перевиробництва товарів, яке призводить до підвищеного забруднення оточуючого середовища та накопичення відходів. По-третє, забезпечується вирішення важливого соціального завдання з розширення прямих комунікацій в епоху розвитку соціальних мереж та інших електронних засобів спілкування. Натомість функціонування шерингових майданчиків базується на використанні довіри як соціальної та психологічної категорії, яка є основою для створення репутації. Зазначена бізнес-модель, в основу якої покладено Win Win стратегію, передбачає отримання відчутних переваг усіма сторонами домовленості за рахунок перерозподілу надлишкових ресурсів, стає все більше розповсюдженою серед користувачів. Зазначимо, що більшість шерингових компаній почали свою діяльність на початку 2000-х, що пов'язано зі стрімким розвитком цифрових технологій, тотальною комп'ютеризацією та диджиталізацією, поширен-

ням 4G стандарту мобільного зв'язку, постійним підвищенням технологічної грамотності населення. Останній факт (технологічна грамотність населення) поступово наближує нас до останнього аспекту розгляду м'якої логістичної інфраструктури — поведінкового, оскільки є його частиною.

Поведінковий аспект передбачає розгляд питання важливості зміни сприйняття користувачами та споживачами правил користування об'єктами логістичної інфраструктури, роз'яснення важливості їх дотримання при здійсненні кожної операції, державної підтримки формування культури відповідального використання. Певні кроки в даному напрямку вже зроблені і в Україні, так Прем'єр-міністр Володимир Гройсман під час виступів неодноразово підкреслював важливість контролю саме за експлуатацією доріг, як однієї із трьох умов для здійснення амбітної цільової програми з капітального будівництва доріг 2018–2035 (поряд зі стабільним фінансуванням і контролем за ходом використання цих коштів).

Формування культури поводженням із об'єктами логістичної інфраструктури вимагає тривалого періоду часу, протягом якого необхідно запровадити комплекс заходів, що забезпечить усвідомлення споживачами та користувачами об'єктами логістичної інфраструктури важливості дотримання норм і правил, формування у них почуття відповідальності за всі дії чи бездіяльність, донесення інформації про невідворотність покарання.

Висновки. Логістична інфраструктура країни працює як єдина система, яка має розвиватися гармонійно, враховуючи всі особливості функціонування кожного окремого її елемента. Задля цього було запропоновано додати до систему кваліфікаційних показників логістичної інфраструктури критерію матеріальності, за яким ділити її на жорстку та м'яку, що дозволяє детальніше вивчати характерні риси, потенціал та ризики кожного із видів та розробляти національні програми розвитку враховуючи ефект від їх взаємодії. Таким чином, на національному рівні важливо переслідувати ціль побудови стратегії розбудови логістичної інфраструктури, яка б мінімізувала обсяги інвестицій, максимізувала ефект від оптимізації витрат, зменшувала втрати споживачів та була енергоефективною.

Література

1. Григорак М.Ю. Концептуальні засади розвитку логістичної інфраструктури в умовах економіки знань // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету: Серія «Економіка і управління». — Вип.26. — К.: ДЕТУТ, 2013. — 356 с. С.212–222.

2. Adam Smith. An inquiry into the nature and causes of The wealth of Nations. An electronic classics series publication. available at: http://files.libertyfund.org/files/220/0141-02_Bk.pdf

3. Sokolova, O.Ye. (2007), "Problems of the management of the linguistic infrastructure of the subpopulations", available at: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/PSPE/2007-2/Sokolova_207.htm

4. Казанська О.О., Геращенков А.С. Інформаційне забезпечення розвитку логістичної інфраструктури національної економіки / О.О. Казанська, А.С. Геращенков // Економічні науки. Серія «Економіка та менеджмент»: Збірник наукових праць. Луцький національний технічний університет. — Випуск 7 (26) Частина 4. — 2010. — С. 156–171.

5. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія. — К.: Сік Груп Україна, 2017. — 516 с.

6. Juan Blyde, Danielken Molina. Logistics Infrastructure and the International Location of Fragmented Production. December, 2012, available at: https://usitc.gov/research_and_analysis/documents/LogisticsInfrastructureandtheInternationalLocation.pdf

7. United Nations Millennium Declaration available at: http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm

8. Brunets' B.R. (2012) "The essence of the definition of the concept of infrastructure", Scientific Bulletin of NLTU, vol. 22.5, pp. 372–377.

9. John Spacey. What is Infrastructure Development? January 12, 2018, available at: https://simplicable.com/new/infrastructure-development-definition

10. Проект Сталої логістики та Плану дій для України, Міністерство інфраструктури України за підтримки Світового банку, режим доступу: https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf

References

1. Ghryghorak M.Ju. Konceptualjni zasady rozvytku loghistychnoji infrastruktury v umovakh ekonomiky znanj // Zbirnyk naukovykh pracj Derzhavnogho ekonomiko-tekhnologhichnogho universytetu: Serija «Ekonomika i upravlinnja». — Vyp.26. — K.: DETUT, 2013. — 356 s. S. 212–222.

2. Adam Smith. An inquiry into the nature and causes of The wealth of Nations. An electronic classics series publication. available at: http://files.libertyfund.org/files/220/0141-02_Bk.pdf

3. Sokolova, O.Ye. (2007), "Problems of the management of the linguistic infrastructure of the subpopulations", available at: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/PSPE/2007-2/Sokolova_207.htm

4. Kazansjka O.O., Gherashhenkov A.S. Informacijne zabezpechennja rozvytku loghistychnoji infrastruktury nacionaljnoji ekonomiky / O.O. Kazansjka, A.S. Gherashhenkov // Ekonomichni nauky. Serija «Ekonomika ta menedzhment»: Zbirnyk naukovykh pracj. Lucjkyj nacionaljnyj tekhnichnyj universytet. — Vypusk 7 (26) Chastyna 4. — 2010. — S. 156–171.

5. Ghryghorak M.Ju. Intelektualizacija rynku loghistychnykh poslugh: koncepcija, metodologhija, kompetentnistj: monoghrafija. — K.: Sik Ghrup Ukrajina, 2017. — 516 s.
6. Juan Blyde, Danielken Molina. Logistics Infrastructure and the International Location of Fragmented Production. December, 2012, available at: https://usitc.gov/research_and_analysis/documents/LogisticsInfrastructureandtheInternationalLocation.pdf
7. United Nations Millennium Declaration available at: http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm
8. Brunets' B.R. (2012) "The essence of the definition of the concept of infrastructure", Scientific Bulletin of NLTU, vol. 22.5, pp. 372–377.
9. John Spacey. What is Infrastructure Development? January 12, 2018, available at: https://simplicable.com/new/infrastructure-development-definition
10. Proekt Staloji loghistyky ta Planu dij dlja Ukrajiny, Ministerstvo infrastruktury Ukrajiny za pidtrymky Svitovogho banku, rezhym dostupu: https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf

Статтю подано до редакції 04.09.2019 р.

УДК 330.46:004.67:336.76 DOI: 10.33111/mise.98.9

Данильчук Г. Б., к.е.н.,
доцент кафедри моделювання економіки і бізнесу,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Danylchuk H. B.,
PhD in Economics,
Associate Professor of the Economics and Business Modelling Department,
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

ФРАКТАЛЬНИЙ ТА МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СВІТОВИХ ФОНДОВИХ РИНКІВ

FRACTAL AND MULTIFRACTAL ANALYSIS OF CURRENT STATE OF WORLD STOCK MARKETS

Анотація. *Фондові ринки є складними системами і дослідження їх із застосуванням традиційних нелінійних методів не дає можливості отримати адекватні результати. Використання в комплексі таких нелінійних методів, як фрактальний і мультифрактальний аналіз дозволяють вивчати динаміку фондових ринків, виявляти загальні тенденції. Інвесторами із різними горизонтами можуть бути використані і прогнозні можливості цих методів. У статті проведено аналіз фондових ринків Німеччини, Франції, Великої Британії та Китаю за період з 01.01.2010 по 26.10.2019 рр. із використанням модельного інструментарію фрактального та мультифрактального методів. Для зазначених ринків розрахований коефіцієнт Херста. Отримані значення коефіцієнта Херста дозволяють зробити висновок, що ринки Німеччини, Франції та Китаю є персистентними. Пер-*

систентні ряди схильні до трендової поведінки, мають довгострокові кореляції між поточними та майбутніми подіями. Для ринку Німеччини коефіцієнт Херста становить 0.53, для ринку Франції 0.54, для ринку Китаю 0.66. Можна стверджувати, що ці ринки демонструють чіткі тенденції. Відомо, що чим ближче до 1 значення коефіцієнту Херста, тим стійкішим є ринок. Такий ринок є максимально привабливим для інвесторів. З досліджуваних країн на сучасному етапі саме ринок Китаю має таке значення коефіцієнту Херста. Для ринку Великої Британії розрахункове значення показника Херста становить 0.45, що дозволяє класифікувати його як антиперсистентний. З точки зору інвесторів такий ринок є ризикованим. Результати розрахунків за методом мультифрактального аналізу дозволили уточнити попередні висновки. Крім того, використання методу мультифрактального аналізу дозволяє відслідкувати зміни стану ринків у динаміці. А характерні особливості показника ширини спектру мультифрактальності чітко вказують на вхід/вихід ринків до/з зони особливих станів. Так, у дослідженні часовий період охоплює декілька загальновідомих глобальних криз 2011 та 2015 років. За зміною ширини спектру мультифрактальності можна зробити висновок про вплив цих криз на стан ринків. Цікавим є результат стосовно наслідків проголошення та початку процедури виходу Великої Британії з Європейського Союзу. Таким чином, у статті показано, що використання зазначених методів з метою ефективного оцінювання сучасного стану фондових ринків, виявлення трендів, особливих станів, моніторингу та передпрогнозного аналізу є доцільним.
Ключові слова: *фондові ринки, фрактальний аналіз, коефіцієнт Херста, мультифрактальний аналіз, ширина спектру мультифрактальності.*

Abstract. *Stock markets are complex systems and researching them using traditional nonlinear methods does not provide adequate results. The use of such nonlinear methods as fractal and multifractal analysis allows to study the dynamics of stock markets, to identify general trends. Investors with different horizons can also use the predictive capabilities of these methods. The article analyzes the stock markets of Germany, France, the United Kingdom and China for the period from 01/01/2010 to 26/10/2019 using model tools of fractal and multifractal methods. For these markets, the Hearst ratio is calculated. The obtained values of the Hearst coefficient allow us to conclude that the markets of Germany, France and China are persistent. Persistent ranks are prone to trending behavior, have long-term correlations between current and future events. For the German market, the Hearst ratio is 0.53, for the French market 0.54, for the Chinese market 0.66. It can be argued that these markets show clear trends. It is known that the closer to 1 the value of the Hearst coefficient, the more stable the market is. Such a market is most attractive to investors. Of the countries under study at the present stage, it is the Chinese market that is as important as the Hearst factor. For the UK market, the estimated value of the Hearst indicator is 0.45, which allows it to be classified as anti-persistent. From the point of view of investors, such a market is risky. The results of calculations by the method of multifractal analysis made it possible to clarify the previous conclusions. In addition, the use of multifractal analysis method allows to track changes in the state of markets in dynamics. And the characteristic features of the index of the width of the multifractal spectrum clearly indicate the entry / exit of markets to / from the zone of special states. Thus, the study covers several well-known global crises of 2011 and 2015. By changing the width of the multifractality spectrum, we can conclude that these crises affect the state of the markets. The result of the announcement and the start of the procedure for leaving the UK from the European Union is interesting. Thus, the article shows that the use of these methods in order to effectively assess the current state of the stock markets, identify trends, special conditions, monitoring and forecasting is appropriate.*
Keywords: *stock markets, fractal analysis, Hurst coefficient, multifractal analysis, multifractal spectrum width.*

Вступ. Особливістю сьогодення на фоні світової глобалізації є зростаюча складність ринкових процесів. Це призводить до появи нових парадигм наукових досліджень. Сучасний апарат економіко-математичного моделювання економічної динаміки значно розширився завдяки залученню новітнього інструментарію — міждисциплінарних підходів до вивчення зазначеного класу задач.

Моніторинг і моделювання фондових ринків обумовлений важливістю цих об'єктів, оскільки вони є певним відображенням макроекономічного розвитку країни. Очевидно, що інтенсивний розвиток економіки можливий за наявності донора — інвестора з різними інвестиційними горизонтами. А для інвестора і прийняття ним рішення важливим моментом є знання як поточного стану ринку, так і отримання прогнозу. Виявлення станів ринку є важливою задачею сучасного етапу моделювання економічної динаміки. Одним з прийомів, що дозволяють провести такі дослідження, є фрактальний і мультифрактальний аналіз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нелінійні методи, зокрема фрактальний аналіз, є сучасним інструментом дослідження економічних об'єктів. Вивченню фрактальної природи ринків присвячено чимало праць вітчизняних і зарубіжних учених. Так, наприклад, у [1] для фондового ринку Саудівської Араії перевіряється гіпотеза ефективного ринку із застосуванням коефіцієнта Херста. Автори [2] оцінюють ефективність ринку на прикладі 38 країн із використанням фрактального та ентропійного методів. Фрактальну поведінку провідних індійських фондових бірж із використанням методу MF-DFA досліджено у праці [3]. Виявленню фрактальної природи світових цін на акції із використанням фрактального аналізу присвячено працю [4]. Фрактальному та ентропійному аналізу ринків із використанням різних інформаційних технологій також приділяється увага вчених. Так, автор [5] проводить дослідження трьох найкрупніших світових фондових ринків на основі R/S-аналізу із використанням MS Excel та Visual Basic for Applications з метою виявлення трендостійкості. Автор [6] проводить дослідження динаміки світових фондових ринків засобами фрактального та ентропійного аналізу. У праці [7] надано результати використання фрактальної теорії ринку для забезпечення кращої стратегії управління ризиками. У праці [8] на прикладі валютних пар, акцій компаній і біржових індексів доводиться, що використання фрактальних моделей дозволяє отримувати точніший прогноз у порівнянні з нефрактальними моделями. Автори [9] проводять дослідження ринку золота із використанням R/S-аналізу та MF-DFA аналізу з метою прогнозу руху цін на цьому ринку. У

[10] фінансові часові ряди (на прикладі ринку нафти, валютної пари та акцій американської компанії) трактуються як фрактали і за допомогою R/S-аналізу досліджуються на стійкість. У праці [11] проведено аналіз валютних ринків 22 країн за допомогою фрактального методу та його модифікацій. У [12] на основі коефіцієнта Херста побудовано новий технічний індикатор, що дозволяє вивчати хаотичні властивості часових рядів.

У даній роботі пропонується поєднання фрактального та мультифрактального методів для дослідження та аналізу сучасного стану фондових ринків світу.

Методи. У праці [13] наведено методику R/S-аналізу, а саме розрахунку коефіцієнта Херста. Показник Херста (який є кількісною оцінкою випадковості, що проявляється у структурі часових рядів) розраховується за формулою $H = \log(R/S)_n / \log(c \times n)$, де H — коефіцієнт Херста, S — середньоквадратичне відхилення, R — розмах, n — довжина підпослідовності (кількість спостережень), c — задана константа. За допомогою коефіцієнта Херста проводиться класифікація часових рядів та мінімальні прогнози (виявлення тренду). Показник Херста інтерпретується таким чином: 1) H=0.5 — маємо випадковий процес; 2) $0.5 < H \leq 1$ — ряд є персистентним, тобто процес характеризується наявністю довгої пам'яті; 3) $H < 0.5$ — ряд є антиперсистентним, наявні часті швидкі, але невеликі зміни.

Мультифрактальний аналіз був запропонований у [14] і дозволяє отримати опис системи у динаміці, що надає більше інформації про систему. Алгоритм цього методу передбачає такі кроки. Перш за все аналізується профіль (накопичення), а не безпосередньо початковий вихідний ряд. Далі проводиться аналіз середньоквадратичних відхилень значень ряду від тренду. Проводиться розрахунок функції флуктуацій порядку q та визначається скейлінгова поведінка функції флуктуацій: $F_q(s) \propto s^{h(q)}$, де $F_q(s)$ — функція флуктуацій, s — часова шкала, $h(q)$ — узагальнений коефіцієнт Херста.

Результати. Для дослідження фрактальних і мультифрактальних особливостей фондових ринків використано програмне середовище MatLab, методику розрахунків у середовищі за означеними алгоритмами наведено у праці [15]. У роботі досліджувалися фондові ринки Великої Британії (FTSE100), Німеччини (DAX), Франції (FCHI) та Китаю (SSEC) за період з 01.01.2010 по

26.10.2019 рр. Вибір країн обумовлено певними світовими подіями, а саме Велика Британія стоїть на порозі виходу з Європейського Союзу. Ця подія буде мати наслідки як для країн Європейського Союзу, так і світу в цілому. Стрімкий розвиток Китаю, вихід цієї держави на міжнародну арену в усіх галузях також має вплив на світову економіку.

У табл. 1 наведено результати розрахунку коефіцієнта Херста.

Таблиця 1

РОЗРАХУНКОВІ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ХЕРСТА ДЛЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФОНДОВИХ РИНКІВ

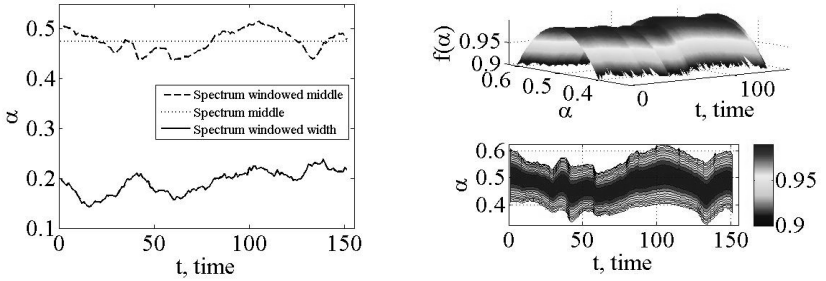
Фондовий індекс	Значення коефіцієнта Херста, *H*
FTSE100	0.45001
DAX	0.5327
FCHI	0.54271
SSEC	0.65618

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

Аналіз результатів розрахунку коефіцієнта Херста свідчить, що ринки Німеччини, Франції та Китаю є персистентними або трендостійкіми, оскільки розрахункові значення є більшими за 0.5. Найбільшу трендостійкість виявляє ринок Китаю. Значення коефіцієнту Херста для Німеччини і Франції є доволі невеликими, що може свідчити про певну консолідацію цих країн у кризовий період для Європейського Союзу, пов'язаний із виходом потужного гравця — Великої Британії з цього інтеграційного групування. За показником Херста для цих країн можемо зробити висновок, що на даний час ці країни є достатньо цікавими для інвесторів, проте певні застереження можна висловити стосовно Німеччини та Франції, оскільки наближені до 0.5 значення показника Херста вказують на певні труднощі в оцінці та прогнозуванні поведінки цих ринків. Тобто це може вказувати на певні ризики для інвесторів. Для ринку Великої Британії коефіцієнт Херста має значення менше 0.5, що свідчить про антиперсистентність ряду, тобто відбувається швидка зміна напрямку руху цін. Це може свідчити про спекулятивні дії на цьому ринку або про наявність гравців із різними типами фрактальної поведінки, які випадковим чином змінюють один одного. Таким чином, можемо зробити висновок, що на сучасному етапі на фондовому ринку Великої Британії ведення інвестиційної діяльності із довгостроковим горизонтом має підвищену ризикованість. Такий ринок

найкраще використовувати біржовим гравцям, які застосовують спекулятивну тактику з метою швидкого отримання прибутку. Отже, можемо говорити про нестійкий ринок, що, передусім, може бути реакцією на спробу країни вийти з Європейського Союзу.

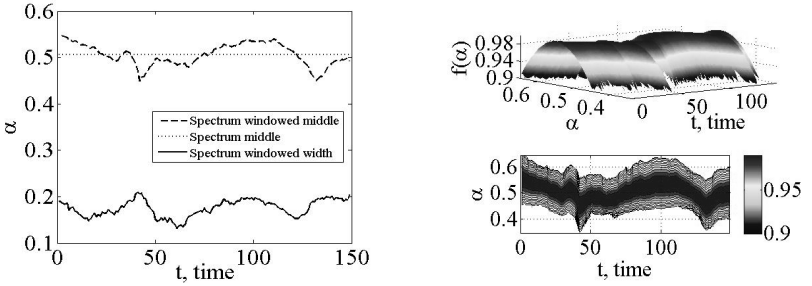
На рис. 1–4 надано результати розрахунків за мультифрактальним методом.



а) б)

Рис. 1. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Франції

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]



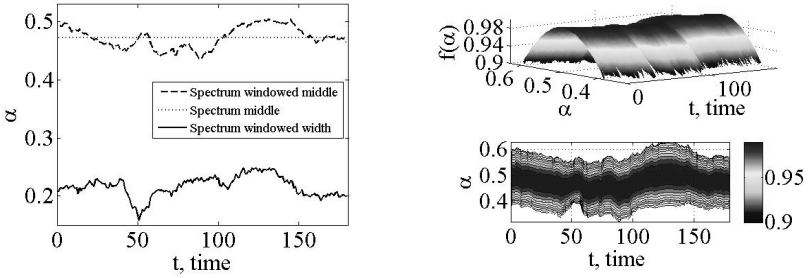
а) б)

Рис. 2. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Німеччини

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

Аналіз рис. 1 і 2 свідчить про певну синхронність фондових ринків Німеччини і Франції. Можемо зазначити, що криза як 2011 (окіл точки 17), так і 2015 років (окіл точки 85) вплинули на стан цих ринків. Обидва європейські ринки певним чином відреагували на дезінтеграційні процеси у Європейському Союзі, а

саме на вихід Великої Британії з цього групування. Ринки Німеччини та Франці сильно корелюють між собою, що може свідчити і про спільні соціально-політичні процеси, і про взаємну підтримку один одного.

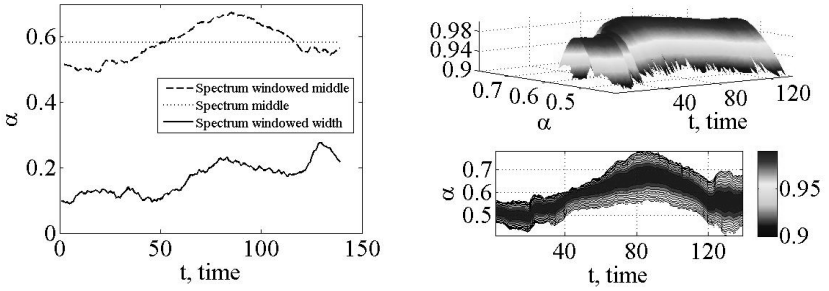


а) б)

Рис. 3. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Великої Британії

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

За змінами ширини спектру та зміною спектру мультифрактальності для Великої Британії (рис. 3), можемо також констатувати характерні звуження, що свідчить про реакцію на зазначені кризи. Стосовно поточного стану, можна зробити висновок про входження ринку в зону турбулентності. Вихід країни з Європейського Союзу, на нашу думку, болісно вдарить по економіці країни.



а) б)

Рис. 4. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Китаю

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

З рис. 4 можемо спостерігати за зміною ширини спектру мультифрактальності для ринку Китаю. Криза 2011 року суттєво сколихнула ринок Китаю. Проте криза 2015 р., яка «народилася» у Китаї, має інше відображення у порівнянні з попередньою. Відомо, що влада Китаю зробила все можливе для пом'якшення наслідків цієї кризи. З рисунку можемо зробити висновок, що фондовий ринок Китаю намагається відновитися, проте, незважаючи на значення показника Херста, ситуація на ньому доволі складна.

Висновки. Результати здійсненого аналізу сучасного стану світових фондових ринків дозволяють зробити висновок про трендостійкість ринків Німеччини і Франції — країн, що входять до Європейського Союзу. Фондовий ринок Великої Британії демонструє антиперсистентність, що може бути наслідком виходу країни з інтеграційного об'єднання. Ринок Китаю, який також виявляє трендостійкість, є доволі неоднозначним. У короткостроковому прогнозі для цих країн можна говорити про збереження тенденцій у динаміці найближчим часом. Отримані результати свідчать, що застосування фрактального та мультифрактального методів є ефективним, дозволяє отримати приховану інформацію та кількісно оцінити зміни в економічних системах. Подальший моніторинг та аналіз світових фондових ринків із використанням зазначених методів дозволить вчасно виявляти та реагувати на негативні та кризові явища будь-якої природи.

Література

1. Al Abdaulhadi D., Shetty S., Alshamali M. Stock Market Behavior: A Fractal Analysys of Saudi Stock Exchange. *International Journal of Business*. Vol.20. No.1. 2015. URL: https://www.questia.com/library/journal/1P3-3687249341/stock-market-behavior-a-fractal-analysis-of-saudi (дата звернення 10.09.2019).
2. Kristoufek L., Vosvrda M. Measuring capital market efficiency: Long-term memory, fractal dimension and approximate entropy. FinMaP-Working Paper. No. 18. Kiel University. FinMaP — Financial Distortions and Macroeconomic Performance. URL: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/102282/1/wp-18.pdf (дата звернення 10.09.2019).
3. Samadder S., Ghosh K., Basu T. Fractal Analysis of Prime Indian STOCK Market Indices. *Fractals*. Vol. 21. 2013. URL: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013Fract..2150003S (дата звернення 15.09.2019).
4. Ikeda T. A fractal analysis of world stock markets. *Economics Bulletin*, *AccessEcon*. Vol. 37(3). 2017. pp. 1514–1532.
5. Зинченко А. В. R/S анализ на фондовом рынке. *Бизнес-информатика.* № 3(21). 2012. с. 24–30.

6. Данильчук Г. Б. Дослідження динаміки світових фондових ринків засобами фрактального та ентропійного аналізу. *Механізми, стратегії та технології управління економічними системами за умов інтеграційних процесів: теорія, методологія, практика*. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (6–8 жовтня 2017 р., м. Хмельницький). — Хмельницький: ФО-П Сторожук О.В., 2017. С. 37–39.

7. Lamani L., Baci N. A fractal market theory revisited through chart analysis for a better risk/reward management strategy. *International Journal of Economics, Commerce and Management*. United Kingdom. Vol. III. Issue 1. Jan 2015. URL: http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/3126.pdf (дата звернення 15.09.2019).

8. Симонов П. М., Гарафутдинов Р. В. Моделирование и прогнозирование динамики курсов финансовых инструментом с применением эконометрических моделей и фрактального анализа. *Вестник Пермского университета*. Экономика, 2019. Том 14. № 2. с. 268–288.

9. Yin K., Zhang H., Zhang W., Wei Q. Fractal Analysis of the Gold Market in China. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. Vol. XVI(3). 2013. pp. 144–163. URL: http://www.ipe.ro/rjef/rjef3_13/rjef3_2013p144-163.pdf (дата звернення 10.09.2019).

10. Makletsov S. V., Opokina N. A., Shafigullin I. K. Application of fractal analysis method for studying stock market. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 11. No.1 URL: http://TUENGR.COM/V11/11A01E.pdf (дата звернення 10.09.2019).

11. Robert F. Mulligan. A Fractal Analysis of Foreign Exchange Markets. IAER: February 2000. Vol.6. No.1. pp.33–49.

12. Kroha P. and Škoula M. Hurst Exponent and Trading Signals Derived from Market Time Series. In Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2018), pages 371–378. URL: https://www.scitepress.org/Papers/2018/66670/66670.pdf (дата звернення 15.09.2019).

13. Mandelbrot B.B. Robustness of the rescaled range R/S un the measurement dependence. *Water Resources Research*. 1969. Vol. 5. N 5. pp. 967–988.

14. Kantelhardt, Jan W., Zschiegner Stephan A., Koscielny-Bunde Eva et al. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2002. Vol. 316. P. 87–114.

15. Соловйов В. М., Сердюк О.А., Данильчук Г.Б. Моделювання складних систем. *Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни*. Черкаси: Видавець О. Ю. Вовчок. 2016. 204 с.

16. Статистика індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://finance.yahoo.com (дата звернення 27.10.2019)

17. Статистика індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://investfunds.ua (дата звернення 27.10.2019).

References

1. Al Abdaulhadi D., Shetty S., Alshamali M. Stock Market Behavior: A Fractal Analysys of Saudi Stock Exchange. *International Journal of Business*. Vol. 20. No. 1. 2015. URL: https://www.questia.com/library/journal/1P3-3687249341/stock-market-behavior-a-fractal-analysis-of-saudi

2. Kristoufek L., Vosvrda M. Measuring capital market efficiency: Long-term memory, fractal dimension and approximate entropy. FinMaP-Working Paper. No. 18. Kiel University. FinMaP — Financial Distortions and Macroeconomic Performance. URL: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/102282/1/wp-18.pdf

3. Samadder S., Ghosh K., Basu T. Fractal Analysis of Prime Indian STOCK Market Indices. *Fractals*. Vol. 21. 2013. URL: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013Fract..2150003S

4. Ikeda T. A fractal analysis of world stock markets. *Economics Bulletin, AccessEcon*. Vol. 37(3). 2017. pp. 1514–1532.

5. Zinchenko A. V. R/S analiz na fondovom rynke. *Biznes-informatika*. № 3(21). 2012. c.24-30. (in Ros)

6. Danylchuk H. B. Doslidzhennia dynamiky svitovykh fondovykh rynkiv zasobamy fraktalnoho ta entropiinoho analizu. *Mekhanizmy, stratehii ta tekhnolohii upravlinnia ekonomichnymy systemamy za umov intehratsiinykh protsesiv: teoriia, metodolohiia, praktyka*. Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (6-8 zhovtnia 2017 r., m. Khmelnytskyi). — Khmelnytskyi: FO-P Storozhuk O.V., 2017. S. 37–39. (in Ukr)

7. Lamani L., Baci N. A fractal market theory revisited through chart analysis for a better risk/reward management strategy. *International Journal of Economics, Commerce and Management*. United Kingdom. Vol. III. Issue 1. Jan 2015. URL: http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/3126.pdf

8. Simonov P. M., Garafutdinov R. V. Modelirovanie i prognozirovanie dinamiki kursov finansovyh instrumentom s primeneniem ekonometricheskih modelej i fraktal'nogo analiza. *Vestnik Permskogo universiteta*. Ekonomika, 2019. Tom 14. № 2. s. 268–288. (in Ros)

9. Yin K., Zhang H., Zhang W., Wei Q. Fractal Analysis of the Gold Market in China. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. Vol. XVI(3). 2013. pp. 144–163. URL: http://www.ipe.ro/rjef/rjef3_13/rjef3_2013p144-163.pdf

10. Makletsov S. V., Opokina N. A., Shafigullin I. K. Application of fractal analysis method for studying stock market. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 11. No.1 URL: http://TUENGR.COM/V11/11A01E.pdf

11. Robert F. Mulligan. A Fractal Analysis of Foreign Exchange Markets. IAER: February 2000. Vol.6. No.1. pp.33–49.

12. Kroha P. and Škoula M. Hurst Exponent and Trading Signals Derived from Market Time Series. In Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2018), pages 371–378. URL: https://www.scitepress.org/Papers/2018/66670/66670.pdf

13. Mandelbrot B.B. Robustness of the rescaled range R/S un the measurement dependence. *Water Resources Research*. 1969. Vol. 5. N 5. pp. 967–988.
14. Kantelhardt, Jan W., Zschiegner Stephan A., Koscielny-Bunde Eva et al. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2002. Vol. 316. P. 87–114.
15. Soloviov V.M., Serdiuk O.A., Danylchuk H.B. Modeliuvannia skladnykh system. *Navchalno-metodychnyi posibnyk dlia samostiinoho vyvchennia dystsypliny*. Cherkasy: Vydavets O. Yu. Vovchok. 2016. 204 s. (in Ukr)
16. Statystyka indeksiv svitovoho fondovoho rynku [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: http://finance.yahoo.com
17. Statystyka indeksiv svitovoho fondovoho rynku [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: http://investfunds.ua

Статтю подано до редакції 23.09.2019 р.

УДК 519.863 DOI: 10.33111/mise.98.10

Дем'яненко В. В., к.е.н.,
доцент кафедри інформаційного менеджменту,
Потапенко С. Д., к.е.н.,
доцент кафедри інформаційного менеджменту,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Demyanenko V. V., Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Information Management Department,
Potapenko S. D., Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Information Management Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ВИБОРУ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ АГРЕГУВАННЯ ОЦІНОК ЕКСПЕРТІВ У ТАБЛИЦЯХ SWOT ТА PLIE

OPTIMAL PLANNING OF MEASURES TO IMPROVE THE COMPANY'S PERFORMANCE TAKING INTO ACCOUNT EXPERT ASSESSMENTS IN THE SWOT AND PLIE TABLES

Анотація. *Одним з актуальних методів планування діяльності організацій є метод SWOT-аналізу. Сутність даного методу полягає у формуванні матриці оцінок властивостей об'єкту дослідження, що є засобом структурування та формалізації знань про його поточний стан. Назва методу походить від слів Strengths, Weaknesses, Opportunities та Threats. Відповідно таблиця оцінок взаємодії різних факторів має назву SWOT-таблицею. Аналогічно до SWOT абревіатура від назв виразів Profit, Loss,*

Internal origin та External origin дає змогу перейти до таблиці PLIE, яка містить оцінки впливу відповідних факторів. За умови заповнення SWOT таблиці кожному експерту пропонується дати відповіді на запитання, які стосуються спроможності компанії скористатись поточними умовами для підвищення економічного ефекту своєї діяльності. Під час проведення SWOT-аналізу за таблицею SWOT експертом надає власну оцінку спроможності компанії використати на власну користь взаємодію сильних та слабких якостей організації з факторами що сприятливо та негативно впливають на її діяльність. Альтернативним способом проведення SWOT-аналізу є використання таблиці PLIE, яка надає експерту можливість оцінити сприятливий та негативний вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на діяльність організації. Як і для таблиці SWOT, за умови використання таблиці PLIE, кожному експерту пропонується дати відповіді на запитання, які стосуються спроможності компанії скористатись поточними умовами для підвищення економічного ефекту своєї діяльності. У статті розглядаються особливості побудови матриці SWOT, що містить експертні оцінки спільної взаємодії сприятливих можливостей та загроз на формування сильних та слабких сторін діяльності організації. Розглянуто особливості побудови матриці PLIE, що містить експертні оцінки взаємодії сприятливих та негативних факторів на фактори діяльності організації, які мають внутрішнє та зовнішнє походження Продемонстровано можливість оптимального планування витрат на підтримку діяльності компанії з урахуванням агрегованих оцінок у таблицях SWOT та PLIE відповідно.
***Ключові слова.** Таблиця SWOT, таблиця PLIE, алгоритм визначення коефіцієнтів відносної важливості об'єктів, матриця парних порівнянь, економічний ефект, ресурсні обмеження.*

***Abstract**. One of the most urgent methods of planning the activities of organizations is the method of SWOT analysis. The essence of this method is to form a matrix of evaluations of the properties of a research object, which is a means of structuring and formalizing knowledge about its current state. The name of the method comes from the words Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats. Accordingly, the table of estimates of the interaction of various factors is called the SWOT table. Similarly to SWOT, the abbreviation for Profit, Loss, Internal origin, and External origin gives you the option of going to a PLIE table that contains estimates of the impact of the relevant factors. Provided the SWOT table is completed, each expert is asked to provide answers to questions regarding the company's ability to take advantage of current conditions to maximize the economic impact of its operations. During the SWOT analysis, according to the table SWOT expert gives his own assessment of the ability of the company to use for its own benefit the interaction of the strengths and weaknesses of the organization with factors that have a favorable and negative impact on its activities. An alternative way of conducting a SWOT analysis is to use the PLIE table, which enables the expert to evaluate the favorable and negative impact of external and internal factors on the organization's activities. As with the SWOT table, subject to the use of the PLIE table, each expert is asked to answer questions regarding the company's ability to take advantage of current conditions to maximize the economic impact of its operations. The features of SWOT matrix construction, which contain expert assessments of the joint interaction of favorable opportunities and threats to the formation of strengths and weaknesses of the organization, are considered in the article. Features of construction of PLIE matrix are considered, containing expert estimations of interaction of favorable and negative factors on factors of activity of organization having internal and external origin. Possibility of optimal planning of expenses for support of company activity is taken into account, taking into account aggregate estimates in SWOT and PLIE tables respectively.*

Key words. *SWOT table, PLIE table, algorithm of determining the coefficients of relative importance objects, matrix of pairwise comparisons, economic benefits, resource constraints.*

Вступ. Одним з актуальних методів планування діяльності організацій є метод SWOT-аналізу, який був запропонований Кенеттом Ендрюсом та іншими провідними вченими [3] у 1963 році на конференції, що була присвячена проблемам формування бізнес-політики організацій. Назва методу походить від слів Strengths, Weaknesses, Opportunities і Threats. Сутність даного методу полягає у формуванні своєрідної вербальної матриці, яка є засобом структурування та формалізації знань про поточний стан об'єкту. Відповідно така матриця носить назву SWOT, а сам SWOT-аналіз є підготовчим етапом до планування діяльності підприємства [1]. На відміну від матриці SWOT зручним є також підхід до розгляду характеристик діяльності організації з точки зору природи факторів, які впливають на неї. Аналогічно до SWOT абревіатура від назв виразів Profit, Loss, Internal origin та External origin дає змогу перейти до матриці PLIE, яка містить оцінки впливу відповідних факторів.

Один з підходів до оптимального планування вибору заходів з удосконалення діяльності підприємства за результатами SWOT-аналізу розглянуто у [2]. Дана стаття є логічним продовженням даної публікації. Зокрема, на відміну від згаданої статті, пропонується оцінювати фактори SWOT-аналізу з метою побудови матриці їх парних порівнянь у контексті об'єднаної взаємодії груп факторів, а не ізольовано одна від одної.

Збір оцінок експертів із застосуванням таблиць SWOT

Кожному експерту пропонується дати відповіді на запитання, які стосуються спроможності компанії скористатись поточними умовами для підвищення економічного ефекту своєї діяльності.

Під час проведення SWOT-аналізу за таблицею SWOT експертом надає власну оцінку спроможності компанії використати на власну користь взаємодію сильних та слабких якостей організації з факторами що сприятливо та негативно впливають на її діяльність. Оцінки експерта фіксуються у табл. 1.

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на підтримку сприятливих можливостей, які позитивно впливають на сильні якості організації — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $OS_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,o}, b \in \overline{1,s}$.

Таблиця 1

ОЦІНКИ ЕКСПЕРТА У ТАБЛИЦІ SWOT

		Strengths Сильні якості організації					**W**eaknesses Слабкі якості організації					
		1	2	…	*s*–1	*S*	1	2	…	*w*–1	*w*	
Opportu-nitiesСприятливі можли-вості у діяльності компанії	1	$OS_{1,1}$	$OS_{1,2}$	…	$OS_{1,s-1}$	$OS_{1,s}$	$OW_{1,1}$	$OW_{1,2}$	…	$OW_{1,w-1}$	$OW_{1,w}$	O_1
	2	$OS_{2,1}$	$OS_{2,2}$	…	$OS_{2,s-1}$	$OS_{2,s}$	$OW_{2,1}$	$OW_{2,2}$	…	$OW_{0-2,w-1}$	$OW_{2,w}$	O_2
	…	…	….	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	o–1	$OS_{0-1,1}$	$OS_{0-1,2}$	…	$OS_{0-1,s-1}$	$OS_{o-1,s}$	$OW_{o-1,1}$	$OW_{o-1,2}$	…	$OW_{0-1,w-1}$	$OW_{o-1,w}$	O_{o-1}
	O	$OS_{0,1}$	$OS_{0,2}$	…	$OS_{o,s-1}$	$OS_{o,s}$	$OW_{o,1}$	$OW_{o,2}$	…	$OW_{0,w-1}$	$OW_{o,w}$	O_o
Threads Загрози для діяльності компанії	1	$TS_{1,1}$	$TS_{1,2}$	…	$TS_{1,s-1}$	$TS_{1,s}$	$TW_{1,1}$	$TW_{1,2}$	…	$TW_{1,w-1}$	$TW_{1,w}$	T_1
	2	$TS_{2,1}$	$TS_{2,2}$	…	$TS_{2,s-1}$	$OS_{2,s}$	$TW_{2,1}$	$TW_{2,2}$	…	$TW_{2,w-1}$	$OW_{2,w}$	T_2
	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	t–1	$TS_{t-1,1}$	$TS_{t-1,2}$	…	$TS_{t-1,s-1}$	$TS_{t-1,s}$	$TW_{t-1,1}$	$TW_{t-1,2}$	…	$TW_{t-1,w-1}$	$TW_{t-1,w}$	T_{t-1}
	t	$TS_{t-,1}$	$TS_{t,2}$	…	$TS_{t,s-1}$	$TS_{t,s}$	$TW_{t,1}$	$TW_{t,2}$	…	$TW_{t,w-1}$	$TW_{t,w}$	TS_t
		S_1	S_2	…	S_{s-1}	S_s	W_1	W_2	…	W_{w-1}	W_w	

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на підтримку сприятливих можливостей, які позитивно впливають на слабкі якості організації — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $OW_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,o}, b \in \overline{1,w}$.

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на нівелювання загроз, які негативно впливають на сильні якості організації — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $TS_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,t}, b \in \overline{1,s}$.

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на нівелювання загроз, які негативно впливають на слабкі якості організації — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $TW_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,t}, b \in \overline{1,w}$.

Побудови матриці парних порівнянь факторів таблиці SWOT

За кожним з експертів здійснюється агрегування отриманих він них оцінок.

Агрегована оцінка успішного залучення ресурсів на розвиток сильних якостей організації розраховується за формулою: $S_b = \sum_{a=1}^{o} OS_{a,b} + \sum_{a=1}^{t} TS_{a,b}, b \in \overline{1,s}$.

Агрегована оцінка успішного залучення ресурсів на підтримку слабких якостей організації розраховується за формулою: $W_b = \sum_{a=1}^{o} OW_{a,b} + \sum_{a=1}^{t} TW_{a,b}, b \in \overline{1,w}$.

Агрегована оцінка успішного залучення ресурсів на підтримку сприятливих можливостей, якими може скористатись організація розраховується за формулою: $O_a = \sum_{b=1}^{s} OS_{a,b} + \sum_{b=1}^{w} OW_{a,b}, a \in \overline{1,o}$.

Агрегована оцінка успішного залучення ресурсів на нівелювання загроз у діяльності організації розраховується за формулою: $T_a = \sum_{b=1}^{s} TS_{a,b} + \sum_{b=1}^{w} TW_{a,b}, a \in \overline{1,w}$.

Таким чином, за умови залучення m експертів до проведення SWOT-аналізу із застосуванням таблиць SWOT, отримаємо сукупність агрегованих оцінок, які можна подати у вигляді табл. 2.

Отримані агреговані оцінки факторів SWOT-аналізу пропонується застосувати для ранжування значущості даних факторів у діяльності компанії для кожного з експертів.

Таблиця 2

АГРЕГОВАНІ ОЦІНКИ ЕКСПЕРТІВ ЗА ТАБЛИЦЯМИ SWOT

			Агреговані оцінки експертів				
			1	2	…	$m-1$	m
Фактори	S	1	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$	…	$S_{1,m-1}$	$S_{1,m}$
		2	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	…	$S_{2,m-1}$	$S_{2,m}$
		…	…	…	…	…	…
		$s-1$	$S_{s-1,1}$	$S_{s-1,2}$	…	$S_{s-1,m-1}$	$S_{s-1,m}$
		s	$S_{s,1}$	$S_{s,2}$	…	$S_{s,m-1}$	$S_{s,m}$
	W	1	$W_{1,1}$	$W_{1,2}$	…	$W_{1,m-1}$	$W_{1,m}$
		2	$W_{2,1}$	$W_{2,2}$	…	$W_{2,m-1}$	$W_{2,m}$
		…	…	…	…	…	…
		$w-1$	$W_{w-1,1}$	$W_{w-1,2}$	…	$W_{w-1,m-1}$	$W_{w-1,m}$
		w	$W_{w,1}$	$W_{w,2}$	…	$W_{w,m-1}$	$W_{w,m}$
	O	1	$O_{1,1}$	$O_{1,2}$	…	$O_{1,m-1}$	$O_{1,m}$
		2	$O_{2,1}$	$O_{2,2}$	…	$O_{2,m-1}$	$O_{2,m}$
		…	…	…	…	…	…
		$o-1$	$O_{o-1,1}$	$O_{o-1,2}$	…	$O_{o-1,m-1}$	$O_{o-1,m}$
		o	$O_{o,1}$	$O_{o,2}$	…	$O_{o,m-1}$	$O_{o,m}$
	T	1	$T_{1,1}$	$T_{1,2}$	…	$T_{1,m-1}$	$T_{1,m}$
		2	$T_{2,1}$	$T_{2,2}$	…	$T_{2,m-1}$	$T_{2,m}$
		…	…	…	…	…	…
		$t-1$	$T_{t-1,1}$	$T_{t-1,2}$	…	$T_{t-1,m-1}$	$T_{t-1,m}$
		t	$T_{t,1}$	$T_{t,2}$	…	$T_{t,m-1}$	$T_{t,m}$

Отримані агреговані оцінки факторів SWOT-аналізу пропонується застосувати для ранжування значущості даних факторів у діяльності компанії для кожного з експертів.

Побудуємо, користуючись табл. 2, матрицю парних порівнянь значущості факторів SWOT-аналізу для кожного з експертів. Алгоритм побудови матриці парних порівнянь є таким:

1. кількість факторів $n = s + w + o + t$;

2. позначимо, для зручності запису, агреговане значення кожного окремого фактора через $f_a, a \in \overline{1,n}$, де індекси $a \in \overline{1,s}$ відносяться до факторів сильних сторін, $a \in \overline{s+1, s+w}$ відносяться до факторів слабких сторін, $a \in \overline{s+w+1, s+w+o}$ відносяться до факторів сприятливих можливостей організації, а індекси $a \in \overline{s+w+o+1, s+w+o+t}$ відносяться до факторів загроз;

3. значення елементів матриці парних порівнянь отримуються як $r_{a,b} = \begin{cases} 1, & f_a > f_b \\ 0.5, & f_a = f_b \\ 0, & f_a < f_b \end{cases}$, для $a \in \overline{1,n}$, $b \in \overline{1,n}$.

Визначення коефіцієнтів відносної важливості факторів

Користуючись методом обробки парних порівнянь отримаємо вектор коефіцієнтів відносної важливості кожного з факторів: $k = \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \dots \\ k_{n-1} \\ k_n \end{pmatrix}$, алгоритм отримання якого описано у [4].

Оптимальне планування витрат на підтримку діяльності компанії

Користуючись отриманими коефіцієнтами відносної важливості факторів SWOT-аналізу за таблицею SWOT, з метою оптимального планування економічного ефекту, який обумовлений підтримкою діяльності організації, побудуємо економіко-математичну модель з цільовою функцією такого вигляду:

$$F = \sum_{a=1}^{s} x_a k_a q_a + \sum_{a=s+1}^{s+w} x_a k_a q_a + \sum_{a=s+w+1}^{s+w+o} x_a k_a q_a + \sum_{a=s+w+o+1}^{s+w+o+t} x_a k_a q_a \to \max, \quad (1)$$

або, з метою компактнішої форми запису, у вигляді:

$$F = \sum_{a=1}^{n} x_a k_a q_a \to \max ,$$

де F — максимально можливий прибуток компанії, який можливо отримати за зазначених умов;

x_a — покажчик залучення коштів на роботу з a-тим фактором, $a \in \overline{1,n}$;

k_a — коефіцієнт відносної важливості a-го фактору у діяльності компанії, $a \in \overline{1,n}$;

q_a — економічний ефект від витрат на роботу з a-тим фактором у діяльності компанії, $a \in \overline{1,n}$;

s — кількість сильних сторін організації;

w — кількість слабких сторін організації;

o — кількість сприятливих можливостей у діяльності організації;

t — кількість загроз для діяльності організації;

n — загальна кількість факторів, яка розраховується як $s + w + o + t$.

Обмеженнями моделі буде таке:

$$\sum_{a=1}^{s} x_a z_a \le Z_s ,$$

$$\sum_{a=s+1}^{s+w} x_a z_a \le Z_w ,$$

$$\sum_{a=s+w+1}^{s+w+o} x_a z_a \le Z_o ,$$

$$\sum_{a=s+w+o+1}^{s+w+o+t} x_a z_a \le Z_t ,$$

$$x_a \in \{0;1\},\ a \in \overline{1,n} ,$$

де x_a приймає значення 1, якщо витрати на роботу з a-тим фактором беруться до уваги або 0, у протилежному випадку;

z_a — витрати компанії на роботу з a-тим фактором;

Z_s — максимально допустимі витрати на розвиток сильних якостей організації;

Z_w — максимально допустимі витрати на підтримку слабких якостей організації;

Z_o — максимально допустимі витрати на підтримку сприятливих можливостей, якими може скористатись компанія у своїй діяльності;

Z_t — максимально допустимі витрати на нівелювання загроз для діяльності організації.

Виконане моделювання, на основі запропонованої економіко-математичної моделі, дає змогу здійснити оцінювання сукупних витрат на підтримку діяльності компанії у відповідності до проведеного SWOT-аналізу. Розмір сукупних витрат організації визначається за формулою:

$$Z = \sum_{a=1}^{s} x_a z_a + \sum_{a=s+1}^{s+w} x_a z_a + \sum_{a=s+w+1}^{s+w+o} x_a z_a + \sum_{a=s+w+o+1}^{s+w+o+t} x_a z_a = \sum_{a=1}^{n} x_a z_a \,, \qquad (2)$$

де Z — розмір сукупних витрат компанії на підтримку своєї діяльності у відповідності до проведеного SWOT-аналізу.

Всі інші позначення елементів формули (2) відповідають позначенням розглянутої моделі з цільовою функцією (1). Пошук оптимального рішення здійснюється методами цілочисельного програмування.

Збір оцінок експертів із застосуванням таблиць PLIE

Альтернативним способом проведення SWOT-аналізу є використання таблиці PLIE, яка надає експерту можливість оцінити сприятливий і негативний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на діяльність організації.

Як і для таблиці SWOT, за умови використання таблиці PLIE, кожному експерту пропонується дати відповіді на запитання, які стосуються спроможності компанії скористатись поточними умовами для підвищення економічного ефекту своєї діяльності.

Під час проведення SWOT-аналізу у таблиці PLIE кожним експертом надається оцінка спроможності компанії використати на власну користь взаємодію сприятливих і негативних факторів з факторами зовнішнього та внутрішнього впливів на діяльність компанії. Оцінки кожного з експертів фіксуються у табл. 3.

Таблиця 3

ОЦІНКИ ЕКСПЕРТА У ТАБЛИЦІ PLIE

		Profit Сприятливі фактори, які зумовлюють отримання прибутку					**L**oss Негативні фактори, які зумовлюють отримання збитків					
		1	2	…	p–1	p	1	2	…	L–1	l	
Internal origin Фактори внутрішнього походження	1	$IP_{1,1}$	$IP_{1,2}$	…	$IP_{1,p-1}$	$IP_{1,p}$	$IL_{1,1}$	$IL_{1,2}$	…	$IL_{1,l-1}$	$IL_{1,l}$	I_1
	2	$IP_{2,1}$	$IP_{2,2}$	…	$IP_{2,p-1}$	$IP_{2,p}$	$IL_{2,1}$	$IL_{2,2}$	…	$IL_{2,l-1}$	$IL_{2,l}$	I_2
	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	i–1	$IP_{i-1,1}$	$IP_{i-1,2}$	…	$IP_{i-1,p-1}$	$IP_{i-1,p}$	$IL_{i-1,1}$	$IL_{i-1,2}$	…	$IL_{i-1,l-1}$	$IL_{i-1,l}$	I_{i-1}
	i	$IP_{i,1}$	$IP_{i,2}$	…	$IP_{i,p-1}$	$IP_{i,p}$	$IL_{i,1}$	$IL_{i,2}$	…	$IL_{i,l-1}$	$EL_{i,l}$	I_i
External origin Фактори зовнішнього походження	1	$EP_{1,1}$	$EP_{1,2}$	…	$EP_{1,p-1}$	$EP_{1,p}$	$EL_{1,1}$	$EL_{1,2}$	…	$EL_{i,l-1}$	$EL_{1,l}$	E_1
	2	$EP_{2,1}$	$EP_{2,2}$	…	$EP_{2,p-1}$	$EP_{2,p}$	$EL_{2,1}$	$EL_{2,2}$	…	$EL_{2,l-1}$	$EL_{2,l}$	E_2
	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	e–1	$EP_{e-1,1}$	$EP_{e-1,2}$	…	$EP_{e-1,p-1}$	$EP_{e-1,p}$	$EL_{e-1,1}$	$EL_{e-1,2}$	…	$EL_{e-1,l-1}$	$EL_{e-1,l}$	E_{e-1}
	e	$EP_{e,1}$	$EP_{e,2}$	…	$EP_{e,p-1}$	$EP_{e,p}$	$EL_{e,1}$	$EL_{e,2}$	…	$EL_{e,l-1}$	$EL_{e,l}$	E_e
		P_1	P_2	…	P_{p-1}	P_p	L_1	L_2	…	L_{l-1}	L_l	

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на підтримку факторів внутрішнього походження, які можуть зумовлювати отримання прибутку — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $IP_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,i}, b \in \overline{1,p}$.

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на нівелювання факторів внутрішнього походження, які можуть зумовлювати отримання збитків — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $IL_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,i}, b \in \overline{1,l}$.

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на підтримку факторів зовнішнього походження, які можуть зумовлювати отримання прибутку — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $EP_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,e}, b \in \overline{1,p}$.s

Якщо експерт вважає, що компанія зможе вдало залучити ресурси на нівелювання факторів зовнішнього походження, які можуть зумовлювати отримання збитків — він надає оцінку 1, якщо експерт не впевнений — 0. Таким чином $EL_{a,b} \in \{0;1\}, a \in \overline{1,e}, b \in \overline{1,l}$.

Побудова матриці парних порівнянь факторів таблиці PLIE

Надалі здійснюється агрегування оцінок експерта з таблиці PLIE аналогічно до подібної процедури, яка раніше була розглянута у відношенні до оцінок експерта у таблиці SWOT.

Отримані агреговані оцінки факторів SWOT-аналізу з таблиці PLIE також, як і у випадку з агрегованими оцінками факторів з таблиці SWOT, пропонується застосувати для ранжування значущості даних факторів у діяльності компанії для кожного з експертів. Після виконання процедури агрегування оцінок з таблиці PLIE здійснюється побудова матриці парних порівнянь значущості факторів даної таблиці. На основі отриманих матриць парних порівнянь усіх експертів, аналогічно до подібних дій над оцінками з таблиць SWOT, розраховуються значення елементів вектору

коефіцієнтів відносної важливості кожного з факторів таблиці PLIE: $k = \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \dots \\ k_{n-1} \\ k_n \end{pmatrix}$.

Оптимальне планування витрат на підтримку діяльності компанії

Користуючись отриманими коефіцієнтами відносної важливості факторів SWOT-аналізу за таблицею PLIE, з метою оптимального планування економічного ефекту, який обумовлений підтримкою діяльності організації, побудуємо економіко-математичну модель з цільовою функцією такого вигляду:

$$F = \sum_{a=1}^{p} x_a k_a q_a + \sum_{a=p+1}^{p+l} x_a k_a q_a + \sum_{a=p+l+1}^{p+l+i} x_a k_a q_a + \sum_{a=p+l+i+1}^{p+l+i+e} x_a k_a q_a \to \max, \qquad (3)$$

або, з метою більш компактної форми запису, у вигляді:

$$F = \sum_{a=1}^{n} x_a k_a q_a \to \max,$$

де F — максимально можливий прибуток компанії, який можливо отримати за зазначених умов;

x_a — покажчик залучення коштів на роботу з a-тим фактором, $a \in \overline{1,n}$;

k_a — коефіцієнт відносної важливості a-го фактору у діяльності компанії, $a \in \overline{1,n}$;

q_a — економічний ефект від витрат на роботу з a-тим фактором у діяльності компанії, $a \in \overline{1,n}$;

p — кількість сприятливих факторів, які зумовлюють отримання прибутку;

l — кількість негативних факторів, які зумовлюють отримання збитків;

i — кількість факторів внутрішнього походження;

e — кількість факторів зовнішнього походження;

n — загальна кількість факторів, яка розраховується як $p+l+i+e$.

Обмеженнями моделі буде таке:

$$\sum_{a=1}^{p} x_a z_a \le Z_p,$$

$$\sum_{a=p+1}^{p+l} x_a z_a \le Z_l,$$

$$\sum_{a=p+l+1}^{p+l+i} x_a z_a \le Z_i,$$

$$\sum_{a=p+l+i+1}^{p+l+i+e} x_a z_a \le Z_e,$$

$$x_a \in \{0;1\},\ a \in \overline{1,n},$$

де x_a приймає значення 1, якщо витрати на роботу з a-тим фактором беруться до уваги або 0, у протилежному випадку;

z_a — витрати компанії на роботу з a-тим фактором;

Z_p — максимально допустимі витрати на розвиток сприятливих факторів, які зумовлюють отримання прибутку;

Z_l — максимально допустимі витрати на нівелювання негативних факторів, які зумовлюють отримання збитків;

Z_i — максимально допустимі витрати на роботу з факторами внутрішнього походження;

Z_e — максимально допустимі витрати на роботу з факторами зовнішнього походження.

Виконане моделювання, на основі запропонованої економіко-математичної моделі, також дає змогу здійснити оцінювання сукупних витрат на підтримку діяльності компанії відповідно до проведеного SWOT-аналізу. Розмір сукупних витрат організації визначається за формулою:

$$Z = \sum_{a=1}^{p} x_a z_a + \sum_{a=p+1}^{p+l} x_a z_a + \sum_{a=p+l+1}^{p+l+i} x_a z_a + \sum_{a=p+l+i+1}^{p+l+i+e} x_a z_a = \sum_{a=1}^{n} x_a z_a, \qquad (4)$$

де z — розмір сукупних витрат компанії на підтримку своєї діяльності у відповідності до проведеного SWOT-аналізу.

Всі інші позначення елементів формули (4) відповідають позначенням розглянутої моделі з цільовою функцією (3). Пошук оптимального рішення здійснюється методами цілочисельного програмування.

Висновки. Моделі, які розроблені у даній роботі, можуть розглядатись як базові інструменти для розбудови оцінювання результатів SWOT-аналізу, як через експертне оцінювання із фіксуванням результату і матриці SWOT, так і через застосування матриці PLIE. У свою чергу до обмежень, які розглянуті у відповідних оптимізаційних моделях, можуть бути додані додаткові вимоги, що враховують специфіку конкретної предметної області та надають можливість подальшого удосконалення запропонованих рішень.

Список літератури

1. SWOT-аналіз — основа формування маркетингових стратегій: Навч. посібник / За ред. Л. В. Балабанової. — 2-ге вид., випр. і доп. — К. : Знання, 2005. — 301 с.
2. *Дем'яненко В. В.* Модель оптимального вибору заходів з удосконалення діяльності підприємства за результатами SWOT-аналізу / В. В. Дем'яненко, С. Д. Потапенко, Г. О. Кедровський // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — К. : КНЕУ, 2017. — № 93. — С. 111–119.
3. *Learned E. P.* Business policy: Text and Cases / [E. P. Learned, C. R. Christensen, K. R. Andrews, W. D. Guth]. — Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois, 1969. — 1046 p.
4. *Айзерман М.А.* Выбор вариантов: основы теории / М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 240 с.

References

1. Balabanova, L. V. (2005) *SWOT-analiz — osnova formuvannia marketynhovykh stratehii [SWOT analysis is the basis of forming marketing strategies]*. Kyiv : Znannia [in Ukraine].
2. Demyanenko, V. V., Potapenko, S. D., Kedrovskiy, G. A. (2017) *The model of optimal choice of measures on improvement of activity of the enterprise for the results of the SWOT analysis [Modeling and information systems in economy, № 93]*. — K. : KNEU [in Ukraine].
3. Learned, E. P., Christensen, C. R., Andrews, K. R., Guth, W. D., *Business policy: Text and Cases*. Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois [in English].
4. Aizerman, M.A. *Vibor varyantov: osnovi teoryy [Choice of options: basic theory]*. Moskva : Nauka [in Russian].

Статтю подано до редакції 24.09.2019 р.

УДК 004.021 DOI: 10.33111/mise.98.11

Загоровська Л.Г., к.т.н., доц.,
доцент кафедри інформаційних систем
Національного університету харчових технологій
Стрелець Є.В., аспірантка кафедри інформаційних систем
Національного університету харчових технологій

Zahorovska Larvsa, Asociate Profesor,
Candidate of Technical Sciences.
Information Systems Department,
National University of Food Technologies
Strelets Yevheniia, PhD Student
of the Information Systems Department, National University
of Food Technologies

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

INFORMATIONAL ASSISTANCE FOR THE TASK OF FINDING OPTIMAL DISTRIBUTION ROUTE

Аннотація. *У роботі розглянуто питання значимості використання логістичної системи в діяльності підприємств харчової промисловості, подано перелік ключових задач логістики, серед яких виділено задачу транспортної логістики — визначення оптимального маршруту перевезень. Підкреслено особливу актуальність даної задачі для підприємств харчової промисловості, насамперед тих, що випускають продукцію з обмеженим терміном реалізації. Зазначено, що для таких продуктів збільшення часу перевезень до точок продажу відбувається за рахунок терміну їх споживання, а відтак, зменшується термін реалізації цієї продукції, що у свою чергу підвищує ризик недоотримання належних прибутків.*

Розглянуто сучасні методи розв'язання задач та обґрунтовано вибір методу Кларка-Райта для задачі визначення оптимального маршруту перевезень вантажів. Наведено алгоритм методу та створення інформаційної підтримки для його інтеграції та реалізації в інформаційній системі логістики підприємства.

Розглянуто шляхи впровадження інформаційної підтримки реалізації задачі визначення оптимального маршруту перевезень із визначенням слабких та сильних сторін. Подано логічну модель бази даних типової інформаційної системи обліку та руху товарів, перевезень та автотранспорту підприємства із врахуванням особливостей діяльності підприємств харчової промисловості. Обґрунтовано використання CASE-засобу AllFusion DataModeler для проектування та документування бази даних, що дозволяє створювати, документувати та супроводжувати бази даних. Обрано та реалізовано підхід використання прямого проектування структури бази даних. Представлено процедуру генерації фізичної схеми бази даних з логічної моделі даних з можливістю включення тригерів для реалізації цілісності посилань, збережених процедур, індексів, обмежень та інших можливостей. Дана процедура є прозорою і зрозумілою як для розробника модуля інформаційної підтримки, так і

для його замовника. Коригування логічної моделі під потреби замовника та знаходження і встановлення точок дотику модуля до діючого програмного забезпечення використано для інтеграції модуля до існуючої інформаційної системи підприємства.
Ключові слова. *Інформаційна підтримка, логістика, оптимальний маршрут, метод Кларка-Райта, алгоритм, логічна модель.*

Abstract. *The article shows importance of using logistics system in the food industry. There is list of main logistics issues and the task of transport logistics - determining the optimal route of transportation is highlighted. Special urgency of this task is used for enterprises of the food-processing industry, especially for those who produce products with a limited expiration date. For such products increase transportation time to sale points is due of their consumption period, and therefore, sale period of these products is reduced, what in turn increases risk of lack proper profits.*

Modern solving issues methods and substantiation of using Clark-Write method to find optimal distribution route are considered. Also, there is method algorithm and creation of informational assistance for integration and realization in enterprise informational logistics system.

Ways of implementing information assistance to help determine the optimal route of transportation with the identify of weaknesses and strengths are considered. Database logical model of typical information system (accounting and goods movement, transportations and enterprise motor transport) is given considering the peculiarities of food industry enterprises activities. AllFusion DataModeler CASE-tool usage for database design and documentation is justified, which allows to create, document and maintain databases. Direct database structure design was chosen. Generating process of physical database schema from a logical data model with ability to include triggers (to implement link integrity), stored procedures, indexes, constraints, and other features, is presented in a transparent and understandable way for developers and customers. Model of customer needs and installing module contact points in the enterprise information system allow integrate the module into existing enterprise system.
Keywords. *Informational assistance, logistics, optimal route, Clark-Write method, algorithm, logical model.*

Вступ. Однією зі складових успішної роботи сучасного підприємства, що займається виготовленням та постачанням споживачам своєї продукції, є логістика. Основним завданням логістики є організація найраціональнішої поставки товарів, їх зберігання та експлуатація складів на підприємстві з мінімальними витратами. За характером і способом організації бізнес-процесів розрізняють закупівельну, виробничу, складську, транспортну та інформаційну логістику. Кожен вид логістики відповідає за розв'язання певного виду задач. Ефективна логістична система забезпечує стабільну та результативну роботу, сприяє підвищенню ефективності багатьох бізнес-процесів і зменшенню загальних витрат підприємства. Цілісна логістична система створюється за сумарними результатами формування та поелементного застосування логістики у різних підрозділах підприємства.

Мета досліджень. Проблема ефективної організації постачання виготовленої продукції набуває важливого значення, адже транспортні витрати складають значну частину загальних логістичних витрат підприємства. Ефективність доставки вантажів залежить від своєчасної підготовки відправлень, визначення термінів і маршрутизації перевезень. Особливої актуальності дана задача набуває для підприємств харчової промисловості, насамперед тих, що випускають продукцію з обмеженим терміном реалізації, таку як хлібобулочні вироби, м'ясні та молочні продукти, овочі, що не проходять термічної обробки, тощо. Для таких продуктів збільшення часу перевезень до точок продажу відбувається за рахунок терміну їх споживання, а відтак, зменшується термін реалізації цієї продукції, що у свою чергу підвищує ризик недоотримання належних прибутків.

З огляду на те, що мінімізація вартості перевезень виготовленої продукції від пунктів виробництва до пунктів реалізації забезпечує значний виграш, тому саме для таких підприємств задача визначення оптимального маршруту перевезень є однією з найважливіших. Вона потребує розв'язання та включення до складу інформаційної системи логістики підприємства [1].

Матеріали і методи. Задача вибору оптимального варіанта постачання товарів від пунктів виробництва до пунктів реалізації з урахуванням усіх реальних можливостей передбачає мінімізацію загальних витрат, що досягається шляхом зменшення довжини маршруту та термінів перевезення. Скорочення відстані перевезень являється ключовим завданням при розв'язанні даної задачі. Адже зменшення пробігу автотранспорту призводить до зменшення часу поїздки та витрат на паливно-мастильні матеріали, що сприяє економії ресурсів і підвищенню ефективності перевезень. Задача полягає у визначенні кількості необхідного транспорту з урахуванням його вантажопідйомності і формуванні оптимального маршруту [1]. Тобто, потрібно віднайти найвигідніший маршрут руху транспорту, що проходить через вказані пункти по одному разу з подальшим поверненням до пункту відправлення. Критерієм оптимальності в даній постановці задачі є мінімальний пробіг транспортного засобу при максимальному завантаженні кузова.

Для розв'язання даної задачі існує значна кількість математичних методів, що дозволяють віднайти як точний, так і наближений розв'язок. Серед методів, що дають точний розв'язок, найвідоміші метод повного перебору та метод гілок і меж, основними недоліками яких є висока часова та ємнісна склад-

ність, що варто враховувати при великій кількості пунктів. Усі ж ефективні (такі, що скорочують повний перебір) методи є евристичними. Найбільшого розповсюдження здобули метод генетичних алгоритмів, метод Кларка-Райта, метод найближчого сусіда тощо.

Для розв'язання поставленої задачі найдоцільнішим є використання методу Кларка-Райта [2], що відноситься до числа наближених ітераційних методів, і може мати комп'ютерну реалізацію. При застосуванні даного методу похибка не перевищує 5–7 %. Крім цього, його перевагою є простота, надійність, гнучкість, що дозволяє врахувати ряд додаткових факторів впливу на кінцеве рішення задачі.

На початковому етапі реалізації алгоритму методу Кларка-Райта формується таблиця початкових даних з показниками розташування замовників на карті (координати x та y), обсягом замовлень та розташування логістичного центру (бази). На наступному етапі сформована таблиця використовується для пошуку рішення. Його суть полягає в тому, щоб, відштовхуючись від вихідної схеми розвезення (радіальних маршрутів), по кроках перейти до оптимальної схеми розвезення з кільцевими маршрутами. Елементи даних схем подано на рис. 1.

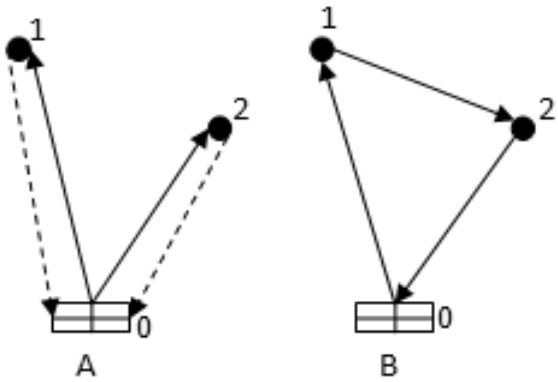


Рис. 1. Схеми доставки

Схема доставки А (рис. 1) забезпечує доставку вантажів в пункти 1 і 2 по радіальних маршрутах. У цьому випадку сумарний пробіг автотранспорту дорівнює:

$$L_A = d_{o1} + d_{10} + d_{01} + d_{20} = 2d_{01} + 2\,d_{o2}.$$

Схема доставки В (рис. 1) передбачає доставку вантажів в пункти 1 і 2 по кільцевому маршруту. Тоді пробіг автотранспорту становить:

$$L_B = d_{o1} + d_{12} + d_{02}.$$

Схема В за показником пробігу автотранспорту дає, зазвичай, кращий результат, ніж схема А. І тому при переході від схеми А до схеми В отримуємо кілометровий виграш. Кілометровий виграш розраховується за формулою:

$$S_{ij} = d_{oi} + d_{0j} + d_{ij},$$

де S_{ij} — кілометровий виграш, одержуваний при об'єднанні пунктів i та j, к.;

d_{0i}, d_{0j} — відстань між базою і пунктами і та j відповідно, км;

d_{ij} — відстань між пунктами i та j, км.

Розрахунок відстаней d_{ij} між пунктами обчислюємо таким чином:

$$d_{ij} \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} .$$

Отримані значення заносимо в табл. 1, де представлені відстані між пунктами d_{ij} (права верхня частина матриці) і кілометрові виграші S_{ij} (ліва нижня частина матриці).

Таблиця 1

МАТРИЦЯ ВІДСТАНЕЙ І КІЛОМЕТРОВИХ ВИГРАШІВ

	Відстані між пунктами (d_{ij})				
Кілометрові виграші (S_{ij})	*0*	d_{01}	d_{02}	…	d_{0r}
	S_{10}	*1*	d_{12}	…	D_{1r}
	S_{20}	S_{21}	*2*	…	S_{2r}
	…	…	…	…	…
	S_{r0}	S_{r1}	S_{r2}	…	*r*

Подальше вирішення методом Кларка-Райта потребує виконання чіткого алгоритму, наведеного на рис. 2. Використання даного методу дозволяє сформувати оптимальний маршрут доставки товару, що допоможе скоротити логістичні витрати на підприємстві.

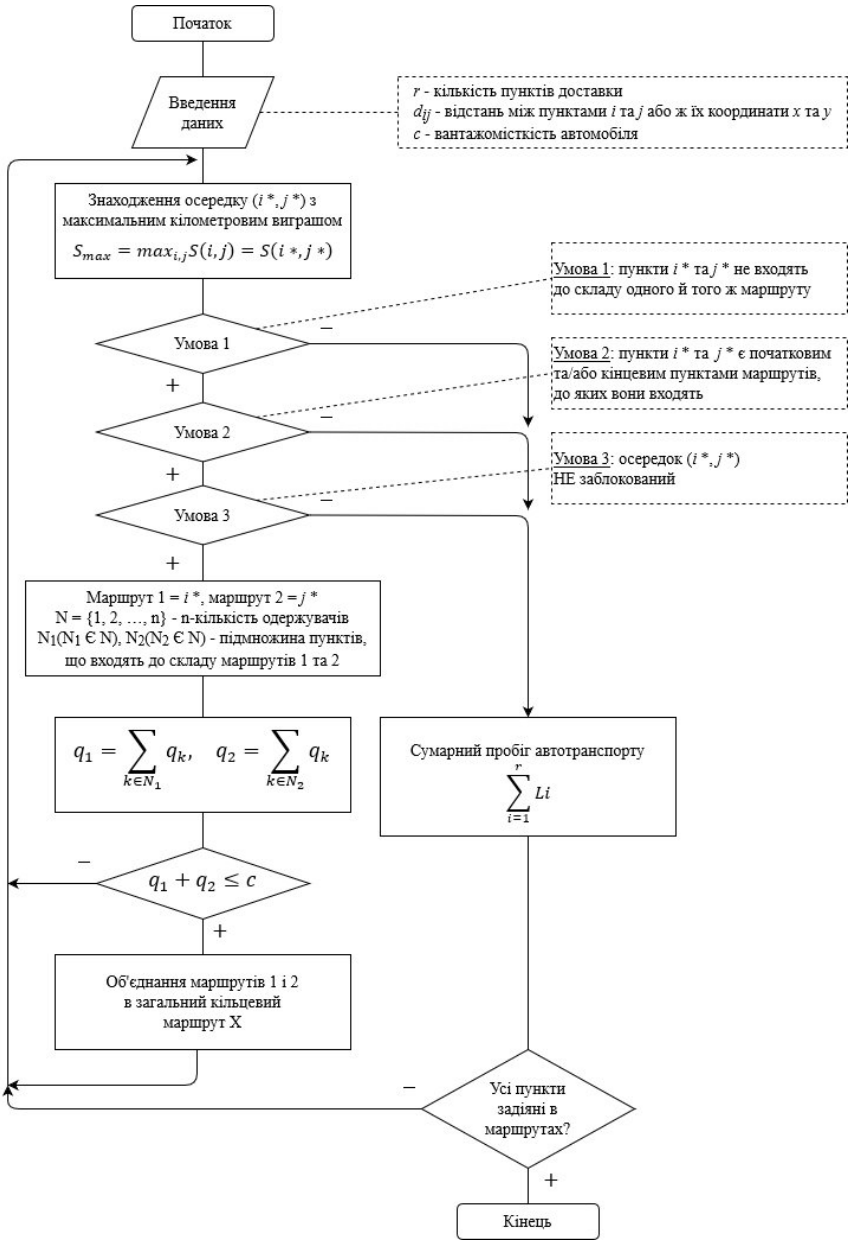


Рис. 2. Алгоритм визначення оптимального маршруту перевезень вантажів методом Кларка-Райта

Для забезпечення інформаційної підтримки реалізації задач, що розширюють функціональні можливості системи, зокрема задачі визначення оптимального маршруту перевезень, існує кілька підходів. Одним з них є проектування, створення та впровадження окремої інформаційної системи обліку та руху товарів, перевезень й автотранспорту підприємства, що буде зберігати в собі всю необхідну інформацію для роботи відділу логістики та задовольняти усі потреби співробітників в автоматизованій підтримці їх діяльності та генерації вихідної документації.

Описаний підхід дає досить непоганий результат, але має ряд суттєвих недоліків, а саме: у випадку розвиненої інфраструктури підприємства та великих обсягів виробництва продукції розробка та впровадження нової інформаційної системи, що задовольнить усі вимоги логістів, буде досить складним процесом. Це обумовлено насамперед тим, що замість звичайного впровадження системи потрібно буде виконати міграцію зі старої системи на нову задля уникнення необхідності паралельного існування двох систем, дублювання даних тощо. При цьому слід пам'ятати, що міграція може нести за собою деякі ризики.

У випадку ж невеликого підприємства, яке тільки починає свою діяльність на ринку, замовлення розробки інформаційної системи може бути значною статтею витрат та не є доцільним. Це обумовлено тим, що при незначних обсягах виробництва та відвантаження продукції задача визначення оптимального маршруту не є нагальною, а якщо є, то кваліфікований логіст або працівник відділу збуту може легко її розв'язати, використовуючи власний досвід та інтуїцію. Таке рішення буде оптимальним з огляду на відповідність можливих затрат на створення і впровадження інформаційної системи до прибутків, що підприємство здобуде від її впровадження.

Розглянемо інший підхід впровадження інформаційної підтримки реалізації задачі визначення оптимального маршруту перевезень. Він полягає у створенні окремого логістичного модуля та подальшої його інтеграції до існуючої інформаційної системи підприємства. Йдучи даним шляхом, підприємство отримує такі переваги:

– при інтеграції до інформаційної системи існуючі бізнес-процеси не змінюються, а лише доповнюються для деяких структурних підрозділів, що не має негативного впливу на загальні результати діяльності підприємства;

– вартість програмного модуля значно менша від вартості системи в цілому;

– можливість розгортання логістичного модуля на платформах багатьох сучасних реляційних системи управління базами даних (СУБД), що при інтеграції модуля до існуючої системи звільняє від необхідності супроводжувати ще один сервер бази даних, сплачувати за її ліцензування, виділяти окремий сервер, тощо.

Враховуючи розглянуті підходи та сучасний стан автоматизації більшості підприємств, вважаємо за доцільне розробку програмного модуля з реалізацією зазначеної задачі. Для встановлення точок дотику, по яких буде відбуватись підключення нового модуля до існуючої інформаційної системи підприємства визначено сутності, що містить у собі типова система обліку виготовленої продукції та сутності, які повинен містити в собі логістичний модуль. Як результат, створено логічну модель бази даних інформаційної системи обліку та руху товарів, перевезень та автотранспорту харчового підприємства (рис. 3) [3, 4].

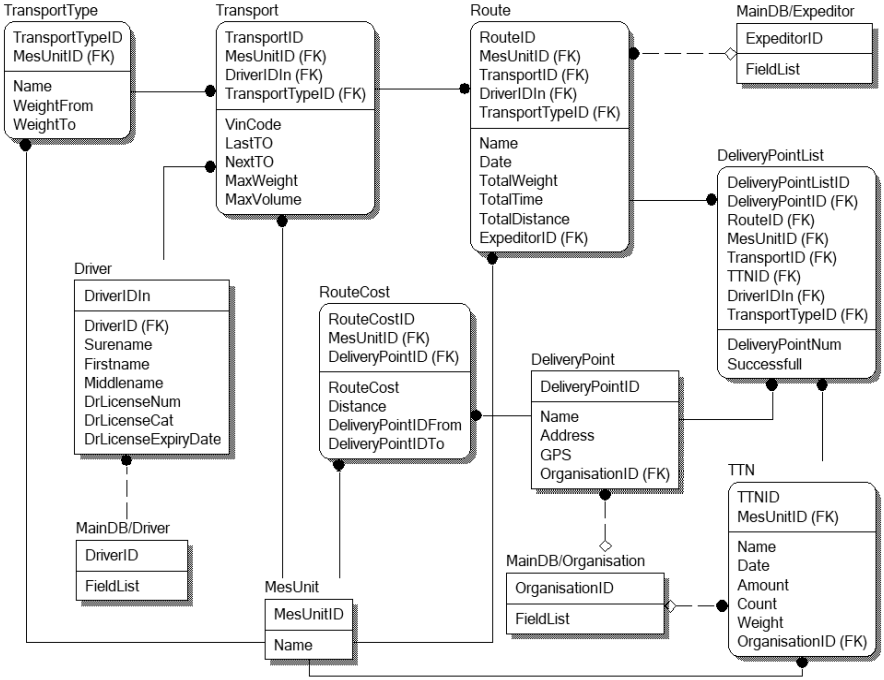


Рис. 3. Логічна модель бази даних

Зауважимо, що модель бази даних розроблено з урахуванням особливостей діяльності типового підприємства харчової промисловості. Дана модель розроблена з використанням сучасного програмного продукту компанії CAErwin® — DataModeler, що є CASE-засобом проектування та документування баз даних. Він дозволяє створювати, документувати, супроводжувати бази, сховища й вітрини даних. За допомогою DataModeler відбувається пряме проектування структури бази даних — процес генерації фізичної схеми бази даних з логічної моделі даних з можливістю включення тригерів для реалізації цілісності посилань, збережених процедур, індексів, обмежень та інших можливостей, доступних при визначенні таблиць у версії СУБД замовника [3]. Знаходження та встановлення точок дотику модуля до інформаційної системи підприємства відбувається на етапі коригування логічної моделі під потреби замовника, що дозволяє досить легко інтегрувати модуль до існуючої системи підприємства без необхідності зупиняти виробничі процеси [4].

Висновки

Розроблення програмних модулів, що реалізують розв'язання нагальних задач, та інтеграції їх до діючого програмного забезпечення є досить ефективним методом розширення функціональних можливостей інформаційної системи підприємства.

Розширення функціоналу логістичної системи за рахунок автоматизації задачі пошуку оптимальних маршрутів перевезень підвищує її ефективність і забезпечує підприємству конкурентоспроможність й утримання стабільних позицій на ринку.

Список літератури

1. Логістичний підхід при постачанні підприємства сировиною та транспортуванні продукції споживачам, Поляков А. П., Терещенко О. П., Терещенко Є. О. // Вісник машинобудування та транспорту № 1 — 2015 — с. 88–98.

2. [Електронний ресурс] Метод Кларка-Райта. Оптимальное планирование маршрутов грузоперевозок — Режим доступу: https://infostart.ru/public/443585/

3. Маклаков, С.В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / С.В. Маклаков. — М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. — 432 с.

4. Томас Коннолли, Каролин Бегг. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. — 3-е изд. // М.: Издательский дом «Вильямс», 2003, 1436 с.

References

1. Lohistychnyi pidkhid pry postachanni pidpryiemstva syrovynoiu ta transportuvanni produktsii spozhyvacham, Poliakov A. P., Tereshchenko O. P., Tereshchenko Ye. O., Visnyk mashynobuduvannia ta transportu (Mechanical engineering and transport Bulletin) №1 — 2015 — s. 88–98. [in Ukrainian]
2. [Elektronnyi resurs] Metod Klarka-Raita. Optymalnoe planyrovanye marshrutov hruzoperevozok — Rezhym dostupu: https://infostart.ru/public/443585/ [inRussian]
3. Maklakov, S.V. Sozdanye ynformatsyonnыkh system s AllFusion Modeling Suite / S.V. Maklakov. — M. : DYALOH-MYFY, 2005. — 432 s. [in Russian]
4. Thomas Connolly, Carolyn Begg. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management Third Edition. M.: Yzdatelskyi dom «Vyliams», 2003, 1436 s.

УДК 164.053:004.896 DOI: 10.33111/mise.98.12

Карпунь О. В., к.е.н.,
доцент кафедри логістики,
Національний авіаційний університет

Karpun O. V., PhD in Economics,
Associated Professor of the Logistics Department,
National Aviation University

ВИКОРИСТАННЯ КРАУДСОРСИНГУ В ЛОГІСТИЦІ «ОСТАННЬОЇ МИЛІ», ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ

THE USE OF CROWDSOURCING IN LAST MILE LOGISTICS AS A WAY TO IMPROVE THE QUALITY OF CUSTOMER SERVICE

Анотація. *У статті виявленіо існуючі проблеми логістики «останньої милі» та запропоновано власне бачення щодо їх вирішення, зокрема за допомогою використання краудсорсингу.*
Зазначено, що логістика «останньої милі», яка зазвичай асоціюється з кур'єрською доставкою, — це слабка ланка логістичного ланцюга. Саме проблеми з нею найчастіше зводять нанівець усю попередню оптимізацію та зусилля як ритейлерів, так і самих логістичних операторів щодо підвищення якості обслуговування своїх клієнтів. У даній статті досліджено новий спосіб вирішення проблеми «останньої милі» в логістиці, а саме залучення в якості кур'єрів вільних виконавців, тобто краудсорсинг. Безпосередньо в процесі доставки «останньої милі», сутність краудсорсингу полягає в об'єднанні людей, яким необхідно отримати продукцію, з

незалежними кур'єрами й організаціями, готовими доставити її максимально швидко. Замість тривалого перебування в сортувальному центрі та подальшого транспортування товар відразу віддається кур'єру, який прямує до клієнта. Впровадження такої практики передбачає переміщення складських приміщень ближче до ринків збуту та організацію безлічі точок отримання товару в містах.
Крім того, використання цифрових краудсорсингових платформ дасть можливість агрегувати ключову інформацію про великі та різноманітні логістичні потоки, а також підвищити гнучкість логістичних мереж за підтримки їх стійкості.
У статті досліджено досвід співпраці краудсорсингових компаній з логістичними операторами в Росії та запропоновано основні принципи впровадження даної схеми для українського ринку. А саме, запропоновано вітчизняним логістичним операторам та Інтернет-магазинам задля покращення швидкості доставки «останньої милі» та, відповідно, якості обслуговування своїх клієнтів, співпрацювати з компанією Glovo, яка останнім часом активно розвивається в Україні, та є краудсорсинговою платформою. Проведені дослідження дали можливість зробити висновки про те, що краудсорсинг дозволить значно знизити вартість доставки «останньої милі», підвищити її прозорість, а як результат, і якість обслуговування кінцевих споживачів. Однак подібні рішення будуть ефективними тільки при наявності довіри і кооперації між усіма учасниками логістичного процесу.
Ключові слова: *логістика «останньої милі», Інтернет-магазини, логістичні оператори, швидкість доставки, якість обслуговування клієнтів, краудсорсинг, краудсорсингова платформа.*

Abstract. *In the article we have identified existing last-mile logistics problems and suggested our own vision of their solving, in particular through crowdsourcing.*
It was noted that last-mile logistics, which is usually associated with courier delivery, is a weak link in the logistics chain. These problems are often reduce all the previous optimization and efforts of both retailers and logistics operators to improve the quality of their customer service. This article explores a new way of solving the "last mile" problem in logistics, namely the involvement of freelance contractors, that is, crowdsourcing.
Immediately in the last-mile delivery process, the essence of crowdsourcing lies in bringing people who need to get their products together with independent couriers and organizations ready to deliver it as quickly as possible. Instead of a long stay in the sorting center and further transportation, the goods are immediately sent to the courier who goes to the customer. The implementation of this practice involves moving warehouses closer to markets and organizing multiple points of delivery in cities.
In addition, the use of digital crowdsourcing platforms will allow to aggregate key information on large and diverse logistics flows, as well as increase the flexibility of logistics networks while maintaining their sustainability.
The article explores the experience of cooperation of crowdsourcing companies with logistics operators in Russia and proposes the basic principles of implementation of this scheme for the Ukrainian market. Namely, we have proposed domestic logistics operators and online stores to improve the speed of last-mile delivery and, accordingly, the quality of service to its customers, due to cooperation with company Glovo, which is a crowdsourcing platform. The conducted studies have made it possible to conclude that crowdsourcing will significantly reduce the cost of last-mile delivery, increase its transparency, and, as a result, the quality of end consumers service. However, such decisions will only be effective if there is trust and cooperation between all participants in the logistics process.
Key words: *last-mile logistics, Internet-shops, logistics operators, delivery speed, quality of customer service, crowdsourcing, crowdsourcing platform.*

Постановка проблеми. Проблема останнього кілометра завжди була актуальним завданням. До теперішнього часу з'явилося безліч технологій «останньої милі», і перед будь-яким Інтернет-магазином або логістичним оператором стоїть завдання вибору саме тієї технології, яка би оптимально її вирішила. Проте, універсального рішення цього завдання не існує, у кожної технології є своя область застосування, свої переваги і недоліки.

За останнє десятиліття індустрія доставки товарів докорінно змінилася під впливом значного зростання онлайн-торгівлі та електронної комерції. Підвищений рівень суспільного очікування спонукає впроваджувати різноманітні комунікаційні технології в «останню милю» логістичного ланцюга.

У той же час поняття того, які саме етапи включає «остання миля», також зазнає швидких змін, оскільки поставки B2C (від бізнесу до споживача) значно розширилися. Вважається, що використання нових типів транспортування, таких як автономні транспортні засоби та безпілотні літаки, може зробити вартість доставки останньої милі значно менше. Сучасні комунікаційні технології та автономні типи постачань прийнято називати терміном X2C, що можна умовно розшифрувати, як що завгодно до клієнта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Звичайно, першими про новітні підходи в логістиці «останньої милі» заговорили іноземні вчені та дослідники. Зокрема, McKinsey & Company [6, 7] у своїх дослідженнях наводить три речі, які найближчим часом вплинуть на управління «останньою милею»:

– зростання чутливості споживачів до швидкості доставки «до дверей» за підтримки її мінімальної вартості;

– активне застосування автономних транспортних засобів;

– пошук нових способів адаптації до швидко змінних запитів споживачів.

І.В. Ніколаєнко в роботі [4] стверджує, що одним з перспективних напрямків вдосконалення логістики «останньої милі» є використання теорії рефлексивного управління. На її думку, «рефлексивне управління — це інформаційний вплив на об'єкти, для опису яких необхідно вживати такі поняття, як свідомість і воля. Об'єктами такого роду, з однієї сторони, є оператори поштових та кур'єрських служб, а з іншої — споживачі цих послуг».

Активно проблематикою логістики «останньої милі» також займаються Баран Р.Я. [1], Воронов Ю.П. [2], Романчукевич М.Й. [1] та інші. Проте, всі перераховані дослідження, зазвичай, спрямовані на використання дорогого обладнання: електроавтомобі-

лів, дронів, безпілотників тощо. Які, хоч і обіцяють значно знизити вартість поставки в майбутньому, наразі потребують значних витрат на розробку та впровадження.

Мета статті. Метою даної статті стало дослідження організаційних способів покращення процесу доставки «останньої милі», зокрема за допомогою краудсорсингу, що, на нашу думку, може стати економічно вигіднішим способом підвищення якості обслуговування клієнтів за умови підтримки мінімальних витрат у ланцюгу постачання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до даних електронної енциклопедії, «остання миля» — це канал, який з'єднує кінцеве (клієнтське) обладнання з вузлом доступу провайдера (оператора зв'язку) [3]. Термін, який раніше використовується фахівцями з галузі зв'язку, останнім часом почав усе ширше використовується й іншими галузями. У логістиці «остання миля» — це відстань останнього етапу до кінцевого споживача, якому потрібно доставити товар [2].

Традиційна модель «останньої милі» в логістиці виглядає таким чином: штатні кур'єри доставляють товари в робочий час, найчастіше з 10 до 18 години. Обмежений штат кур'єрів призводить до того, що в пікові моменти кур'єри не справляються з навантаженням і доставки затримуються, а під час низького попиту частина кур'єрів сидять без діла, а компанія несе необґрунтовані витрати на їх утримання.

Таким чином, доставка продукції до кінцевого споживача сьогодні майже повністю залежить від людської праці.

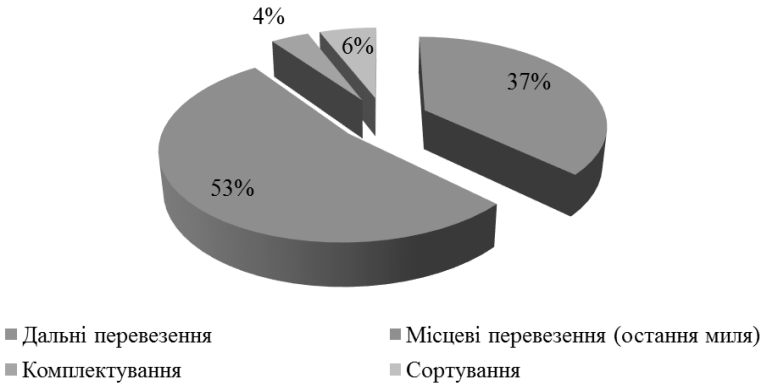


Рис. 1. Структура витрат на доставку товарів в Інтернеті (на основі [1])

Вона акумулює велику частину витрат (рис. 1) і в результаті визначає задоволеність клієнтів від здійсненої покупки.

Різноманітність варіантів доставки та сприйнята якість послуг доставки є основними критеріями прийняття рішень для онлайн-клієнтів, а отже, безпосередньо впливають на успіх підприємств, які приймають участь в електронній комерції. Зважаючи на це, постачальники постійно працюють над тим, щоб запропонувати найкращий можливий варіант для клієнтів, особливо приділяючи увагу скороченню термінів доставки товарів.

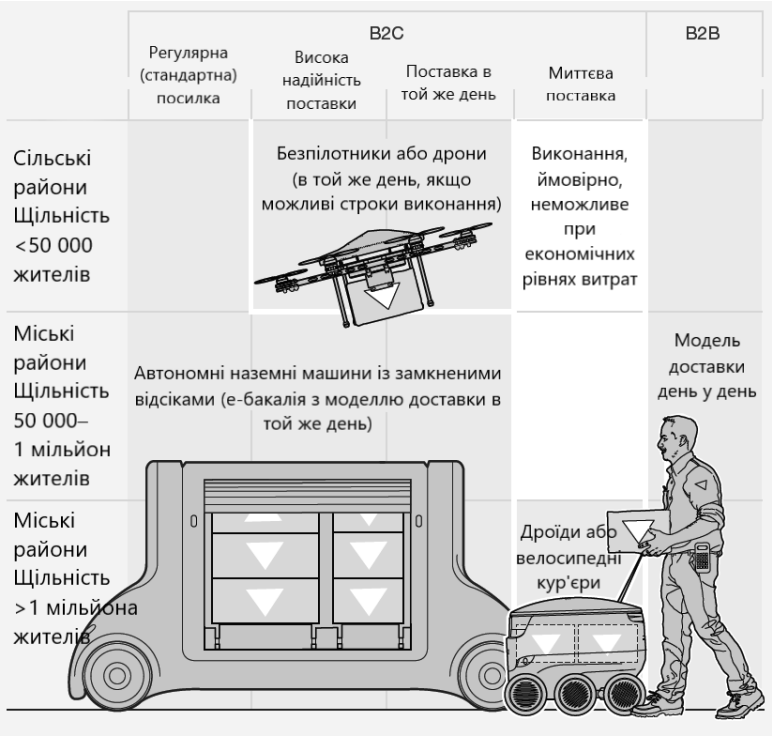


Рис. 2. Ефективні варіанти доставки посилок в залежності від щільності населення (на основі [7])

Керуючись споживчими уподобаннями, а також враховуючи різну щільність населення в різних регіонах (адже, великі відстані у сільській місцевості значно збільшують витрати в «останній милі»), McKinsey & Company виявили найбільш ефективні способи доставки в найближчій перспективі (рис. 2).

Як показали дослідження, кожна модель доставки може домінувати в «останній милі», враховуючи доступність товару, щільність населення та переваги замовників.

Зазвичай, клієнти Інтернет-магазинів хочуть, аби їх замовлення доставляли якомога швидше. Якщо споживач розраховує отримати свій товар на певну годину, то він не готовий чекати кур'єра протягом кількох годин і весь цей час бути прив'язаним до дому. Але великі логістичні оператори фізично не здатні вирішити дану проблему «останньої милі». Їм не вистачає гнучкості, а вартість доставки при цьому може бути занадто високою.

Таким чином, кур'єрська доставка — це слабка ланка логістичного ланцюга. Саме проблеми з доставкою найчастіше зводять нанівець усю попередню оптимізацію та зусилля, як Інтернет-магазинів, так і логістичних операторів щодо підвищення якості обслуговування своїх клієнтів. У результаті на ринку заявляється новий спосіб вирішення проблеми «останньої милі» в логістиці — залучення в якості кур'єрів вільних виконавців, тобто краудсорсинг.

Відповідно до визначення з енциклопедії [3], краудсорсинг — це передача певних виробничих функцій невизначеному колу осіб (на підставі публічної оферти, без укладання трудового договору). Безпосередньо в процесі доставки «останньої милі», сутність краудсорсингу полягає в об'єднанні людей, яким необхідно отримати продукцію, з незалежними кур'єрами й організаціями, готовими доставити її максимально швидко. Замість тривалого перебування в сортувальному центрі та подальшого транспортування товар відразу віддається кур'єру, який прямує до клієнта. Впровадження такої практики передбачає переміщення складських приміщень ближче до ринків збуту та організацію безлічі точок отримання товару в містах.

Необмежений ресурс фрілансерів може еластично реагувати на хвилеподібні потреби клієнтів, з якою не справляються традиційні логістичні оператори. Виходить, що кожен житель міста — це потенційний кур'єр з персональним графіком роботи. Наприклад, студенти найактивніші під час канікул, у той же час люди пенсійного віку влітку знижують свою активність. Таким чином, збільшення учасників з різними піками зайнятості призводить до підвищення ефективності роботи системи і зниження собівартості послуг.

Задля агрегування ключової інформації про великі та різноманітні логістичні потоки, а також для більшої гнучкості логістичних мереж при підтриманні їх стійкості, останнім часом постача-

льники в усьому світі почали активно використовують цифрові краудсорсингові платформи.

Проаналізуємо досвід впровадження краудсорсингу в доставці провідних гравців на ринку. Як показали проведені дослідження, краудсорсинг використовують не тільки невеликі спеціалізовані компанії, а й такі гіганти, як: Walmart, Amazon в сервісі Flex, Uber в проекті Rush та інші. Яскравим прикладом цифровий трансформації «останньої милі» на російському ринку є компанії Bringo та «Доставіста». Ці компанії вийшли на ринок, як фріланс-сери та краудсорсингові кур'єрські служби, проте сьогодні вони впевнено заявляють про себе як про IT-компанії з потужними краудсорсинговими платформами.

Бізнес Bringo побудований на двох ідеях: кожен може заробляти вільним кур'єром, і за допомогою цього ресурсу можна помітно підвищити якість доставки. Проект був запущений у кінці 2013 року і відразу став популярним і вигідним [5]. Основними переваги краудсорсінгової доставки стали необмежений ресурс, дотримання чітких регламентів і правил, якість і дуже висока швидкість за рахунок відсутності точок консолідації товару.

Необхідну чіткість при цьому забезпечує логістична програмна платформа, яка розроблялася компанією самостійно. За даними компанії, з 60 співробітників половина займаються розробкою і постановкою завдань [5]. Таким чином, компанія стає інноваційною краудсорсінговою платформою для вирішення логістичних завдань, де всі етапи доставки контролюються з повною звітністю про виконання кожного етапу.

Платформа являє собою розподілену гетерогенну систему, побудовану на принципах мікросервісної архітектури. Це забезпечує простоту розгортання, дає можливість застосовувати технології, які найбільше підходять для вирішення тих чи інших завдань, підвищувати стійкість системи, масштабувати тільки ті її частини, які цього потребують, повторно використовувати вже розроблений функціонал для вирішення нових завдань і оптимізувати будь-які компоненти.

Крім власне платформи, IT-продукт Bringo включає фронт-офісні системи: інтерфейси і додатки для роботи кур'єрів і диспетчерів, сайт, особисті кабінети юридичних і фізичних осіб, кур'єрської служби. Приблизно така ж структура відділу розробки, де є також група з розробки платіжних інструментів, відділ тестування і техпідтримки.

На стадії запуску і тестування платформи Bringo працювала переважно з невеликими компаніями. Але в 2015 році платфор-

мою зацікавилися великі логістичні оператори, і вона, в свою чергу, вже була готова витримати їх обсяги. Більш того, гнучкість і технологічність платформи дали можливість компанії модифікувати IT-рішення для партнера і забезпечити готовність до інтеграції будь-якої складності. Таким чином, логістичні оператори почали передавати замовлення на виконання Bringo, яка була здатна виконувати доставку «останньої милі» швидше і ефективніше. Перший крок у цьому напрямку був зроблений з компанією DPD, яка сформувала на основі краудсорсингової платформи нову послугу «Швидка доставка» (на основі [5]).

Інший приклад для наслідування — компанія «Доставісти», яка була створена у 2012 році [5]. На базі смартфонів з технологією геопозиціонування керівник компанії задумав зробити логістичну гру. Але, не будучи фахівцем у цій галузі, вирішив почати з мобільного додатка, який допомагає студентам підробляти по дорозі до інституту. Однак бізнес ставав дедалі серйознішим, щороку його обсяг збільшуються втричі.

В основу бізнес-логіки «Доставісти» закладено принцип вибору кур'єром замовлень. Після того як замовлення з'являється в системі, а кур'єри через додатки на своїх смартфонах заявляють про готовність його прийняти, не більше ніж через п'ять хвилин робот вирішує, кому доручити доставку. Оскільки цінні відправлення можна довірити не кожному, в системі передбачена скорингова модель, яка виділяє групи кур'єрів для відправлень певної цінності. Робот показує кожному кур'єру список доступних йому замовлень, потім вибирає зі списку тих кур'єрів, що відгукнулися, найбільш підходящого. Оцінка системою реальної можливості кур'єра виконати набрані ним замовлення — складний алгоритмічний процес. А тому перевага компанії «Доставіста» саме в цьому — як ефективно управляти кур'єрським штатом фрілансерів. Таким чином, «Доставіста» також позиціонує себе не як кур'єрська служба, а як IT-компанія, яка трансформує бізнес на базі проривних технологій (на основі [5]).

Задля реалізації схожого проекту в Україні, Інтернет-магазини та логістичні оператори можуть використовувати IT-платформу компанії Glovo, яка останнім часом активно розвивається на українському ринку. Glovo — це маркетплейс, який дозволяє клієнтам замовляти і відправляти товари. Сервіс займається доставкою їжі, бакалійних товарів, фармацевтики та інших продуктів. За допомогою кур'єра можна відправляти посилки в межах міста.

На сьогоднішній день жителі Києва можуть замовляти будь-які продукти від різних постачальників, включаючи ресторани,

квіткові магазини, пекарні, кондитерські та інші. В додатку є функція «Що завгодно» — для доставки товарів, яких немає в списку. Також користувачі можуть відправити посилку один одному — вагою до 9 кг і в межах міста. Після створення облікового запису в додатку, користувач може відстежувати замовлення в додатку і оплатити його, коли товар буде доставлений.

Таким чином, ми можемо запропонувати вітчизняним логістичним операторам, особливо тим, які працюють на ринку експрес-доставки, а також Інтернет-магазинам задля покращення швидкості доставки «останньої милі» та, відповідно, якості обслуговування своїх клієнтів активно співпрацювати з компанією Glovo, як краудсорсинговою платформою. Звичайно, ця платформа повинна бути дещо модернізована та адаптована до потреб логістичних операторів та Інтернет-магазинів, але головною її перевагою є те, що її не потрібно буде створювати «з нуля». Крім того компанія Glovo вже встигла отримати визнання у клієнтів, має свою клієнтську базу та базу кур'єрів. А отже, значка частина витрат на «розкручення» та донесення нової послуги до споживачів також може бути відсутня.

За прикладом компанії Bringo пропонуємо, щоб модернізована краудсорсингова платформа передбачала дві важливі опції:

1) можливість передавати частину замовлень на краудсорсінгову платформу, якщо в період пікового завантаження кур'єрів не вистачає;

2) можливість віддати своїх кур'єрів в оренду, якщо вони простоюють.

Використовуючи досвід компанії «Доставіста», пропонуємо операційну діяльність вести через хмарні сервіси: документи будуть лежати в Google Docs, а постановники задач і розробники будуть використовувати безкоштовний онлайн-трекер завдань.

Також потрібно передбачити в системі можливість відслідковування та зберігання всіх дій клієнтів і кур'єрів задля можливості відновлення інформації про те, що відбувалося в той чи інший момент часу в потрібному розрізі. Таким чином, основною роботою менеджерів стане вивчення накопичених даних задля зрозуміння шляхів покращення системи та підвищення її ефективності.

Висновки. Виходячи з усього сказаного, можемо стверджувати, що краудсорсинг в логістиці «останньої милі» дозволить значно знизити вартість доставки, покращити її прозорість, а як результат, підвищити якість обслуговування кінцевих споживачів. На думку закордонних експертів, краудсорсингова доставка, яка тільки зародилася і розвивається, з часом переробить весь ринок і

стане мейнстрімом. Адже, не потрібно буде чекати кур'єра цілий день, клієнти точно будуть знати, яка людина до них приїде, бачити її на карті та чекати прибуття точно вчасно. Однак подібні рішення будуть ефективними тільки при наявності довіри і кооперації між усіма учасниками логістичного процесу.

Література

1. Баран Р.Я., Романчукевич М.Й. Особливості логістики в діяльності інтернет-крамниць. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Modre_2012_2_11.pdf (дата звернення: 01.02.2020).

2. Воронов Ю.П. Последняя миля: все самое интересное — в конце. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.krainaz.org/2018-10/451-last-mile (дата звернення: 04.02.2020).

3. Електронна енциклопедія «Вікіпедія». [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/ (дата звернення: 01.02.2020).

4. Ніколаєнко І.В. Логістика останньої милі: трансформація доставки і ризики / І. В. Ніколаєнко // Університетська наука — 2019 : тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 16–17 травня 2019 р.) : в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». — Маріуполь, 2019. — Т. 3. — С. 44–45. — Режим доступу: http://eir.pstu.edu/handle/123456789/22943 (дата звернення: 01.02.2020).

5. «Последняя миля» логистики: конкуренция алгоритмов. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.osp.ru/cio/2016/01/13048406/ (дата звернення: 06.02.2020).

6. Baljko J. Customer Demand for Faster Service Reshapes Last-Mile Delivery. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.ebnonline.com/customer-demand-for-faster-service-reshapes-last-mile-delivery/# (дата звернення: 01.02.2020).

7. Joerss M., Neuhaus F., Schröder J. How customer demands are reshaping last-mile delivery. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/How-customer-demands-are-reshaping-last-mile-delivery.ashx (дата звернення: 06.02.2020).

References

1. Baran R.Ia., Romanchukevych M.I. Osoblyvosti lohistyky v diialnosti internet-kramnyts. [Electronic resource]. — Access mode: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Modre_2012_2_11.pdf [in Ukrainian].

2. Voronov Yu.P. Posledniaia mylia: vse samoe ynteresnoe — v kontse. [Electronic resource]. — Access mode: https://www.krainaz.org/2018-10/451-last-mile [in Russian].
3. Електронна енциклопедія «Вікіпедія». [Electronic resource]. — Access mode: https://uk.wikipedia.org/wiki/ [in Ukrainian].
4. Nikolaienko I.V. Lohistyka ostannoi myli: transformatsiia dostavky i ryzyky / I. V. Nikolaienko // Universytetska nauka (University Science) — 2019 : tezy dop. Mizhnar. naukovo-tekhn. konf. (Mariupol, 16–17 travnia 2019 r.) : v 4 t. / DVNZ «PDTU». — Mariupol, 2019. — T. 3. — S. 44–45. — Access mode: http://eir.pstu.edu/handle/123456789/22943 [in Ukrainian].
5. «Posledniaia mylia» lohystyky: konkurentsyia alhorytmov. [Electronic resource]. — Access mode: https://www.osp.ru/cio/2016/01/13048406/ [in Russian].
6. Baljko J. Customer Demand for Faster Service Reshapes Last-Mile Delivery. [Electronic resource]. — Access mode: https://www.ebnonline.com/customer-demand-for-faster-service-reshapes-last-mile-delivery/# [in English].
7. Joerss M., Neuhaus F., Schröder J. How customer demands are reshaping last-mile delivery. [Electronic resource]. — Access mode: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/How-customer-demands-are-reshaping-last-mile-delivery.ashx [in English].

Статтю подано до редакції 07.09.2019 р.

УДК 330.46 DOI: 10.33111/mise.98.13

Кисіль Т.М.,
асистент кафедри інформатики та системології,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Kysil T. M.,
Assistant of the Informatics and Systemology Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

АРХІТЕКТУРА КОГНІТРОНА В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ БАНКІВСЬКІЙ СИСТЕМІ

COGNITRON ARCHITECTURE IN THE INTELLECTUAL BANKING SYSTEMS

***Анотація**. В даній статті розглядається архітектура та організація інтелектуальної банківської системи на основі функціонування чотиришарового когнітрона Фукушіми. Адаптовано алгоритм самонавчання когнітрона в системі, який оптимально проаналізує фінансовий стан комерційних банків за даними їх офіційної звітності, виявить фінансову*

стійкість та платоспроможність, забезпечить ефективне прийняття рішень в різні періоди діяльності банківських установ.
Досліджено роботу існуючих інформаційних та інтелектуальних систем, сформовано вимоги щодо банківських інтелектуальних систем, вибрано принципи їх побудови та запропоновано модель інтелектуальної системи на основі методів згортального моделювання та розглянуто процес функціонування в межах конкретної банківської установи. Розроблена модель когнітрона адаптована для виявлення та прогнозування банкрутств за методикою нормативно-індексної оцінки сукупного рівня ризиковості банківських установ з врахуванням чотирьох видів ризиків: кредитного, відсоткового, ліквідного та валютного.
Автором запропоновано алгоритм роботи когнітрона з самоорганізацією неконтрольованого навчання, що забезпечить своєчасне визначення кризисних ситуацій комерційних банків та достовірність їх прогнозування. Побудована модель когнітрона дає можливість об'єктивно проаналізувати фактичні нормативи ризиковості банку в залежності від встановлених еталонних та сприяє, в подальшому, прийнятті запропонованих ситуаційних рішень.
В даній інтелектуальній банківській системі визначається комплексна оцінка на базі якої аналізується сукупний ступінь ризиковості комерційних банків та передбачається подальший ситуаційний їх розвиток. Запропоновану модель інтелектуальної системи можна застосувати для оцінки будь-яких окремих напрямів ризикової діяльності банку, а саме, ліквідності та платоспроможності, кредитної та депозитної діяльності, тощо. Спроектована модель інтелектуальної системи здатна проводити порівняльний аналіз ризиковості різних банківських установ та встановлювати рейтинг їх фінансової стійкості.
***Ключові слова**: інтелектуальна банківська система, архітектура когнітрона, алгоритм навчання, база даних, вибір показників, банкрутство, прогнозування, рейтинг банків, неконтрольоване навчання, модель нейронної мережі, самоорганізація, моделювання.*

***Abstract**. This article talk about architecture and organization of the banking intellectual system based on the functioning of The four-layer Fukushima cognitron. An algorithm for self-learning cognitron in the system has been adapted, which will optimally analyze the financial condition of commercial banks according to their official reports, demonstrate financial stability and solvency, and ensure effective decision-making in different periods of banking institutions ' activity.*
Studied existing information and intelligent systems, formed the requirements on a Bank of intelligent systems, selected principles of their construction and the proposed model of intelligent system based techniques shortlog modeling and the process of function within a particular banking institution. The cognitron model has been developed that is adapted for detecting and predicting bankruptcies using the method of standard index assessment of the total risk level of banking institutions, taking into account four types of risks: credit, interest rate, liquid and currency.
The author proposes an algorithm for working with cognitron self-organization of uncontrolled learning, which will ensure timely identification of crisis situations of commercial banks and the reliability of their prediction. The cognitron model is constructed, which makes it possible to objectively analyze the actual risk standards of the Bank depending on the established reference standards and contributes to the further adoption of the proposed situational decisions.
This intellectual banking system defines a comprehensive assessment on the basis of which the aggregate degree of riskiness of commercial banks is analyzed and their further development is foreseen. The proposed model of the

intellectual system can be applied to evaluate any particular areas of risky activity of the bank, namely, liquidity and solvency, credit and deposit activities, etc. The designed model of the intellectual system is able to perform a comparative risk analysis of different banking institutions and to establish their financial soundness rating.
***Key words**: intellectual banking system, cognitron architecture, training algorithm, database, choice of indicators, bankruptcy, forecasting, bank rating, uncontrolled training, neural network model, self-organization, modeling.*

Вступ. Протягом останніх років банківська система України набула бурхливого розвитку. Не зважаючи на існуючі недоліки українського законодавства, що регулює діяльність банків, стан діяльності банківських установ постійно завдяки розвитку комп'ютеризованих банківських систем. Сучасні технології надають можливість банкам, інвестиційним фірмам і страховим компаніям розвиватись, покращуючи взаємовідносини з клієнтами та отримуючи значний приріст у прибутках. Впроваджені в банківському секторі інформаційні системи, автоматизовані системи, системи керування, забезпечують процеси збору, реєстрації, передачі, обробки, збереження та актуалізації даних для вирішення процесів керування в банківській діяльності.

У роботах [3, 9] досліджено практичне застосування банківських інформаційних систем за різними структурами та доведено їх надійність, ефективність і безпечність функціонування, але жодна з них, повною мірою, не задовольняє властивості інтелектуальної. Тому постає завдання в проектуванні самокерованої інтелектуальної системи, яка здатна на основі фінансової звітності банківських установ, провезти аналіз комплексної нормативно-індексної оцінки, прийняти необхідні рішення для зменшення ризиків банкрутств та підвищення ефективної їх діяльності.

У процесі функціонування інтелектуальна банківська система (ІБС) повинна задовольнятись узагальненими функціями та сукупністю відповідних процедур таких, як: отримання і обробка даних експертної оцінки; ініціалізація процесів некерованого навчання; узагальнення та прийняття оптимальних рішень. Для реалізації поставлених вимоги до інтелектуальної системи, доречно застосувати модель системи на основі штучної нейронної мережі когнітрону Фукушіми. Саме архітектура когнітрону оптимально забезпечить визначення експертної оцінки, як банківської установи, так і банківського сектору в цілому.

Архітектура інтелектуальної системи. За попередніми дослідженнями автора [5] щодо організації нейронних мереж, модернізуємо структуру інтелектуальної системи та адаптуємо її за методикою нормативно-комплексної оцінки [8] для аналізу

фінансового стану банківських установ за даними звітності, визначення фінансової стійкості банку, оцінювання ліквідності та платоспроможності кожним банком і банківською системою в цілому, аналізу економічної ефективності банківської діяльності [2]. До структури інтелектуальної системи необхідно включити функціональні блоки, які показані на (рис. 1). Основними складовими ІБ системи є:

1. Вибірка показників — за офіційною звітністю банку, вибираються прямі і непрямі аналітичні показники на основі яких формується динамічний норматив. Перелік вказаних показників дає змогу сформувати сукупність значущих коефіцієнтів з врахуванням їх впливу на рівень ризиковості банкрутства. Ці коефіцієнти дають змогу оцінити такі основні ризики банку, як кредитний, відсотковий, валютний і ліквідний. За результатами виявлених співвідношень між темпами зростання окремих показників формується *матриця еталонних преференцій* (табл. 1).

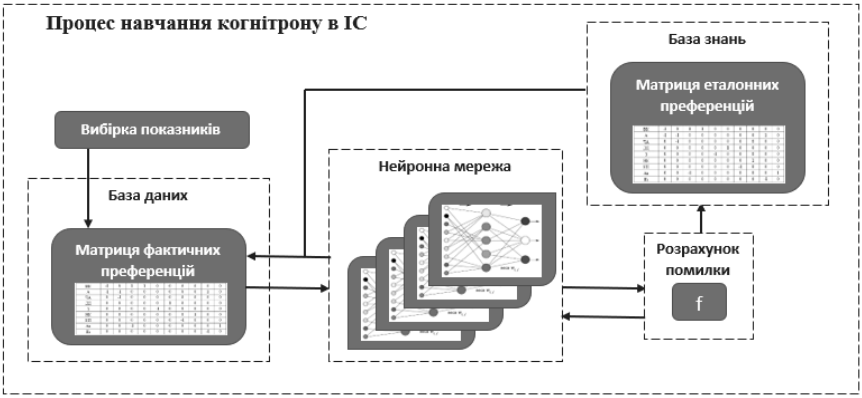


Рис. 1. Функціонально-структурна схема
інтелектуальної банківської системи

2. База знань — формується на основі пріоритетів щодо темпів зростання одних коефіцієнтів відносно інших і будується матриця еталонних преференцій (табл. 1), кожен елемент (a_{ij}) якої визначається таким чином:

- $a_{ij} = 1$, якщо i-й показник повинен зростати швидше за j-й;
- $a_{ij} = -1$, якщо i-й показник повинен зростати повільніше за j-й;
- $a_{ij} = 0$, якщо нормативне співвідношення між i-м та j-м показниками не встановлено.

Таблиця 1

МАТРИЦЯ ЕТАЛОННИХ ПРЕФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

Показники	ЧП	ВК	А	ЧА	ДД	З	НК	КП	Ав	Пз
ЧП	0	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0	0
ВК	**-1**	0	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0
А	**-1**	**-1**	0	0	0	0	0	0	**1**	0
ЧА	0	**-1**	0	0	0	0	0	0	0	0
ДД	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
З	0	0	0	0	**-1**	0	0	0	0	0
НК	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0
КП	0	0	0	0	0	0	**-1**	0	0	0
Ав	0	0	**-1**	0	0	0	0	0	0	**1**
Пз	0	0	0	0	0	0	0	0	**-1**	0

Матриця преференцій зображає еталонні співвідношення показників включених до моделі для оцінки ймовірності банкрутства, завдяки чому, в процесі порівняння, буде забезпечуватись база знань відповідних правил. У результаті навчання нейронної мережі представляє собою матрицю еталонних преференцій, завдяки чому, в процесі порівняння, буде забезпечуватись база відповідних правил.

3. База даних — призначена для зберігання вихідні і проміжні фактичних даних. А саме, розраховані на основі матриці преференцій ризиків банкрутств формується *матриця фактичних преференцій* [2]. За абсолютним значенням показників, зберігаються сформовані фактичні їх співвідношення з врахуванням темпів зростання базисних і звітних періодів, а визначені фактичні показники ранжуються за фактом їх зростання.

4. Нейронна мережа — основу архітектури інтелектуальної системи складає багатошарова нейронна мережа когнітрон з самоорганізацією [4]. Когнітрон являє собою ієрархію чотирьох послідовно пов'язаних шарів (рис. 2).

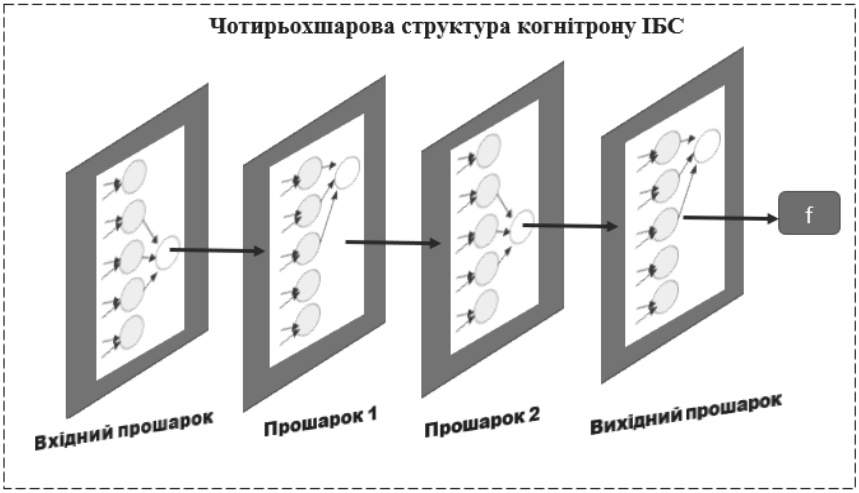


Рис. 2. Структура чотирьохшарового когнітрону

Схематично когнітрон складається з ***вхідного прошарку***, ***N-прошарків*** і ***вихідного прошарку***.

- ***Вхідний прошарок*** містить ієрархічно пов'язані прошарки штучних нейронів двох типів: *гальмівних* і *збудливих*. Залежно від темпів зростання $I(b)$ i-го показника у звітному періоді b_0 порівняно з базисним b_i функція набуває вигляду:

$$\mathrm{I}(b_i) = \frac{b_i^1}{b_i^0} \quad .$$

де $b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо } \mathrm{I}(b_i) > \mathrm{I}(b_j) \\ -1, \text{якщо } \mathrm{I}(b_i) < \mathrm{I}(b_j) \\ 0, \text{в інших випадках} \end{cases}$,

тоді, гальмівні нейрони набувають значення –1, збудливі — 1. Стан кожного збудженого нейрона визначається співвідношенням його гальмівних і збуджених входів. Синаптичні зв'язки формують пресинаптичні та постсинаптичні нейрони залежно від локальних площин зв'язку. Постсинаптичні нейрони пов'язані не з усіма нейронами прошарку, а лише з тими, які належать до певної області зв'язку. В кожній області зв'язку, входи збуджуючого постсинаптичного нейрона визначаються відношенням суми

$Y_з$ його збуджених входів (a_i) до суми $Y_г$ гальмуючих входів (b_i): $Y_З = a_i u_i$, $Y_Г = b_i v_i$, де u_i — збуджуючі входи з вагами a_i; v_i — гальмівні входи з вагами b_i. За значеннями $Y_з$ та $Y_г$ обчислюється сумарний вплив на і-й нейрон: $Y_i = (\frac{1+Y_з}{1+Y_г})$-1 Вихідна його активність встановлюється у відповідності еталонних співвідношень між темпами зростання показників e_{ij}, якщо:

$$e_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо } I(b_i) > I(b_j) \\ -1, \text{якщо } I(b_i) < I(b_j) \\ 0, \text{якщо } I(b_i) \not\equiv I(b_j) \end{cases}.$$

- ***Прошарки*** складаються з *площин*, площини містять результативні *вузли*. Кожен прошарок когнітрону складається з масивів площин.

○ *Площини*. У кожному прошарку, площини поділяються на прості та складні. Складні площини розбиваються, в процесі самонавчання, по п'яти рецепторним групам, які формуються в залежності від фактичних співвідношень між темпами зростання показників f_{ij}, якщо:

$$f_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо } I(b_i) > I(b_j) \\ -1, \text{якщо } I(b_i) < I(b_j) \\ 0, \text{якщо } I(b_i) = I(b_j) \end{cases}.$$

У наслідок чого проходить формування *матриці фактичних співвідношень* (табл. 2) відповідно до фактичних і еталонних співвідношень між темпами зростання показників d_{ij}, коли:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо } e_{ij} = 1, \text{ з } f_{ij} \geq 0, \\ \text{якщо } e_{ij} = -1, \text{ з } f_{ij} \leq 0 \\ 0, \text{в інших випадках} \end{cases}.$$

○ *Прості вузли*. Усі вузли в площині реагують на відповідні рецептивні групи. Кожен простий вузол чутливий до еталонних співвідношень фактичних нормативів. Площини простих і комплексних вузлів існують парами, тобто для площини простих вузлів існує одна площина комплексних вузлів, що обробляє її виходи. Прості площини містять результати попереднього прошарку.

Таблиця 2

МАТРИЦЯ ФАКТИЧНИХ ПРЕФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

Показники	ЧП	ВК	А	ЧА	ДД	З	НК	КП	Ав	Пз
ЧП	0	**1**	**1**	**1**	-1	1	-1	1	1	-1
ВК	**-1**	0	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**
А	**-1**	**-1**	0	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**
ЧА	**1**	**1**	**-1**	0	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**
ДД	**-1**	-1	**1**	**1**	0	**1**	**1**	**1**	**-1**	**1**
З	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	0	**1**	**1**	**-1**	**1**
НК	**-1**	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	0	**1**	**1**	**1**
КП	1	-1	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	0	**1**	**1**
Ав	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	0	**1**
Пз	**1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-1**	0

o *Рецептивні області вузлів.* Кожна площина простих вузлів перекривається відповідною рецептивною областю з метою формування певних груп ризику [7] та відповідних їм співвідношень. Кожен вузол отримує входи від відповідних областей усіх площин до комплексних вузлів з попередніх прошарків. Отже, простий вузол реагує на появу свого образу в будь-якій складній площині попереднього прошарку, якщо він виявиться всередині його рецептивної області [1].

o *Комплексні вузли.* Задачею комплексних вузлів є виявлення, в результаті порівнянь, узагальнених даних і формування *матриці відповідності фактичних і еталонних співвідношень.* Прості вузли, які покривають безперервну область простої площини, збуджують у цій області відповідні комплексні вузли. Таким чином, комплексний вузол реагує на конкретну групу рецепторів, завдяки якому виноситься відповідний результат.

- ***Вихідний прошарок*** формує нормативний розрахунок інтегрального показника ***F***, який визначає сукупний ступінь ризиковості банківських установ:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} e_{ij}} .$$

Кожен нейрон у прошарку, близькому до вхідного, реагує на певні рецептори. Комплексний вузол вихідного прошарку з найбільшою реакцією реалізовує виділення відповідної групи ризику. Таким чином, після обробки інформації в когнітроні відбувається з формуванням бази даних відповідно до еталонної бази знань завдяки реалізованому алгоритму самоорганізації.

Алгоритм самоорганізації когнітрона. Алгоритм заснований на принципі [6], коли клітини з максимальним виходом мають посилені взаємозв'язки, тоді не потрібні стимулюючих інструкцій від організованої бази знань. Самоорганізація в когнітроні здійснюється за рахунок неконтрольованого навчання, тобто нейрони, які вже добре навчені, отримують приріст від синапсів з метою подальшого підсилення відповідного збудження. На рис. 3 показано, що області зв'язку сусідніх вузлів значно перекриваються. Навіть коли вузли в початковий період мають абсолютно ідентичний вихід, один з вузлів завжди буде мати сильнішу реакцію на вхідні дані за незначними відхиленнями. Відповідне збудження буде надавати стримуючий вплив на збудження сусідніх вузлів, і тільки його синапси будуть посилюватись; тоді як синапси сусідніх вузлів залишаться незмінними.

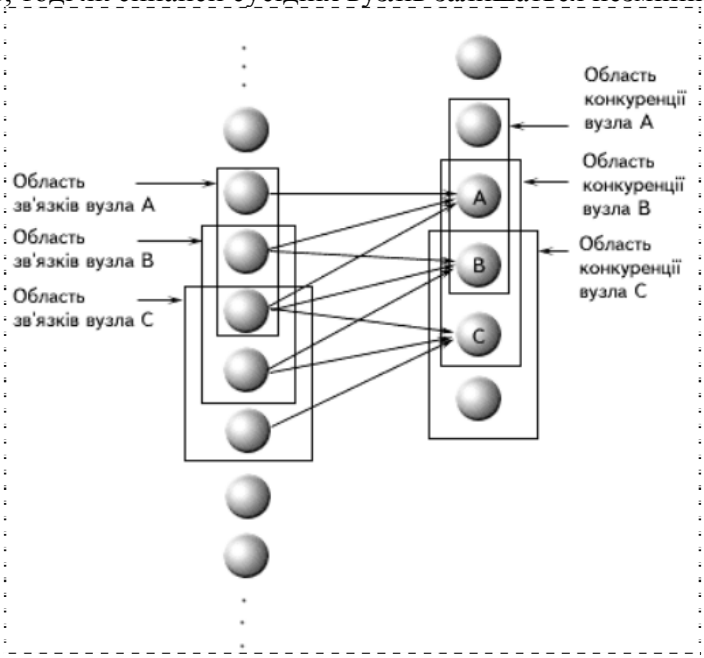


Рис. 3. Область зв'язку з областями рецепторів

В ідеальному випадку тільки один нейрон вихідного прошарку повинен збуджуватися. Насправді звичайно буде збуджуватисяекілька нейронів з різною силою, і вхідний образ повинен бути визначений з урахуванням співвідношення їх виходів. Розраховане незначне відхилення функції від певної групи найбільш збуджених нейронів буде покращувати точність їх класифікації.

Результати моделювання. В якості моделювання чотирьохшарового когнітнону було вибрано 20 надійних банків України з найвищим рейтингом за останні п’ять років. Мережа навчалася шляхом виявлення у вхідному шарі п’яти стимулюючих діапазонів поточного звітного періоду. Завдяки алгоритму самонавчання, що проводився в мережі у реверсному режимі, було отримано вихідні результати прогнозування. У результаті комп’ютерного моделювання система формує прогноз фінансових показників на чотири звітні періоди та встановлює рейтинг надійності банківських установ по п’яти групам фінансової стійкості (рис. 4).

Рис. 4. Формування результатів фінансової стійкості в процесі реалізованої моделі когнітрону

На основі отриманих результатів моделювання, сформовану інтелектуальну систему можна застосовувати: в процесі оцінювання ризиковості окремих груп банків; для оцінки ризиковості окремої банківської установи та управління її ризиками; для комплексної оцінки ризиковості структурних підрозділів банку; для оцінки ризиковості банківської системи в цілому.

Література

1. Fukushima K. 1981. Cognitron: A self–organizing multilayer neural network model. NHK Technical Monograph No. 30, pp. 1–25. Available from Nippon Hoso Kyokai (Japanese Broadcasting Corp.), Technical Research Labs, Tokio, Japan.
2. Домінова І. В. Оцінка ризику репутації в умовах функціонування електронного банкінгу // Бізнес Інформ. — 2018. — №1. — С. 286–295.
3. Єрьоміна Н. В., Банківські інформаційні системи // Навчальний посібник. — К.: КНЕУ, 2000. — 220 с.
4. Кисіль Т. М. Застосування моделі когнітрона при прогнозуванні показників платоспроможності та фінансової стійкості // Цифрова економіка: збірник матеріалів Національної науково-методичної конференції, 4-5 жовтня 2018 р., м. Київ. — К.:КНЕУ, 2018. — с. 167–171.
5. Кисіль Т. М. Концептуальні моделі діагностики банкрутств засновані на методах штучного інтелекту // Моделювання та інформаційні системи в економіці: збірник наукових праць -КНЕУ, Київ, 2015. — Вип. 91 — С. 274–283.
6. Кисіль Т. М., Нейросистеми та фінансові ринки: прийняття рішень в торгових операціях // Моделювання та інформаційні системи в економіці, вип. 82, КНЕУ Київ, 2010. — 47–64 с.
7. Кисиль Т. Н. Оценка и прогнозирование стрессоустойчивости коммерческих банков (Assessment and forecasting stress resistance of commercial banks) // Инновационная экономика и менеджмент: Методы и технологии: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 26 октября 2017 г. МГУ имени М.В. Ломоносова / Под ред. О.А. Косорукова, В. В. Печковской, С.А. Красильникова. — М.: Издательство «Аспект Пресс», 2018. — С. 193–196.
8. Примостка Л. О, Лисенок О. В., Сукупний ризик банку: методика оцінки на основі нормативно-індексної моделі // Вісник НБУ № 5, 2008. — с. 34–40.
9. Ткач А. І, Ткач І. І., Інформаційні системи в фінансово-кредитних установах: курс лекцій // Впоряд. А.І. Ткач, І.І. Ткач. Тернопіль: ТНЕУ, 2008. — 120 с.

References

1. Fukushima K. 1981. Cognitron: A self–organizing multilayer neural network model. NHK Technical Monograph No. 30, pp. 1–25. Available from Nippon Hoso Kyokai (Japanese Broadcasting Corp.), Technical Research Labs, Tokio, Japan.
2. Dominova I. V. Otsinka ryzyku reputatsii v umovakh funktsionuvannia elektronnoho bankinhu (Reputation risk assessment in the conditions of functioning of electronic banking) // Biznes Inform. — 2018. — №1. — C. 286–295 [in Ukrainian].
3. Ieromina N.V., Bankivski informatsiini systemy (Banking information systems) // Navchalnyi posibnyk. — K.: KNEU, 2000. — 220 s. [in Ukrainian].
4. Kysil T. M. Zastosuvannia modeli kohnitrona pry prohnozuvanni pokaznykiv platospromozhnosti ta finansovoi stiikosti (The use of the cognitron model in predicting solvency and financial sustainability) // Tsyfrova ekonomika: zbirnyk materialiv Natsionalnoi naukovo-metodychnoi konferentsii, 4–5 zhovtnia 2018 r., m. Kyiv. — K.:KNEU, 2018. — s. 167–171 [in Ukrainian].
5. Kysil T. M. Kontseptualni modeli diahnostyky bankrutstv zasnovani na metodakh shtuchnoho intelektu (Conceptual models of bankruptcy diagnostics are based on artificial intelligence methods) // Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi: zbirnyk naukovykh prats — KNEU, Kyiv, 2015. — Vyp. 91 — S. 274–283. [in Ukrainian].
6. Kysil T. M., Neirosystemy ta finansovi rynky: pryiniattia rishen v torhovykh operatsiiakh (Neurosystems and Financial Markets: Trading Decision Making) // Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi, vyp. 82, KNEU Kyiv, 2010. — 47–64 s. [in Ukrainian].
7. Kisil T. N. Ocenka i prognozirovanie stressoustojchivosti kommercheskih bankov // Innovacionnaja jekonomika i menedzhment: Metody i tehnologii: Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Moskva, 26 oktjabrja 2017 g. MGU imeni M.V. Lomonosova / Pod red. O.A. Kosorukova, V. V. Pechkovskoj, S. A. Krasil'nikova. — M.: Izdatel'stvo «Aspekt Press», 2018. — S. 193–196. [in Russian].
8. Prymostka L.O, Lysenok O.V., Sukupnyi ryzyk banku: metodyka otsinky na osnovi normatyvno-indeksnoi modeli (Aggregate Bank Risk: A Regulatory Index Model Estimation Method) // Visnyk NBU №5, 2008. — s. 34–40. [in Ukrainian].
9. Tkach A.I, Tkach I.I., Informatsiini systemy v finansovo-kredytnykh ustanovakh: kurs lektsii (Information systems in financial institutions: a lecture course) / Uporiad. A.I. Tkach, I.I. Tkach. Ternopil: TNEU, 2008. — 120 s. [in Ukrainian].

Статтю подано до редакції 17.09.2019 р.

УДК 004.9:33:62 DOI: 10.33111/mise.98.14

Корзаченко О. В., к.е.н.,
доцент кафедри інформаційного менеджменту
Полторак В. І.,
студент 4 курсу спеціальності «Кібербезпека», Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Korzachenko O. V., PhD Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Information Management Department
Poltorak V. I.,
4rd year Student at the "Cybersecurity" speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЩОДО ВИБОРУ IDS/IPS ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЙ

IDS/IPS SELECTION METHODOLOGICAL PRINCIPLES FOR ORGANISATIONS

Анотація. *Виявлення вторгнень в комп'ютерні системи — це процес моніторингу подій, які відбуваються в комп'ютерній системі або мережі, та аналізу їх на предмет можливих інцидентів, що є порушеннями або загрозами порушенню політики безпеки комп'ютера, прийнятих політик користування або стандартних практик безпеки. Профілактика вторгнень — це процес виявлення вторгнення та спроби зупинити виявлені інциденти.*
Системи виявлення та запобігання вторгнень в основному зосереджені на:
виявленні можливих інцидентів;
реєстрації інформації про них;
спробі їх зупинити;
передачі їх адміністраторам безпеки.
У статті запропоновано вказівки щодо вибору продуктів IDPS для організацій. Обговорено загальні вимоги, яким повинні відповідати продукти IDPS. Розглянуто набір критеріїв, за допомогою яких можна оцінити чотири основні аспекти технологій IDPS: можливості безпеки, продуктивність, управління та вартість життєвого циклу. Наведено принципи проведення практичних оцінок продуктів та у яких випадках кожна з методик оцінювання є найдоцільнішою. Дана стаття передбачає, що організація вже визначила, який саме тип технології IDPS потрібен — мережевий, бездротовий, мережевий аналіз поведінки (NBA), або на основі хоста. Організації можуть використовувати ці критерії як основу для створення конкретного набору критеріїв, що враховує середовище, політику організації та існуючу інфраструктуру безпеки та мережі. Після збору вимог і вибору критеріїв, оцінювачі повинні знайти актуальні джерела інформації про продукти, що підлягають оцінці. Поширені джерела даних про продукцію включають тестувальні лабораторії або практики використання продукції в реальному житті, інформацію про постачальника, огляди товарів сторонніх виробників та попередній досвід IDPS від осіб в організації та довірених осіб інших організацій.
Ключові слова: *інформаційна безпека організації, системи запобігання вторгнень, системи виявлення вторгенень, оцінка продуктів IPS/IDS.*

Abstract. *Detecting intrusions into computer systems is the process of monitoring events that occur in a computer system or network and analyzing them for possible incidents that violate or threaten to violate computer security policies, accepted user policies, or standard security practices. Intrusion prevention is the process of detecting an intrusion and trying to stop the detected incidents.*
Intrusion detection and prevention systems are mainly focused on:
identification of possible incidents;
registration of information about them;
an attempt to stop them;
passing them to security administrators.
This article will cover guidelines for choosing IDPS products for organizations. First, the general requirements that IDPS products must meet will be discussed. Next, a set of criteria will be considered to estimate the four main aspects of IDPS technologies: security capabilities, performance, management and life cycle cost. At the end of the article, the principles of practical product evaluations will be outlined and in which cases each of the evaluation methods is most appropriate. This article assumes that the organization has already determined what type of IDPS technology is needed — network, wireless, network behavior analysis (NBA) or host-based.
Organizations can use these criteria as a basis for creating a specific set of criteria that takes into account the environment, organization policies, and existing security and network infrastructure. After collecting the requirements and selecting the criteria, evaluators should find relevant sources of information about the products to be evaluated. Common sources of product data include testing laboratories or real-life product use practices, vendor information, third-party product reviews, and previous IDPS experience from individuals in the organization and agents of other organizations.
Keywords: *information security of organization, Intrusion Prevention Systems, Intrusion Detection Systems, IPS/IDS products evaluation.*

Вступ. Перш ніж обирати продукт IDPS, організація повинна спочатку визначити загальні вимоги, яким рішення IDPS повинне відповідати. Функції, що надаються продуктами IDPS, та методології, якими вони користуються, значно різняться, тому продукт, який найкраще відповідає вимогам однієї організації, може бути непридатним для задоволення вимог іншої. Крім того, один продукт IDPS може не відповідати всім вимогам організації щодо певного типу технології IDPS (наприклад, на базі мережі), що вимагає використання кількох продуктів IDPS одного типу технологій. Подібна ситуація найчастіше зустрічається у великих середовищах і в середовищах, де технології IDPS обслуговують кілька операційних цілей.

Постановка проблеми: Для вибору продукту спочатку необхідно зрозуміти характеристики системного та мережевого середовища організації, щоб можна було обрати IDPS, яка буде сумісною з ними та матиме змогу моніторити необхідні події в системі та/або мережі. Дана інформація також необхідні для дизайну рішення IDPS і визначення кількості компонентів (наприклад, датчиків, агентів), а також місць їхнього розташування (на-

приклад, які системи будуть запускати агентів IDPS, які мережеві сегменти будуть контролюватися).

Технічні умови IT-середовища включають:

- мережеві діаграми та карти із зазначенням архітектури мережі (як логічної, так і географічної), включаючи всі з'єднання з іншими мережами, а також кількість і місцезнаходження хостів;
- операційні системи (ОС), мережеві сервіси та додатки, якими керує кожен хост, які повинні бути захищені IDPS;
- частини незахищених систем, з якими, можливо, потрібно інтегрувати IDPS, наприклад, системи управління мережею [1].

Виклад основного матеріалу: Зібравши інформацію про існуючі системні та мережеві середовища, необхідно сформулювати технічні, операційні, бізнес цілі та завдання, які потрібно досягти, використовуючи IDPS. Для цього необхідно дати відповіді на такі запитання:

- *Типи загроз, від яких IDPS має забезпечувати захист.* Необхідно максимально точно визначити можливі види загроз, які можуть виникнути як з-поза меж організації, так і зсередини організації (інсайдерські загрози). Внутрішні загрози повинні включати не лише дії зловмисників, які атакують систему зсередини, але й авторизованих користувачів, які перевищують їхні привілеї, порушуючи тим самим політику безпеки організації [2].
- *Потреба контролю використання системи та мережі з метою виявлення порушень використання.* У деяких організаціях існують правила використання системи, спрямовані на поведінку користувачів, які можуть вважатися управлінням персоналом, а не питаннями безпеки системи. Вони можуть включати обмеження доступу до веб-сайтів з сумнівним змістом (наприклад, торенти та відео-хостинги) або використання систем організації для надсилання електронної пошти чи інших повідомлень для залякування людей [3].

Далі необхідно переглянути існуючу політику безпеки та інші політики щодо IT перед тим, як обирати продукти. Політика слугує специфікацією для багатьох функцій, які необхідно забезпечити продуктами IDPS.

Приклади елементів політики, які можуть містити корисну інформацію для вибору продукту IDPS:

- цілі політики. Корисно сформулювати цілі, окреслені в політиці, з точки зору стандартних цілей безпеки (цілісність, конфіденційність та доступність), а також більш загальних цілей управління (конфіденційність, захист від витоку, керованість);

- політика використання системи. Як було сказано вище, багато організацій мають політику щодо використання системи, яка є частиною політики безпеки та інших IT-політик;
- процеси вирішення конкретних порушень політики. Корисно мати чітке уявлення про те, що які дії буде виконувати організація у випадку, коли IDPS виявить, що політика була порушена.

Також необхідно визначити, чи організація підлягає нагляду з боку держави чи інших органів влади. Якщо так, потрібно з'ясувати, чи вимагає цей наглядовий орган певний тип IDPS або інші специфічні засоби безпеки. Приклади зовнішніх вимог:

- вимоги законодавства, що стосуються інформаційної безпеки. Наприклад, можуть бути висунуті законодавчі вимоги щодо захисту особистої інформації (наприклад, інформації про заробіток або медичної документації) в системах. Також можуть бути законодавчі вимоги щодо розслідування порушень безпеки подібної інформації;
- вимоги до аудиту щодо найкращих практик безпеки. Вимоги до аудиту можуть визначати функції, які IDPS повинен надавати або підтримувати. Деякі IDPS пропонують функції для задоволення особливих потреб певних галузей промисловості або ринкових ніш, наприклад, звіти, розроблені для задоволення законодавчих вимог щодо охорони здоров'я або фінансових установ [4];
- Ввимоги до акредитації системи. Якщо системи організації підлягають акредитації, необхідно визначити та врахувати вимоги органу з акредитації щодо IDPS та інших засобів захисту безпеки.

IDPS захищають системи організації за певною ціною. Мало сенсу витрачати додаткові кошти на функції IDPS, якщо організація не має достатньої кількості систем або персоналу для їх використання. Саме через це необхідно враховувати такі два пункти:

- витрати на придбання та підтримку життєвого циклу обладнання, програмного забезпечення та інфраструктури IDPS. Загальна вартість утримання (підтримки) IDPS значно перевищує витрати на її придбання. Інші витрати можуть бути пов'язані з придбанням систем, на яких можна запускати програмні компоненти, розгортанням додаткових мереж, забезпеченням достатнього місця для зберігання даних IDPS, отриманням спеціалізованої допомоги з встановлення та налаштування системи та навчанням персоналу;
- персонал, необхідний для моніторингу та обслуговування IDPS. Деякі IDPS розроблені за умови, що персонал буде доступний для їх моніторингу та обслуговування цілодобово. Якщо ж

така опція не доступна, тоді необхідно застосовувати IDPS призначені для використання без нагляду або ж розглянути можливість аутсорсингу моніторингу та підтримки IDPS.

Оцінка можливостей безпеки кожного продукту IDPS, очевидно, є надзвичайно важливою. Якщо продукт не може забезпечити необхідні можливості, він, у кінцевому рахунку, недостатній, і слід вибрати або інший продукт, або використовувати його у поєднанні з іншими продуктами IDPS, які мають необхідні функції [5]. Далі будуть розглянуті можливості щодо забезпечення безпеки IDPS у чотирьох категоріях: збір інформації, ведення журналів, виявлення та запобігання.

Можливості збору інформації. Організації повинні визначити можливості збору інформації, необхідні для методологій виявлення та аналізу своїх функцій IDPS, та оцінити кожен розглянутий продукт IDPS щодо його здатності запропонувати ці можливості.

Можливості ведення журналу (логування). Організації повинні ретельно вивчити можливості реєстрації подій і можливості сповіщення щодо кожного прийнятого рішення. Якісні характеристики ведення журналу, такі як повнота та точність, впливають на здатність організації проводити аналіз, підтверджувати точність оповіщень та порівнювати події, що реєструються, з подіями, записаними іншими джерелами (наприклад, іншими засобами безпеки, журналами ОС).

Можливості виявлення. Організації повинні ретельно оцінювати можливості виявлення кожного оцінюваного продукту IDPS. Для більшості продуктів найважливішою функцією є саме можливості виявлення. Порівняння можливостей виявлення є складним завданням, оскільки кожен продукт зазвичай виконує виявлення певного набору подій, використовуючи різні методології. До факторів, які організації повинні враховувати в своїх оцінках, пов’язаних з IDPS, можна включити:

- які види діяльності наразі аналізуються повністю, а які частково, а також майбутні плани щодо введення додаткових можливостей аналізу;
- які типи інцидентів він може виявити, наприклад, DoS атаки, backdoors, порушення політики, сканування портів, шкідливе програмне забезпечення (наприклад, хробаки, троянські коні, руткіти, шкідливий мобільний код) та несанкціоноване використання додатків / протоколів;
- наскільки даний продукт ефективний при виявленні відомих шкідливих подій, таких як напади, сканування чи зловмисне

програмне забезпечення. Методи виявлення на основі підписів, як правило, виявляються кращими, ніж методи виявлення аномалії та методи аналізу протокольних станів при виявленні відомих подій;

- які механізми реагування пропонує продукт. Приклади включають реєстрацію подій (як локально, так до віддалених серверів журналу), відображення сповіщень консолі та надсилання пасток простого протоколу управління мережею (SNMP), електронні листи та текстові повідомлення. Критерій також включає ефективне визначення пріоритетності подій, наприклад, здійснення різних дій, коли відбувається певний тип події або коли подія стосується певної системи чи послуги;
- як адміністратори можуть налаштувати можливості виявлення, змінюючи підписи, політики та інші налаштування. Необхідно врахувати, наскільки легко можна виконати налаштування (наприклад, через графічний інтерфейс, через редагування текстових файлів).

Можливості запобігання. За можливості, зазвичай, бажано мати продукт, який має кілька способів запобігання, а не один, оскільки одні методи в певних ситуаціях ефективніші, ніж інші, а в інших — неефективні. Усі продукти IDPS повинні пропонувати значну деталізацію у параметрах конфігурації методів запобігання, таких як включення або відключення їх лише для конкретних типів інцидентів, відключення методів запобігання для хостів з білого списку та надання адміністраторам можливості визначати, який метод запобігання слід використовувати для кожного інциденту, якщо кілька методів доступні. Деякі продукти пропонують додаткову деталізацію, яка може бути корисною, наприклад, у випадку атаки на певну частину системи.

Вимоги до продуктивності. Порівнювати продуктивність продуктів IDPS складно з таких причин:

- продуктивність сильно залежить від конфігурації та налаштування кожного продукту. Хоча тестування може бути виконано з використанням стандартних налаштувань кожного продукту, деякі продукти розроблені з умовою того, що вони потребуватимуть більш широкого налаштування у майбутньому;
- продуктивність і виявлення часто розбігаються; наявність більш складних і надійних можливостей виявлення часто призводить до погіршення продуктивності, оскільки вони вимагають більшої кількості ресурсів процесора та пам’яті;
- багато компонентів IDPS на базі приладів мають багато апаратних моделей і конфігурацій, кожен з яких має свої експлу-

атаційні характеристики. Інші компоненти IDPS не базуються на приладах, тому їх обладнання, ОС та конфігурації ОС можуть сильно відрізнятися, що може вплинути на продуктивність;

- немає відкритих стандартів для тестування працездатності та загальнодоступних, всебічних, сучасних тестових наборів.

Відповідно, організація повинна зосередитись на загальних характеристиках продуктивності продуктів IDPS та уникати диференціації продуктів за незначними відмінностями у заявлених можливостях. Зазвичай розробники IDPS оцінюють свою продукцію за максимальною потужністю, наприклад, об'єм мережевого трафіку або кількість пакетів у секунду, що моніторяться, для мережевих IDPS, кількість подій, що відстежуються в секунду для IDPS на основі хоста, або потоки, що відстежуються в секунду, та кількість хостів, які можна відстежувати для систем NBA.

Вимоги до управління. Оцінка можливостей управління продуктом IDPS дуже важлива, оскільки якщо продуктом важко керувати або він не пропонує необхідної функціональності для управління, то, найімовірніше, продукт не буде використовуватися з максимальною ефективністю. Вимоги щодо можливостей управління IDPS можна розділити на три основні категорії:

- розробка та впровадження;
- експлуатація та обслуговування;
- навчання, документація та технічна підтримка.

Розробка та впровадження. Більшість аспектів розробки та впровадження IDPS є своєрідними для кожного типу продуту IDPS. На додаток до них, організації також повинні враховувати загальні критерії, пов'язані з надійністю, сумісністю, масштабованістю та безпекою.

Надійність. Організації повинні гарантувати, що обрана ними продукція IDPS буде достатньо надійною для задоволення їхніх потреб. Можливі питання щодо надійності включають такі:

- Які типи резервного обладнання доступні для IDPS (дублюючі джерела живлення, картки мережевого інтерфейсу, пристрої зберігання даних)?
- Які функції відновлення програмного забезпечення вбудовані у продукти, особливо для агентів та сенсорів?
- Чи може продукт використовувати декілька серверів управління, щоб у разі виходу з ладу одного з них, датчики або агенти автоматично перейшли на інший?

Масштабованість. Оцінюючи продукти IDPS, організації повинні враховувати не тільки їх поточні потреби, але й можливі плани на майбутнє, для того, щоб обрати продукт з достатніми

можливостями масштабування. Можливі питання щодо масштабованості включають такі:

- кількість датчиків або агентів, серверів управління, консолей та інших компонентів IDPS, які можуть бути частиною єдиної логічної реалізації;
- кількість датчиків або агентів, які може підтримувати один сервер управління;
- можливість покращення приладів (наприклад, додавання пам'яті, мережевих інтерфейсних карт або пристроїв зберігання даних);
- вартість і ресурси, необхідні для кожного варіанту масштабування.

Експлуатація та обслуговування. Цей критерій орієнтований на можливості користувача та адміністратора щодо постійного управління IDPS. Сюди входить простота виконання щоденних заходів з моніторингу, аналізу та звітності; управління та підтримка IDPS і застосування оновлень.

Організації також повинні врахувати ресурси, доступні адміністраторам і користувачам IDPS для ознайомлення з функціональністю та характеристиками IDPS та отримання допомоги при виникненні проблем. Ці ресурси — різноманітні тренінги, документація та технічна підтримка — повинні враховувати потреби адміністратора та користувача, а також різні рівні досвіду.

Організації повинні порівнювати наявне у них фінансування для продуктів IDPS з передбачуваними витратами на життєвий цикл для кожного з оцінюваних рішень. Кількісна оцінка життєвого циклу рішень IDPS може бути складною, оскільки існує багато факторів, що впливають на вартість, і тому, що зазвичай складним є отримання вигідних витрат, що надаються IDPS. Критерії, представлені нижче, зосереджуються на основних витратах самого рішення IDPS і не враховують потенційне зменшення витрат, досягнуте в результаті використання IDPS.

Початкові витрати. Початкові витрати на придбання та встановлення продукту зазвичай включають:

- обладнання, включаючи прилади, додаткове мережеве обладнання (наприклад, мережу управління, мережеві крани, балансири навантажень IDS) та хости для компонентів (наприклад, консолі);
- плата за ліцензування ПЗ, ПЗ для компонентів IDPS та допоміжного ПЗ (наприклад, інструменти звітності, системи управління базами даних);
- витрати на встановлення та початкову конфігурацію, які можуть включати зовнішню допомогу, а також внутрішню працю;

- витрати на налаштування (розробка програмістами спеціальних сценаріїв та звітів).

Витрати на обслуговування. Очікувані витрати на обслуговування рішень IDPS, як правило, включають:

- праця. Сюди входять витрати на персонал, який здійснює адміністрування та аналіз IDPS;
- плата за ліцензування програмного забезпечення, підписки або договори на обслуговування. Ці витрати, як правило, сплачуються щорічно, зазвичай забезпечують покупця програмним забезпеченням IDPS та оновленнями підписів;
- плата за технічну підтримку. Багато організацій купують договори технічної підтримки для своїх продуктів IDPS; ці договори, як правило, щорічні. Деякі організації сплачують плату за виклик технічної підтримки замість щорічного контракту;
- витрати на навчання. Періодично може знадобитися навчання для підготовки до розгортання нових версій продукту IDPS, а також для нових користувачів та адміністраторів IDPS;
- витрати на налаштування. Під час використання продукту IDPS користувачам і адміністраторам може знадобитися додаткове налаштування продукту, наприклад, програмісти розробляють додаткові спеціальні звіти або змінюють наявні звіти, а також створюють власні аналізатори та підписи;
- професійні послуги або технічна підтримка, що не підпадає під договір технічної підтримки. Приклади включають проектування реалізацій IDPS, виконання установок продукту, настройку датчиків або агентів, створення та налаштування звітів та допомогу в реагуванні на інциденти.

Висновки: Перш ніж оцінювати продукти IDPS, організації повинні спочатку визначити загальні вимоги, яким вони повинні відповідати. Функції, що надаються продуктами IDPS, та методології, якими вони користуються, значно різняться, тому продукт, який найкраще відповідає вимогам однієї організації, може бути непридатним для задоволення вимог іншої. Оцінювачі спочатку повинні зрозуміти характеристики системи, мережевого середовища організації та плани щодо майбутніх змін системи, щоб можна було обрати IDPS, який буде сумісним з ними та мати змогу контролювати події, що цікавлять організацію. Ці знання також необхідні для розробки рішення IDPS. Отримавши розуміння існуючих системних і мережевих середовищ, оцінювачі повинні сформулювати цілі та завдання, які вони хочуть досягти, використовуючи IDPS.

Оцінювачі також повинні переглянути існуючу систему безпеку та інші IT-політики перед вибором продуктів. Політика безпеки слугує специфікацією для багатьох функцій, які необхідно забезпечити продуктами IDPS. Крім того, оцінювачі повинні з'ясувати, чи підлягає організація нагляду іншою організацією. Якщо так, вони повинні визначити, чи вимагає цей орган нагляду за IDPS або іншими специфічними ресурсами системи. Обмеження ресурсів також повинне бути враховане оцінювачами.

Крім визначення загальних вимог, оцінювачі також повинні визначити більш спеціалізовані набори вимог:

- можливості безпеки, включаючи збір інформації, ведення журналів, виявлення та запобігання;
- продуктивність, включаючи максимальну потужність та характеристики продуктивності;
- управління, включаючи проектування та впровадження, експлуатацію та технічне обслуговування, навчання, документацію та технічну підтримку;
- витрати життєвого циклу, як початкові, так і витрати на обслуговування.

Організації можуть використовувати ці критерії як основу для створення конкретного набору критеріїв, що враховує середовище, політику організації та існуючу інфраструктуру безпеки та мережі. Після збору вимог і вибору критеріїв, оцінювачі повинні знайти актуальні джерела інформації про продукти, що підлягають оцінці. Поширені джерела даних про продукцію включають тестувальні лабораторії або практики використання продукції в реальному житті, інформацію про постачальника, огляди товарів сторонніх виробників і попередній досвід IDPS від осіб в організації та довірених осіб інших організацій.

Існують основні проблеми при проведенні поглибленого тестування IDPS із задовільними результатами, які часто роблять його нездійсненним. Більшість організацій вважають результати обмеженого тестування IDPS корисними для оцінки щоденного використання, сумісності та вимог безпеки. Організації повинні розглянути можливість використання комбінації кількох джерел даних під час оцінки продукту IDPS. Використовуючи дані інших сторін, організації повинні враховувати достовірність даних. Виконуючи практичне тестування IDPS, організації повинні зосередитись на тих методах тестування, які, найімовірніше, є цінними, і уникати методів, які мають більше шансів порушити діяльність організації.

Литература

1. A. Valdes and K. Skinner, "Adaptive Model-based Monitoring for Cyber Attack Detection," in Recent Advances in Intrusion Detection Toulouse, France, 2010, pp. 80–92.
2. Dhawal Thakker, Choosing the right intrusion detection system, 2003.
3. Intrusion Detection and Prevention System: Technologies and Challenges, International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973-4562 Vol. 10 No.87 (2015).
4. Intrusion Detection and Prevention Systems, Karen Scarfone, Peter Mell, Handbook of Information and Communication Security pp 177-192.
5. Intrusion Detection System — Types and Prevention B.Santos Kumar, T.Chandra Sekhara, Phani Raju, M.Ratnakar, Sk.Dawood Baba, N.Sudhakar, B. Santos Kumar et al, / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 4 (1), 2013, 77–82.
6. Intrusion Detection System Mr Mohit Tiwari, Raj Kumar, Akash Bharti, Jai Kishan, Volume 5, Issue 2 (March — April 2017), PP. 38–44.
7. M. Rash, A. Orebaugh, G. Clark, B. Pinkard, J. Babbin: Intrusion Prevention and Active Response: Deploying Network and Host IPS (Syngress, Rockland, Massachusetts 2005).
8. NIST SP 800-51, Use of the Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) Vulnerability Naming Scheme.
9. Open Source Host-based intrusion detection system, 2007. http://www.ossec.net/
10. R. Bace: Intrusion Detection (New Riders, Indianapolis 2000).
11. Rebecca Bace and Peter Mell, "NIST Special Publication on Intrusion Detection Systems," 16 August 2001.
12. Survey of Current Network Intrusion Detection Techniques, Sailesh Kumar.

References

1. A. Valdes and K. Skinner, "Adaptive Model-based Monitoring for Cyber Attack Detection," in Recent Advances in Intrusion Detection Toulouse, France, 2010, pp. 80–92.
2. Dhawal Thakker, Choosing the right intrusion detection system, 2003.
3. Intrusion Detection and Prevention System: Technologies and Challenges, International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973-4562 Vol. 10 No.87 (2015)
4. Intrusion Detection and Prevention Systems, Karen Scarfone, Peter Mell, Handbook of Information and Communication Security pp 177–192.
5. Intrusion Detection System — Types and Prevention B.Santos Kumar, T.Chandra Sekhara, Phani Raju, M.Ratnakar, Sk.Dawood Baba, N.Sudhakar, B. Santos Kumar et al, / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 4 (1), 2013, 77–82.

6. Intrusion Detection System Mr Mohit Tiwari, Raj Kumar, Akash Bharti, Jai Kishan, Volume 5, Issue 2 (March — April 2017), PP. 38–44
7. M. Rash, A. Orebaugh, G. Clark, B. Pinkard, J. Babbin: Intrusion Prevention and Active Response: Deploying Network and Host IPS (Syngress, Rockland, Massachusetts 2005).
8. NIST SP 800-51, Use of the Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) Vulnerability Naming Scheme.
9. Open Source Host-based intrusion detection system, 2007. http://www.ossec.net/
10. R. Bace: Intrusion Detection (New Riders, Indianapolis 2000)
11. Rebecca Bace and Peter Mell, "NIST Special Publication on Intrusion Detection Systems," 16 August 2001.
12. Survey of Current Network Intrusion Detection Techniques, Sailesh Kumar.

Статтю подано до редакції 22.09.2019 р.

УДК 004.62 DOI: 10.33111/mise.98.15

Мамонова Г.В., к. фіз.-мат. н.,
доцент кафедри комп'ютерної математики та інформаційної безпеки,
Меднікова М.В.,
студентка 3-го курсу спеціальності «Кібербезпека», Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Mamonova G.V., PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the
Computer Mathematics and Information Security Department,
Mednikova M.V.,
3rd year Student of the "Cybersecurity" speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

КРИПТОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМУ DES

CRYPTOGRAPHIC ANALYSIS OF THE ALGORITHM DES

Анотація. *Сьогодні це дуже важлива безпека під час передачі даних. Оскільки все сьогодні передається через Інтернет, дуже ймовірно, що наші дані будуть взяті та використані. Ми провели міні-програмне забезпечення на мові c #, яке робить шифрування файлу у форматі .txt, і те, що ми будемо проводити в цій роботі, — це вимірювання часу шифрування різних розмірів файлів за допомогою алгоритму DES та AES алгоритм різних процесорів за допомогою шифрування файлів, за допомогою яких ми будемо проводити порівняння між двома алгоритмами, а також проводити порівняння між процесорами.*
Швидко розвиваються комп'ютерні інформаційні технології та вносять помітні зміни в наше життя. Усе частіше поняття «інформація» вико-

ристовується як позначення спеціального товару, який можна придбати, продати, обміняти на щось інше і т.п. При цьому вартість інформації перевершує вартість комп'ютерної системи, у якій вона знаходиться. Тому цілком природно виникає потреба в захисті інформації від несанкціонованого доступу, умисної зміни, крадіжки, знищення та інших злочинних дій. Саме тому важливим є використання різних криптоалгоритмів, таких як DES, для захисту інформації користувачів. Що і зумовлює актуальність вибраної теми.
Метою криптографії є надання можливості двом людям обмінюватися повідомленням таким чином, щоб інші люди не могли зрозуміти повідомлення. Кількість способів цього не закінчується, але тут ми торкнемось способів зміни тексту таким чином, щоб одержувач міг скасувати зміни та виявити оригінальний текст (Sumitra, 2013). У цій статті подано порівняння криптографічного алгоритму DES та криптографічного алгоритму AES в різних процесорах. Стаття складається з трьох розділів. Перша і друга частина починаються з алгоритмів DES і AES, продовжуються з останньою частиною, яка стосується результатів та експериментів.
***Ключові слова**: DES, кібербезпека, криптостійкість, захищеність, криптоалгоритм.*

***Abstract.** Nowadays it is highly important the security while data transmission. Since everything nowadays is transmitted through the Internet, it is very likely for our data to be taken and misused. What we have conducted is mini (minor) software in the c# language, which makes encryption of the file in .txt format, and what we will conduct in this paper is the measurement of time of encryption of different size of files with DES algorithm and AES algorithm of different CPUs by encrypting files, with which we will make comparisons between two algorithms and also make comparisons between the CPUs.*
Computer information technologies are evolving rapidly and are making a significant difference to our lives. Increasingly, the term "information" is used to refer to a special product that can be bought, sold, exchanged for something else, etc. The cost of information exceeds the cost of the computer system in which it is located. Therefore, there is a natural need to protect information from unauthorized access, intentional alteration, theft, destruction and other criminal activities. That is why it is important to use different crypto algorithms, such as DES, to protect user information. This is what made the topic chosen relevant.
The goal of cryptography is to make it possible for two people to exchange a message in such a way that other people cannot understand the message. There is no end to the number of ways this can be done, but here we will be concerned with methods of altering the text in such a way that the recipient can undo the alteration and discover the original text (Sumitra, 2013). In this paper there is provided a comparison of DES cryptographic algorithm and AES cryptographic algorithm in different CPU. The paper is composed in three sections. The first and the second part starts with the DES and AES algorithms, continuing with the last part which deals with the results and the experiments.
***Keywords**: DES, cybersecurity, crypto-stability, security, crypto-algorithm.*

Вступ: На сьогоднішній день завдяки повсюдному застосуванню відкритих мереж передачі даних, таких як Internet, і побудованих на їх основі мереж intranet і extranet криптографічні протоколи знаходять усе ширше застосування для вирішення різноманітного кола завдань і забезпечення послуг куристувачам мереж, кількість яких постійно збільшується.

Постановка проблеми: Криптографія сьогодні — це найважливіша частина всіх інформаційних систем. Криптографія забезпечує підзвітність, прозорість, точність і конфіденційність. І по мірі збільшення обчислювальних потужностей техніки та одночасного збільшення взаємозв'язку повсякденного життя з комп'юетрними мережами, збільшується важливість використання криптографії і безпосередньо криптографічних алгоритмів, таких як DES.

Виклад основного матеріалу: Data Encryption Standard (DES) — алгоритм з симетричним ключем для шифрування електронних даних. Довжина його ключа — 56 біт (доволі короткий), через що алгоритм і піддався критиці з самого початку, адже це робить його занадто небезпечним для більшості сучасних додатків. Але незважаючи на критику, DES мав великий вплив на розвиток сучасної криптографії.

DES був світовим стандартом протягом 25 років. У 1972 р. колишнє американське Національне бюро стандартів (NBS), яке тепер називається Національним інститутом стандартів та технологій (NIST), ініціювало проект з метою захисту комп'ютерів та даних цифрового зв'язку. У рамках цієї програми вони хотіли розробити єдиний, стандартний криптографічний алгоритм. Мотивація була такою:

- один алгоритм легше перевірити та сертифікувати, ніж тисячу;
- окрім того, було б легше дозволити взаємодію різних криптографічних пристроїв, що використовують його.

У 1974 році з'явився шифр Lucifer, розроблений Хорстом Фейстелем у лабораторіях IBM. Після секретної перевірки від АНБ Data Encryption Standard був прийнятий як федеральний стандарт у 1976 році та затверджений для використання у всіх несекретних урядових комунікаціях одним роком пізніше. Стандарт був переатестований у 1983, 1987 та 1993 роках без особливих проблеми. У 1997 році, оскільки алгоритм демонстрував деякі ознаки старості, його більше не можна було вважати безпечним алгоритмом, NIST вирішив запустити процес, пошуку наступника на наступних 20 років. Однак треба зазначити, що варіанти DES, такі як Triple-DES, досі вважається дуже безпечним.

Хоча віднедавна DES не має сертифіката, він все одно часто використовується і вартий того, щоб його вивчали. Основним плюсом DES є те, що його використання дає можливість досягти високої швидкості шифрування/дешифрування.

Початковий варіант DES постійно змінювався, доповнювався; зараз з'являються нові алгоритми на основі DES — NewDES, Triple DES та деякі інші. Необхідність розробки нових алгорит-

мів була зумовлена великою кількістю атак, яким піддавався алгоритм за роки свого існування. Окрім того велику роль зіграв бурхливий розвиток засобів обчислювальною та мікропроцесорної техніки. Він призвів до того, що 56-бітного ключа, який використовується в оригінальному варіанті DES, стало просто недостатньо для протистояння атакам, які реалізовувались методом brute force. Однак у комерційній сфері та системах електронних розрахунків DES і зараз лишається одним з найпопулярніших алгоритмів блочного шифрування.

Основними перевагами є:

- властивості DES перемішування та розсіювання: кожен біт шифротексту базується на кількох бітах ключа, і зміна одного біта початкового тексту змінює в середньому половину біт шифротексту;
- DES був розроблений для роботи на апаратних засобах 1978 року, зараз він є доволі швидким для роботи в апаратному забезпеченні;
- простота використання DES завдяки структурі Фейстеля та нескладній логіці.

Основними недоліками є:

- 56-бітний розмір ключа, що є найбільшим дефектом DES;
- нетійкість DES до атак методу brute force. Однак використання TripleDES пом'якшує цю проблему через збільшення часу виконання зламу;
- повільна робота DES у програмному забезпеченні, адже він не був розроблений для програмного забезпечення;
- вразливість DES до атак з використанням диференціального та лінійного криптоаналізу. Хоча ці методи й потребують більше часу та пам'яті;
- використання статичних підстановок в S-боксах, що, незважаючи на велику кількість раундів, дозволяє криптоаналітикам проводити атаки на цей алгоритм.

Загалом алгоритм є не складним для розуміння і не важким у реалізації.

DES є реалізацією шифру Фейстеля і базується на двох основних ознаках криптографії: заміщенні і транспозиції.

Шифр Фейстеля — це ітераційний блок-шифр, тобто він включає послідовне повторення внутрішньої функції, що називається раундовою функцією.

Алгоритм складається із 16 ступенів, кожен з яких називається раундом.

Усього для отримання блоку зашифрованого повідомлення проходить 16 раундів. Кожен раунд виконує етапи заміщення та

переміщення. Результатом цього процесу є 64-бітний блок шифру. Хоча розмір блоку і складає 64 біти, проте ефективна довжина ключа DES складає лише 56 біт. Вісім з 64 біт не використовуються алгоритмом шифрування (вони функціонують тільки як контрольні біти). Загальну структуру DES зображено на рис. 1.

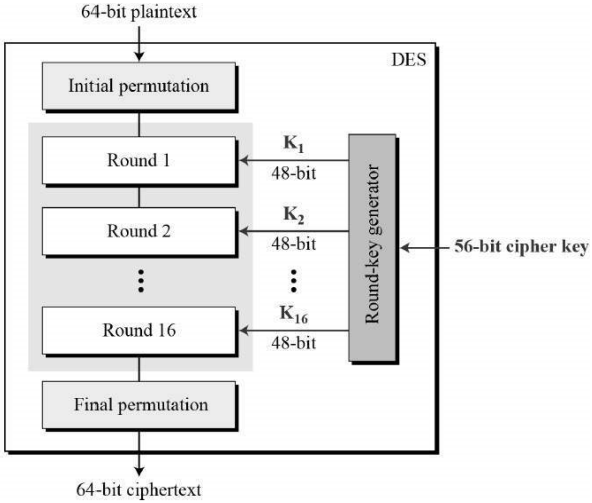


Рис. 1. Структура DES

Алгоритм складається з кількох кроків.

Початкова перестановка

Початкова перестановка є прямим блоком перестановок (P-блоками). Приміняється для того, щоб здійснити початкове розсіювання статистичної структури повідомлення. Початкова перестановка показана на рис. 2. Наприклад, вказується, що IP замінює перший біт початкового тексту на 40-й біт оригінального простого тексту, другий біт на — на 8-й біт початкового текстового блоку і так далі.

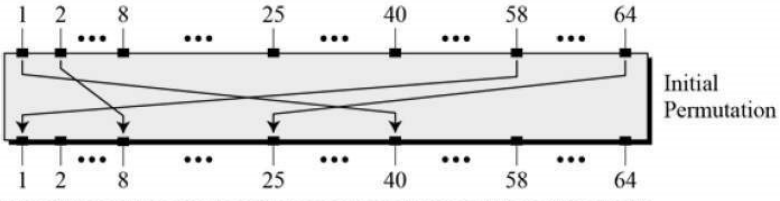


Рис. 2 Початкова перестановка

Як уже було сказано раніше, вхідний 64-бітний блок розбивається на 2 рівні частини (по 32 біти), LPT — ліва частина та RPT — права частина. Кожен із 16 раундів, у свою чергу, складається з кроків широкого рівня.

Крок 1: Перетворення ключів

Початковий 64-бітний ключ перетворюється в 56-бітний, відкидаючи кожен 8-й біт початкового ключа. Таким чином для кожного 56-бітний ключ доступний. Безпосередньо з цього 56-бітного ключа в кожному раунді генерується окремий 48-бітний субключ з використанням процесу, що називається перетворенням ключа. Для цього 56-бітний ключ ділиться навпіл, кожна 28 біт. Ці половини зсуваються по колу вліво на одну або дві позиції, залежно від раунду.

Наприклад, якщо в раунді з номерами 1, 2, 9, 16 зсув виконується тільки на одну позицію, то для інших раундів, коловий зсув виконується на дві позиції. Кількість бітів ключа, зсунутих за раунд показано на рис. 4.

Round	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
#key bits shifted	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1

Рис. 4. Кількість зсунутих бітів за певний раунд

Після такого зсуву обираються 48 з 56 бітів. Таблицю для вибору бітів наведено на рис. 5. Наприклад, після зсуву біт 14 переміщається у першу позицію, біт 17 переміщається в другу позицію і так далі. Якщо уважно подивитись на таблицю, можна зрозуміти, що вона складається тільки з 48-бітних позицій. Біт під номером 18 відкидається (ми не знайдемо його в таблиці), як і 7 інших, щоби зменшити 56-бітний ключ до 48-бітного.

Оскільки процес перетворення ключа включає в себе перестановку, а також вибір 48-бітної підмножини початкового 56-бітного ключа, він називається перестановкою стиснення.

14	17	11	24	1	5	3	28	15	6	21	10
23	19	12	4	26	8	16	7	27	20	13	2
41	52	31	37	47	55	30	40	51	45	33	48
44	49	39	56	34	53	46	42	50	36	29	32

Рис. 5 Таблиця для вибору бітів

Через цю техніку перестановки стиснення в кожному раунді використовується різна підмножина ключових бітів. Завдяки цьому DES було не легко зламати.

Крок 2: Перестановка розширення

Після IP у нас було два блоки по 32 біти, звані як LPT та RPT. Оскільки правий блок 32-бітний, а раундовий ключ 48-бітний, спочатку треба розширити правий блок до 48 біт. Це реалізується за допомогою перестановки розширення. Біти переставляються і тому це називається перестановкою розширення. Це відбувається, коли 32-бітний RPT ділиться на 8 блоків, кожен з яких по 4 біти. Потім кожен-бітний блок розширюється на відповідний 6-бітний як вказано на рис. 6. Цей процес призводить до розширення, а також перестановки вхідного біта під час створення виводу.

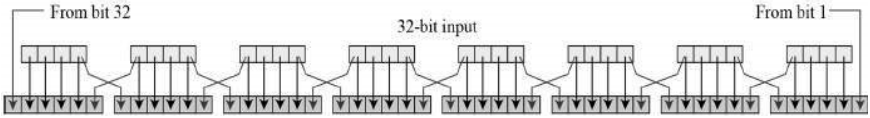


Рис. 6. Схема розширення правого блоку

Графічно зображена логіка перестановок зазвичай описується як таблиця в специфікації DES, що показана на рис. 7.

32	01	02	03	04	05
04	05	06	07	08	09
08	09	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29
28	29	31	31	32	01

Рис. 7. специфікація DES

Крок 3: S-блокова перестановка

Блоки заміщення — S-блоки виконують реальне мікшування (заплутування). DES використовує 8 S-блоків, кожен з 6-бітним входом і 4-бітним виходом. Підстановка в S-блоках виконується за таким правилом: номер рядка задається першим і останнім

входом S-блока, а номер стовпчика — середніми чотирма бітами входу. Бітове представлення числа в комірці задано вхідною послідовністю і буде виходом S-блоку.

Правило S-блоків зображено на рис. 8.

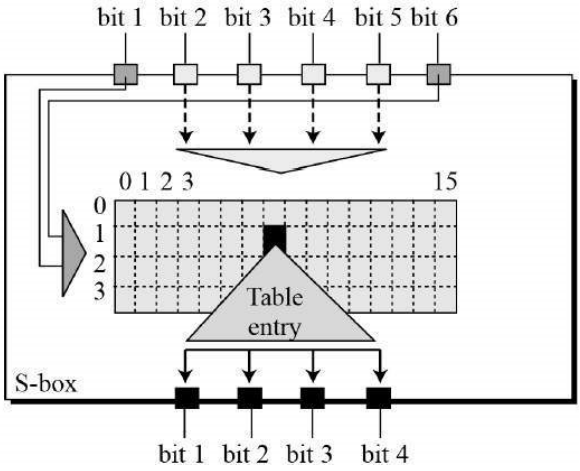


Рис. 8. Правило S-блоків

Всього вісім таблиць S-блоків. Вихід усіх восьми s-блоків потім об'єднується в 32-бітний блок. Потім виконується пряма перестановка — 32-бітний вихід S-блоків потім піддається прямій перестановці.

Крок 5: P-блокова перестановка

На цьому етапі 32-бітний вихід підстановки S-блоків переставляється відповідно до P-блоків. Ця перестановка переносить кожен вхідний біт у вихідне положення; жоден біт не використовується двічі і жодні біти не ігноруються. Це називається прямою перестановкою або просто перестановкою. Нарешті результатом P-блокової перестановки є розширена ліва половиною початкового 64-бітового блоку. Потім ліву і праву половинки міняють місцями і починається ще один раунд. І таких 16 підряд.

Крок 6: Кінцева(фінальна) перестановка

Кінцева перестановка є зворотною від початкової перестановки і описана в таблиці. Зверніть увагу, що ліва і права половини не міняються місцями після останнього раунду DES; натомість зв'язаний блок R_{16} L_{16} використовується як вхід до кінцевої перестановки. Тут нічого не відбувається; обмін половинними блока-

ми і зміщення по колу перестановки дало б точно такий же результат. Отже, алгоритм можна використовувати як для шифрування, так і дешифрування.

Після всіх підстановок, перестановок, XOR і зміщення навколо, можна подумати, що алгоритм дешифрування зовсім інший і такий же заплутаний, як алгоритм шифрування. Але навпаки, різні операції були обрані спеціально для отримання дуже корисної властивості. Один і той же алгоритм працює як для шифрування, так і для дешифрування.

Через невелику кількість можливих ключів (усього 2^{56}), з'являється можливість їх повного перебору на швидкодіючій обчислювальній техніці за реальний час. У 1998 році Electronic Frontier Foundation, використовуючи спеціальний комп'ютер DES-Cracker, вдалося зламати DES за 3 дні.

DES уже зламували за допомогою таких атак:

- Диференціальний криптоаналіз. Ця атака вимагає шифрування 2^{47} відкритих текстів, обраних нападаючим, і для її виконання потрібні приблизно 2^{47} кроків. Теоретично будучи крапкою розриву, ця атака непрактична через надмірні вимоги до підбору даних і складності організації атаки за обраним відкритим текстом. DES є відносно захищеним для такої атаки.
- Лінійний криптоаналіз. Цей метод дозволяє відновити ключ DES за допомогою аналізу 24^3 відомих відкритих текстів, при цьому потрібно приблизно 2^{43} кроків для виконання. Перший експериментальний криптоаналіз DES таким методом був успішно виконаний протягом 50 днів на автоматизованих робочих місцях 12 HP 9735.

Хоча для лінійного і диференціального криптоаналізу потрібно досить великий обсяг пам'яті для збереження обраних (відомих) відкритих текстів до початку атаки. Але особливу загрозу DES несе метод простого перебору.

Для збільшення криптостійкості DES, з'явилося кілька його нових варіацій: double DES (2DES), triple DES (3DES), DESX, G-DES.

Методи 2DES і 3DES засновані на DES, але збільшують довжину ключів (2DES — 112 біт, 3DES — 168 біт) і тому збільшується криптостійкість.

Метод DESX. Це посилений варіант DES, підтримуваний інструментарієм RSA Security. DESX відрізняється від DES тим, що кожен біт вхідного відкритого тексту DESX логічно підсумовується по модулю 2 з 64 бітами додаткового ключа, а потім шифрується за алгоритмом DES. Кожен біт результату також логіч-

но підсумовується по модулю 2 з іншими 64 бітами ключа. Головною причиною використання DESX є простою в обчислювальному сенсі спосіб значно підвищити стійкість DES до атак повного перебору ключа.

Метод G-DES розроблений для підвищення продуктивності DES на основі збільшення розмірів шифрованого блоку. Заявлялося, що G-DES захищений так само, як і DES. Однак було показано, що G-DES з рекомендованими параметрами легко зламуються, а при будь-яких змінах параметрів шифр стає ще менш захищений, ніж DES.

Ще інший варіант DES використовує незалежні суб-ключі. Навідміну від алгоритму DES, у цьому варіанті використовується 768-бітний ключ (розділений на 16 48-бітових підключів) замість 16 залежних 48-бітних ключів, створюваних за ключовим графіком алгоритму DES. Хоча очевидно, що використання незалежних суб-ключів значно ускладнить повний пошук ключа, але стійкість до атаки диференціальним або лінійним криптоаналізом ненабагато перевищить стійкість звичайного DES.

Висновки: Прийняття стандарту шифрування DES стало потужним поштовхом до широкого застосування шифрування в комерційних системах. Введення цього стандарту — відмінний приклад уніфікації та стандартизації засобів захисту.

Стандартизація останнім часом набуває міжнародного характеру, підтвердження тому — міжнародний стандарт ISO 8372:1987, розроблений на основі криптоалгоритму DES.

Алгоритм DES був затверджений 20 років тому, проте за цей час комп'ютери зробили немислимий стрибок у швидкості обчислень, і зараз не так уже й важко зламати цей алгоритм шляхом повного перебору всіх можливих варіантів ключів (а в DES використовується всього 8-байтний), що недавно здавалося абсолютно неможливим.

Криптографія сьогодні — це найважливіша частина всіх інформаційних систем: від електронної пошти до стільникового зв'язку, від доступу до мережі Internet до електронних грошей. Криптографія забезпечує підзвітність, прозорість, точність і конфіденційність. Вона запобігає спробам шахрайства в електронній комерції і забезпечує юридичну силу фінансових транзакцій. Криптографія допомагає встановити вашу особистість, але й забезпечує вам анонімність. Вона заважає хуліганам зіпсувати сервер і не дозволяє конкурентам залізти у ваші конфіденційні документи. А в майбутньому, у міру того як комерція і комунікації будуть все тісніше зв'язуватися з комп'ютерними мережами,

криптографія стане життєво важливою, разом з чим і такі алгоритми, як DES, стануть життєво необхідними.

Література

1. Панасенко С.П. Алгоритми шифрування: Спеціальний справочник / СПб.: БХВ-Пітербург, 2009 — 576 с.
2. Петров А.А. Комп'ютерна безпека. Криптографічні методи захисту: Навч. посібник / М.: ДМК, 2000 — 448 с.
3. Род Стівенс Алгоритми теорія та практичне застосування: пер. з англ.м. / Москва: вид. «Э», 2016 — 544 с.
4. Романець Ю.В., Тимофєєв П.А., Шаньгін В.Ф. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах / Москва: Радио и связь, 2001 — 376 с.
5. Шаньгін В. Ф. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах: Підручник / Москва: ДМК, 2012 — 560 с.
6. Ященко В.В. Введення в криптографію: Навч. посібник / СПб., 2001.
7. Electronic Frontier Foundation Cracking DES: Навчальний посібник / O`Reilly&Associates, 1998. — 277 с.
8. Matt Curtin Brute Force: Cracking the Data Encryption Standard: Підручник / Copernicus, 2005. — 292 с.

References

1. Panasenko S.P. Encryption Algorithms: Manual / St. Petersburg: 2009 — 576 p.
2. Petrov A.A. Computer security. Cryptographic methods of protection: Educ. manual / 2000 — 448 s.
3. Rod Stevens Algorithms theory and practical application / Moscow, 2016. — 544 p.
4. Romanets Y.V., Timofeev P.A., Shangin V.F. Information Security in Computer Systems and Networks / Moscow, 2001 — 376 p.
5. Shangin V.F. Information protection in computer systems and networks: Educ. manual / Moscow, 2012 — 560 p.
6. Yashchenko V.V. Introduction to Cryptography: Educ. manual / St. Petersburg, 2001.
7. Electronic Frontier Foundation Cracking DES: Educ. manual/ O`Reilly&Associates, 1998. — 277 c.
8. Matt Curtin Brute Force: Cracking the Data Encryption Standard: Manual / Copernicus, 2005 — 292 c.

Статтю подано до редакції 14.09.2019 р.

УДК 004.49:37 DOI: 10.33111/mise.98.16

Мозгаллі О.П., д.е.н.,
професор кафедри інформаційних систем в економіці
Рибалко Я.В.,
аспірант кафедри інформаційних систем в економіці
Синицький Р.К.,
магістр спеціалізації «Інформаційні управляючі системи та технології»
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Mozgalli O.P., Doctor of Economic Science,
Professor of the Economics Information Systems Department,
Rybalko Y.V., Postgraduate of the Economics
Information Systems Department,
Synytskyi R.K., Master Student at the
«Information management systems and technology» speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА У ЦИФРОВІЙ ОСВІТІ В УКРАЇНІ

INFORMATION SECURITY OF DIGITAL EDUCATION IN UKRAINE

Анотація. *У статті висвітлено терміни та основні аспекти пов'язані з цифровізацією освіти, кібербезпекою та персональними даними. Взявши за мету дослідити аспекти інформаційної безпеки у цифровій освіті в межах України, спираючись на Європейський досвід, проаналізовано матеріали та дослідження, серед яких було вказано, що в своєму дослідженні В.Я. Певнев від 2010 року каже про те, що інформаційної безпеки як такої не існує в універсальному десятковому класифікаторі. Наразі інформаційна безпека складається з багатьох факторів, як каже сам автор В.Я. Певнев, проте, якщо казати про загальноприйняту класифікацію і розподілення підтипів інформаційної безпеки, про те, що інформаційна безпека в цілому складається з трьох головних частин, то можна зробити висновок, що сама по собі інформаційна безпека існує в десятковому класифікатор,і так само як і в міжнародних класифікаторах, але по частинах. Якщо подивитись на реалії, то в General Data Protection Reglament можна побачити вимоги до конфіденційності, проте як вказано у статті [9], лише при роботі з підприємствами або громадянами ЄС цей регламент вступає в силу на території України. Тому на прикладі Європейського досвіду було проведено аналіз складових цифрової освіти, а саме інформаційної безпеки. І на основі матеріалів про базові існуючі атаки, захист від них і дослідження базової взаємодії користувача з Європейським GDPR, було зроблено висновок, що існує можливість зменшити втрати персональних даних користувачів, та дозволити їм контролювати свої персональні дані, якщо ввести в експлуатацію GDPR. Введення GDPR також дозволить контролювати загальне користування базами рекламних агентів, а саме персональною інформацією, що її надають звичайні користувачі у кіберпросторі. Проблематика введення та використання GDPR на теренах України є популярною та одною з ключових точок розвитку кібер-законодавства.*

Ключові слова: *цифровізація, освіта, інформаційна безпека, захист даних.*

Abstract. *The article covers the terms and main aspects related to digitalization of education, cybersecurity and personal data. The aim was to explore aspects of information security in digital education within Ukraine, based on the European experience. Materials and studies were analyzed, among which it was stated that in his 2010 study, Pevnev said that information security as such does not exist in the universal decimal classifier. Information security now has many factors, according to Pevnev himself. If we talk about the common classification and distribution of information security subtypes, that information security as a whole consists of three main parts, we can conclude that information security itself exists in a separate form in the decimal classifier as well as in international classifiers. If you look at the realities, you can see the privacy requirements in the General Data Protection Regulation. As stated in Article [9], only when working with enterprises or citizens of the European Union this regulation does enter into force on the territory of Ukraine. Therefore, an example of the European experience has been to analyze the information security as a component of digital education. Basic existing attacks and defense against them are analyzed. User interaction with European GDPR has been researched. It is possible to reduce the loss of personal data of users and allow them to control their personal data. To reduce the loss of data GDPR can be used. The introduction of General Data Protection Regulation will also allow you to control the shared use of advertising agent databases and personal information provided by ordinary users in cyberspace. The issue of introducing and using GDPR in the territory of Ukraine is popular and one of the key points in the progress of cyber legislation.*
Key words: *digitalization, education, information security, data protection.*

Вступ. Цифровізація в Україні досить нове для країни явище у порівнянні з провідними країнами світу. Проте дивлячись на організацію цифровізації освіти за кордоном, ми можемо зробити певні висновки. Освіту явище цифровізації також не оминуло. Цифровізація освіти сприяє розвитку різноманітних сфер діяльності людини та її повсякденного життя. Найпомітніший вплив у сферах економіки, бізнесу, суспільства та життєдіяльності країни. Проте, при впровадженні цифрової освіти можна зіткнутися з багатьма проблемами, серед яких найважливішу роль для людини, що користується такою системою ,відіграє інформаційна безпека. Тому наразі необхідно зосередити увагу на можливих атаках та способах захисту від них саме в сфері цифрової освіти, через її вплив на інші сфери.

Постановка проблеми: дослідити аспекти інформаційної безпеки у цифровій освіті в межах України, спираючись на Європейський досвід. Порівняти існуючі проблеми з інформаційною безпекою в цифровій освіті в Україні та в Європі. Також метою даної статті було виявити та проаналізувати приклади вразливостей у джерелах цифрової освіти в межах України.

Виклад основного матеріалу. Цифровою освітою є об'єднання різних компонентів і найсучасніших технологій завдяки використанню цифрових платформ, впровадженню нових

інформаційних та освітніх технологій, застосуванню прогресивних форм організації освітнього процесу та активних методів навчання, а також сучасних навчально-методичних матеріалів.

Основними напрямами цифровізації освіти є:

- створення освітянських ресурсів і цифрових платформ з підтримкою інтерактивного та мультимедійного контенту для загального доступу закладів освіти та учнів, зокрема інструментів автоматизації головних процесів роботи навчальних закладів;
- розроблення та впровадження інноваційних комп'ютерних, мультимедійних і комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання та обладнання для створення цифрового навчального середовища (мультимедійні класи, науково-дослідних STEM-центрів лабораторії, інклюзивні класи, класи змішаного навчання);
- організація широкосмугового доступу до Інтернету учнів і студентів у навчальних класах та аудиторіях у закладах освіти всіх рівнів;
- розвиток дистанційної форми освіти з використанням когнітивних і мультимедійних технологій [1].

Одним із головних аспектів стабільної роботи сфери цифрової освіти є її захищеність, тож необхідно звернути увагу на інформаційну безпеку кожної людини в таких системах та інформаційну безпеку систем цифровізації освіти в цілому як критично важливих об'єктів інфраструктури.

Кібербезпека — захищеність життєво важливих інтересів людини і громадянина, суспільства та держави під час використання кіберпростору, за якої забезпечуються сталий розвиток інформаційного суспільства та цифрового комунікативного середовища, своєчасне виявлення, запобігання і нейтралізація реальних і потенційних загроз національній безпеці України у кіберпросторі;

Кіберзахист — сукупність організаційних, правових, інженерно-технічних заходів, а також заходів криптографічного та технічного захисту інформації, спрямованих на запобігання кіберінцидентам, виявлення та захист від кібератак, ліквідацію їх наслідків, відновлення сталості і надійності функціонування комунікаційних, технологічних систем;

Критично важливі об'єкти інфраструктури (далі — об'єкти критичної інфраструктури) — підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, діяльність яких безпосередньо пов'язана з технологічними процесами та/або наданням послуг, що мають велике значення для економіки та промисловості, функціонування суспільства та безпеки населення, виведення з ладу або порушення функціонування яких може справити нега-

тивний вплив на стан національної безпеки і оборони України, навколишнього природного середовища, заподіяти майнову шкоду та/або становити загрозу для життя і здоров'я людей [2].

Так як система вміщує в собі персональну інформацію про фізичну особу, то захист спрямований на запобігання несанкціонованих дій з інформацією про фізичну особу.

Інформація про фізичну особу (персональні дані) — відомості чи сукупність відомостей про фізичну особу, яка ідентифікована або може бути конкретно ідентифікована.

Не допускаються збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та захисту прав людини. До конфіденційної інформації про фізичну особу належать, зокрема, дані про її національність, освіту, сімейний стан, релігійні переконання, стан здоров'я, а також адреса, дата і місце народження. Кожному забезпечується вільний доступ до інформації, яка стосується його особисто, крім випадків, передбачених законом [3].

Несанкціоновані дії щодо інформації в системі — дії, що проводяться з порушенням порядку доступу до цієї інформації, установленого відповідно до законодавства [4].

Існує багато типів атак на системи цифрової освіти, що можуть не тільки пригальмувати, а й взагалі зупинити навчання. Через те, що основну частину цифрової освіти в світі займають саме веб-ресурси, то вони певна річ є найуразливішим місцем системи. Розглянемо найпоширеніші типи атак на веб-ресурси та підготовчі етапи до них, помітивши які буде можливість вчасно зреагувати та випередити зловмисника.

Дослідження мережі. Даний тип дій зі сторони зловмисника не передбачає ніяких руйнівних чи шкідливих дій. У більшості випадків мається на увазі лише збір даних про сервери, персональні комп'ютери та будь-які пристрої, що можуть бути підключені до тієї-ж мережі що й "жертва". Зазвичай сканування мережі проводять перед достатньо серйозною та цілеспрямованою атакою.

Сніффінг пакетів або пошук пакетів теж відноситься до дослідження мережі, адже принцип заснований на особливостях роботи мережі та персональних комп'ютерів у ній. Пакети що отримані сервером або будь-яким персональним комп'ютером у мережі пересилаються на обробку, де їх обробляє спеціальний додаток, через що зловмисник може отримати доступ не тільки до інформації про структуру самої електронно-обчислювальної

машини, але і до тієї інформації, що була безпосередньо передана, тобто паролі, повідомлення та будь-які файли.

IP-спуфінг — це підготовчий аспект до серйозної атаки, проте це також є окремим типом атаки. За допомогою IP-спуфінгу комп'ютер зловмисника може використати IP-адреси, що входять до атакованої локальної мережі. Атака також можлива, якщо система безпеки не передбачає ідентифікацію IP-адреса, та не вимагає додаткових умов.

Атаки. Mailbombing є найстарішим типом. Сенс атаки у тому, що трафік як і кількість повідомлень між клієнтом і сервером значно збільшується, що і призводить до збоїв, або до інших проблем у роботі серверу або клієнту. Також це викликає зупинку поштового серверу, що впливає на пересилання повідомлень між адресатами. На сьогоднішній день ефективність таких атак є нульовою, оскільки більшість провайдерів в Україні можуть встановити обмеження трафіку від одного відправника до іншого, або до серверу.

Часто, на погано захищених серверах, використовують переповнення буферу пам'яті, що є програмними помилками в коді. При цих помилках пам'ять серверу порушує свої допустимі кордони доступу, що, в свою чергу, змушує процес завершитись аварійно, або запускає на виконання сервером довільний бінарний код, де може використовуватись поточний обліковий запис. Частіше за все обліковий запис буде адміністратору ресурсу, через що можна отримати несанкціонований доступ до ресурсу.

DDoS (Distributed Denial of Service) — підтип, що має ту ж мету, що і переповнення буферу, але ця атака відбувається не з одного комп'ютера, а з багатьох комп'ютерів в мережі. Тут як і в типі атаки "переповнення буферу" використовується спосіб використати сторонній програмний код і відмова в обслуговуванні системи за для зупинки серверу абощо. DDoS використовується там, де звичайний DoS не є ефективним. Для цього кілька комп'ютерів у мережі об'єднують, кожен з яких проводить свою DoS-атаку на систему "жертви". Усі ці дії загалом називаються DDoS-атака.

Для більш захищених серверів використовуються віруси, трояни, поштові черв'яки та сніфери. Даний тип атак об'єднує різні негативні програмні засоби. Призначення і принципи дії таких програмних засобів буде найрізноманітнішим, адже неможливо передбачити що саме шукає дане програмне забезпечення. Кожна програма має свою мету та тип дій на сервері або персональному комп'ютері користувача. Вірус найчастіше вражає систему не

даючи їх нормально працювати. Троян найчастіше намагатиметься вкрасти будь-які дані, до яких зможе отримати доступ, так само як і поштовий черв'як, тільки останній розповсюджується електронною поштою. Проте через наявність гарних систем захисту вже не є актуальним. Сніфери призначені лише для виявлених даних всередині системи.

Якщо ж зловмисник має прямий доступ до мережі, то він може використати тип атаки "Man-in-the-middle". Тип атаки, коли зловмисник перехоплює всі дані між двома додатками з двох різних персональних комп'ютерів, у результаті чого отримує доступ до всієї інформації, що проходить від одного користувача до іншого. Метою такої атаки є не тільки крадіжка даних або файлів, а й теоретично фальсифікація інформації для того, кому вона була призначена.

Для веб-ресурсів або до ресурсів, що мають доступ до баз даних найчастіше використовується ін'єкція. Цей тип атак доволі широкий основним принципом котрих є введення до будь-якої системи своєї частини програмного коду, що не заважає роботі системи чи програми а й виконує певні дії, що необхідні зловмиснику.

Brute force більше відомий як метод грубої сили або ж як метод повного перебору. Суть методу заключається в повному переборі всіх можливих варіантів ключу доступу, що вимагає багато часу та достатніх потужностей машини атакуючого. Найчастіше використовується для незахищених сторінок доступу до адміністраторських можливостей чи для пошуку стандартних пар логін-пароль.

І останнє по списку, але не останнє в арсеналі можливостей зловмисників — соціальна інженерія. Якщо до цього зловмисники намагались дістатись до інформації через програмні засоби та персональні комп'ютери, то мета соціальної інженерії — отримати доступ до інформації через недосконалості людини. Будь-яка риса людини може бути обернена проти неї задля здобуття інформації про цю ж людину або компанію, тощо.

Тож постає питання, яким чином можна захистити системи цифровізації освіти від зловмисників чи просто недобросовісних людей, що бажають залізти до системи та щось змінити зсередини не маючи на те прав.

Наразі існує багато різних систем захисту. Певні рішення можна використовувати як для персональних комп'ютерів, так і для серверних систем, що мають витримувати більші навантаження ніж звичайні користувацькі машини. Використовуючи кілька систем захисту в тандемі можна зменшити шанс проникнення до вашої системи майже до мінімуму.

Всі основні системи захисту можна поділити на три типи (рис. 1), фізичний, зовнішні та програмні, останні два з яких розділяються на активні та пасивні.

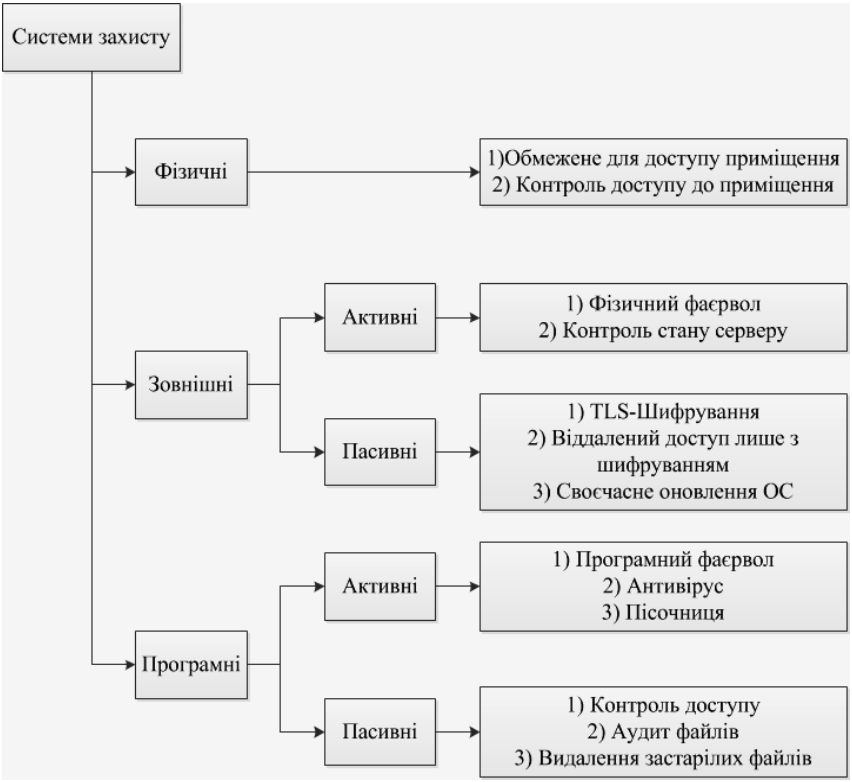


Рис. 1. Розподілення систем захисту

Фізичні системи захисту — це рішення, що дозволяють захистити сервер цифрової освіти від фізичного доступу сторонніми особами, мінімізуючи втручання в роботу системи. В той час, як закрите приміщення не є великою перешкодою, посилення контролю доступу за допомогою відеонагляду або карток доступу значно ускладнює несанкціонований фізичний доступ до приміщення.

Зовнішні системи захисту можна поділити на активні та пасивні. Зовнішні активні системи — це рішення, що дозволяють активно захищати сервер утворюючи “захисний шар” ще до серверу. До активних систем можна віднести фізичний файрвол. На відміну від програмного файрволу — фізичний файрвол є окре-

мим пристроєм або групою пристроїв зі своєю окремо налаштованою системою, що шифрує трафік, коригує доступ до серверу на основі певних встановлених правил. Але так само необхідно наглядати за сервером у режимі реального часу, адже будь-який неочікуваний сплеск активності може вказувати на загрозу.

До зовнішніх пасивних систем можна віднести ті, що є одноразово налаштованими і використовуються без змін, та ті, що відносяться до обох сторін користування. TLS-шифрування необхідно використовувати задля забезпечення безперервно-надійного з'єднання користувача з сервером у веб-режимі, наприклад викладача у момент виставлення балів до системи навчання. Через можливість перехоплення трафіку, для віддаленого керування сервером, або будь-яких технічних робіт персонал має використовувати захищене з'єднання, задля забезпечення безпеки даних користувачів. Також до зовнішніх пасивних систем відноситься оновлення програмного забезпечення, так як це залежить від розробників мережевої операційної системи.

Завершальним типом систем захисту є програмні, тобто системи що працюють зсередини серверу, або персонального комп'ютеру. Їх так само, як і зовнішні системи можна поділити на активні та пасивні. До активних можна віднести програмний файрвол, що на відміну від апаратного працює вже всередині системи, контролюючи усі переміщення та потоки. Також сюди входить і антивірус, що необхідний за для пошуку шкідливих програмних засобів. В антивірус зазвичай входить такий інструмент, як пісочниця для програм і програмних засобів, але якщо такої пісочниці немає в антивірусі, то вона має бути окремою. Пісочниця допомагає відокремити перший запуск будь-якої програми від системи та перевірити, чи є вона шкідливою.

До пасивних внутрішніх систем захисту можна віднести певні правила та застереження, що контролюються сервером. Найпростіше обмеження доступу до певних файлів допоможе утримати систему та дані в ній в цілісності. Аудит файлів у свою чергу допоможе порівняти початковий розмір системних файлів із кінцевим після запуску системи та виявити до яких файлів намагається дістатись шкідливе програмне забезпечення. Проте, в системі інколи лишаються старі файли, що уповільнюють систему, та надають фору зловмисникам, тож інколи необхідно видаляти надто старі файли для забезпечення швидкодії системи.

Також варто згадати про резервні копії системи, на випадок збоїв з боку технічної сторони. Резервні копії мають бути не підключені до мережі, проте окремо слід зауважити, що інколи

роблять тест-сервер, на якому тестують усі оновлення та програмні засоби, а вже потім додають на основний.

При дотриманні таких мінімальних систем захисту можна зменшити ризик втручання в роботу серверу до мінімально можливого. Проте для захисту від DDoS-атак можна використати перенаправлення трафіку та його блокування, для зменшення навантаження на один сервер. Для цього використовується розподілена обчислювальна мережа, що може містити багато серверів або персональних комп'ютерів, що з'єднані віртуальною або локальною мережею. Саме завдяки такому підходу можна зменшити навантаження на одну одиницю обчислювальної техніки та рівномірно розподілити навантаження серед усіх.

На відміну від України, де існують закони загального призначення, що захищають людину та її дані в кіберпросторі, в ЄС існує GDPR.

Загальний регламент про захист даних (англ. General Data Protection Regulation, GDPR; Regulation (EU) 2016/679) — регламент у межах законодавства Європейського Союзу щодо захисту персональних даних усіх осіб у межах Європейського Союзу та Європейської економічної зони. Вона також стосується експорту персональних даних за межі ЄС і ЄЕЗ. GDPR покликаний насамперед надати громадянам і резидентам ЄС контроль за їхніми персональними даними та спростити регуляторне середовище для міжнародного бізнесу шляхом уніфікації регулювання у межах ЄС.

Захист даних за призначенням і за замовчуванням (ст. 25) вимагає, щоб захист даних був частиною розробки бізнес-процесів, продуктів і послуг. Налаштування конфіденційності, таким чином, повинні бути встановлені на високому рівні за замовчуванням, і контролер має здійснити технічні та процедурні заходи, щоб забезпечити дотримання регламенту впродовж усього життєвого циклу опрацювання даних. Контролери повинні також упровадити механізми, які гарантують, що персональні дані не опрацьовуються, якщо не є необхідні для кожної конкретної мети [5].

Кажучи про GDPR, що наразі не дуже розповсюджений у кіберпросторі України, можна сказати, що його не дотримуються велика кількість установ і критичних об'єктів інфраструктури. Наразі це робить персональні дані всіх користувачів таких систем менш захищеними від несанкціонованого використання як зловмисниками так і самими установами. Використовуючи GDPR у системі цифрової освіти, можливо надати доступ користувачу на відслідковування своїх персональних даних, що робить користувача більш обізнаним та менш вразливим до обману.

Висновок. Як висновок, можна сказати, що цифровізація освіти — це один з найважливіших етапів розвитку України, оскільки впливає на підготовку нових кадрів, які будуть здатні працювати у цифровому світі. Неможливо виключити ситуації зі спробами отримання несанкціонованого доступу, тому питання захисту персональних даних є актуальною проблемою інформаційної безпеки. Саме тому необхідно розуміти основні способи завдати шкоди системі та методи попереднього захисту від них. Також, як приклад було розглянуто та проаналізовано приклад Європейського регламенту захисту інформації, та пояснено необхідність введення регламенту у кіберпростір України.

Література

1. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження КМУ від 17.01.2018 р. № 67-р // Офіційний вісник України від 23.02.2018 — 2018 р., № 16, стор. 70, стаття 560, код акта 89147/2018.

2. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України: Закон України від 5.10.2017 року № 2163-VIII // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 45, ст. 403 (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2469-VIII від 21.06.2018, ВВР, 2018, № 31, ст.241)

3. Про інформацію: Закон України від 02.10.1992 року N 2657-XII // Відомості Верховної Ради України від 01.12.1992 — 1992 р., № 48, стаття 650.

4. Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах: Закон України від 05.07.1994 року N 80/94-ВР // Відомості Верховної Ради України від 02.08.1994 — 1994 р., № 31, стаття 286.

5. Загальний регламент про захист даних [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85. — Назва з екрану.

6. The Open Source Security Testing Methodology Manual (OSSTMM). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.isecom.org/OSSTMM.3.pdf (дата звернення: 20.12.2019).

7. Певнев В.Я., Цуранов М.В. Математическая модель информационной безопасности. Системи обробки інформації. 2010. № 3. С. 62–64.

8. Певнев В.Я. Методы обеспечения целостности информации в инфокоммуникационных системах. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. Харків, 2015. № 51. С. 74–77.

9. SMART-ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ: ЕВОЛЮЦІЯ, СУЧАСНІ ТРЕНДИ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ [Електронний ресурс] Режим доступу: https://knute.edu.ua/file/NjY4NQ==/4ce2164e98881e82955393871be6013d.pdf — Назва з екрану.

References

1. Kontseptsiia rozvytku tsyfrovoi ekonomiky ta suspilstva Ukrainy na 2018-2020 roky ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii: Rozporiadzhennia KMU vid 17.01.2018 r. № 67-r // Ofitsiinyi visnyk Ukrainy vid 23.02.2018 — 2018 r., № 16, stor. 70, stattia 560, kod akta 89147/2018.

2. Pro osnovni zasady zabezpechennia kiberbezpeky Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 5.10.2017 roku № 2163-VIII // Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2017, № 45, st.403 (Iz zminamy, vnesenymy zghidno iz Zakonom № 2469-VIII vid 21.06.2018, VVR, 2018, № 31, st.241).

3. Pro informatsiiu: Zakon Ukrainy vid 02.10.1992 roku N 2657-XII // Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 01.12.1992 — 1992 r., № 48, stattia 650.

4. Pro zakhyst informatsii v informatsiino-telekomunikatsiinykh systemakh: Zakon Ukrainy vid 05.07.1994 roku N 80/94-VR // Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 02.08.1994 — 1994 r., № 31, stattia 286.

5. Zahalnyi rehlament pro zakhyst danykh [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85. — Nazva z ekranu.

6. The Open Source Security Testing Methodology Manual (OSSTMM). [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: https://www.isecom.org/OSSTMM.3.pdf (data zvernennia: 20.12.2019).

7. Pevnev V.Ia., Tsuranov M.V. Matematycheskaia model informatsyonnoi bezopasnosty. Systemy obrobky informatsii. 2010. №3. S. 62–64.

8. Pevnev V.Ia. Metody obespechenyia tselostnosty ynformatsyy v ynfokommunykatsyonnыkh systemakh. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu KhPI. Seriia: Tekhnika ta elektrofizyka vysokykh napruh. Kharkiv, 2015. № 51. S. 74–77.

9. SMART-TEKhNOLOHII TA YIKH ZASTOSUVANNIA V NAVCHALNOMU PROTSESI: EVOLIUTSIIA, SUCHASNI TRENDY VITCHYZNIANOHO TA ZARUBIZHNOHO DOSVIDU [Elektronnyi resurs] Rezhym dostupu: https://knute.edu.ua/file/NjY4NQ==/4ce2164e98881e82955393871be6013d.pdf — Nazva z ekranu.

Статтю подано до редакції 04.10.2019 р.

УДК 519.86: 334.012.61–022.51(043.3) DOI: 10.33111/mise.98.17

Піскунова О.В.,
док. екон. наук, професор кафедри
економіко-математичного моделювання,
Білик Т.О.,
к.е.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання,
Савіна С.С.,
к.е.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

Piskunova E.V.
Doctor of Economics,
Professor of the Department of Economic and Mathematical Modeling
Bilik T.A.
PhD in Economics,
Associate Professor of the Department of Economic and mathematical Modeling
Savina S.S.
PhD in Economics,
Associate Professor of the Department of Economic and Mathematical Modeling
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

СТАТИСТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГАЛУЗЕВОЇ СТРУКТУРИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ У СФЕРІ ВЕЛИКОГО, СЕРЕДНЬОГО ТА МАЛОГО БІЗНЕСУ

STATISTICAL EVALUATION AND MODELING OF THE IMPACT OF THE SECTORAL STRUCTURE ON THE PRODUCTIVITY OF LARGE, MEDIUM AND SMALL BUSINESSES

Анотація. *У статті проводено аналіз зміни продуктивності праці на макрорівні. Розглядається продуктивність праці за даними для п'ятнадцяти видів економічної діяльності країни. На відміну від більшості сучасних досліджень продуктивності праці на макрорівні, у статті розглянуто показники відхилення продуктивності праці у розрізі секторів малого, середнього та великого бізнесу від середнього рівня продуктивності праці по економіці України. Такий підхід дає можливість всебічно розглянути продуктивність праці як за видами економічної діяльності господарства країни, так і з точки зору секторів підприємницької діяльності. Проведено аналіз відхилень продуктивності праці великих, середніх, малих і мікропідприємств за кожним з п'ятнадцяти видів економічної діяльності. Здійснений статистичний аналіз дозволив виділити ті галузі, за якими показники продуктивності праці є найбільшими. Лідером за рівнем продуктивності праці виявився такий вид економічної діяльності як оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів. За більшістю інших видів економічної діяльності спостерігається середній рівень продуктивності праці. З точки зору секторів малого, середнього та великого бізнесу неможливо виділити беззаперечного лідера. Однак виявлено присутність суттєвого зв'язку рівня продуктивності праці від сектору економіки: чим більшим є розмір підприємства, тим більшою є продуктивність праці. Досліджено вплив на*

відхилення продуктивності праці від середнього рівня по Україні таких факторів, як галузева структура, секторальна структура та спільна дії цих двох факторів. Виявлено, що найсуттєвіший плив за секторами бізнесу здійснює фактор галузевої структури. Два інші фактори для великого та малого підприємництва приводять до негативних відхилень продуктивності праці від середньої по Україні. З точки зору відхилень продуктивності праці за секторами бізнесу найстабільніший рівень продуктивності праці під дією всіх трьох факторів демонструють середні підприємства. Найстабільніший рівень продуктивності праці спостерігається для великих підприємств.
Ключові слова: *модель, галузева структура, статистичний аналіз, продуктивність, бізнес.*

Abstract. *The article analyzes the changes in labor productivity at the macro level. It looks at labor productivity for fifteen economic activities in the country. Unlike most current studies of macro-level labor productivity, the article examines the indicators of deviation of labor productivity by sector of small, medium and large businesses from the average level of labor productivity in the Ukrainian economy. This approach makes it possible to comprehensively consider labor productivity by types of economic activity of the country's economy and from the point of view of business sectors. The productivity variations of large, medium, small and micro enterprises for each of the fifteen types of economic activity were analyzed. The statistical analysis made it possible to identify the sectors in which labor productivity indicators are highest. The leader in the level of labor productivity was the kind of economic activity such as wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles. Most other economic activities have an average level of labor productivity. From the point of view of the small, medium and large business sectors it is impossible to single out a clear leader. However, there is a significant correlation between the level of labor productivity and the economic sector: the larger the size of the enterprise, the higher the productivity. The influence on the deviation of labor productivity from the average level in Ukraine of such factors as sectoral structure, sectoral structure and joint action of these two factors is investigated. It is revealed that the most significant flow by business sectors is the factor of industry structure. Two other factors for large and small businesses lead to negative deviations in labor productivity from the average in Ukraine. In terms of variations in labor productivity across business sectors, medium-sized enterprises show the most stable level of labor productivity under the influence of all three factors. The least stable level of labor productivity is observed for large enterprises.*
Keywords: *model, industry structure, statistical analysis, productivity, business.*

Вступ. Продуктивність праці є основним показником, який відображає ефективність виробництва на мікро- та макрорівні та є джерелом економічного зростання. Значною мірою за рахунок збільшення рівня продуктивності праці досягається приріст обсягів виробництва, зростання національного доходу, подальший розвиток економіки. Важлива роль підвищення продуктивності праці полягає у забезпеченні постійно зростаючих потреб народного господарства та населення країни. В таких умовах проведення аналізу продуктивності праці набуває особливо важливого значення.

Методологія дослідження продуктивності праці передбачає можливість аналізу та оцінки даної категорії на рівні окремих підприємств, об'єднань, регіонів та економіки в цілому.

У літературі дослідження присвячені аналізу продуктивності праці на мезо- чи макрорівні більшою частиною проводяться у розрізі регіонів.

Так, у роботі [1] проведено статистичний аналіз продуктивності праці на регіональному рівні. Досліджується динаміка продуктивності праці за період 2005–2012 рр. у регіонах Приволзького округу. Проведено групування регіонів за рівнем продуктивності праці та досліджено взаємозв'язок залежності продуктивності праці від заробітної плати населення.

У роботі [2] досліджується продуктивність праці основних галузей економіки засобами статистичного інструментарію. На основі методу найменших квадратів виявлено загальний тренд зміни продуктивності праці у регіонах, що дозволило екстраполювати отримані результати. Здійснено також кореляційно-регресійний аналіз взаємозв'язку продуктивності праці окремих галузей та рівня валового внутрішнього продукту.

У роботі [3] розглядаються методичні аспекти проблем вимірювання та оцінки рівня, динаміки та міжрегіональних співвідношень продуктивності праці. Заслуговує уваги та частина дослідження де вивчається вплив на продуктивність праці двох складових: зміни продуктивності праці в окремих регіонах та зміни у регіональній структурі виробництва. Вивчається динаміка зміни продуктивності праці економіки країни за рахунок двох вказаних факторів. Також розглядається динаміка зміни продуктивності праці за структурним та регіональним факторами в галузі промисловості. Залишаються поза увагою дослідження продуктивності праці в інших галузях економіки країни.

У монографії [4] автор розглядає вплив на продуктивність праці такого фактору, як діяльності середнього та малого підприємництва. Зокрема зазначається, що існують традиційні сфери діяльності, у яких мале підприємництво має беззаперечні переваги. Це галузі де виробництво неможливо стандартизувати, наприклад, постійно збільшується попит на послуги, що мають чітко виражений індивідуальний характер. Велике підприємство у такому випадку не має переваг перед малою фірмою. Однак у даній роботі відсутні дослідження на основі статистичного інструментарію.

Роботи вітчизняних учених, присвячені дослідженню продуктивності праці на макрорівні, більшу увагу приділяють вивченню показників оцінки продуктивності праці та вдосконаленню методики їх обчислення. У роботі [5] проводиться аналіз показників продуктивності праці на макрорівні в Україні. Основна увага в даному дослідженні зосереджена у сфері інноваційної

діяльності. Розроблено модель оцінки інноваційної діяльності, як чинника зростання продуктивності праці. Модель базується на застосуванні інструментарію теорії нечітких множин. Поза увагою в даній роботі залишаються інші фактори впливу на продуктивність праці.

У роботі [6] здійснюються дослідження динаміки продуктивності праці в Україні з 2007 по 2012 р. Розглядаються проблеми зниження продуктивності праці у промисловості та у добувній галузі. Відсутній аналіз за іншими галузями економки країни.

У роботі [7] також розглядається динаміка продуктивності праці протягом 2001–2008 рр. та темпи зміни продуктивності праці за видами економічної діяльності. Однак у дослідженні розглядається лише сім галузей. Відсутнє статистичне дослідження впливу будь-яких факторів на зміни рівня продуктивності праці.

Таким чином, незважаючи на актуальність проблеми та наявність значної кількості наукових робіт, присвяченій її дослідженню, більшість з них має теоретичний характер. На емпіричному рівні залишаються не дослідженими питання визначення факторів, які впливають на продуктивність праці.

Мета статті — проаналізувати на основі статистичних показників відхилення продуктивності праці у секторах малого, середнього та великого бізнесу від середньої продуктивності праці в економіці України та визначити вплив галузевої структури на вказані відхилення.

Викладення основного змісту. Розглянемо аналіз продуктивності праці на великих, середніх, малих і мікропідприємствах України. Використовується підхід запропонований у [8]. Для дослідження використовуються дані Державної служби статистики України [9, 10].

У табл. 1 наведено значення продуктивності праці, розраховані за такими формулами:

$$t_{ij} = \frac{V_{ij}}{L_{ij}}, \qquad t_i = \frac{V_i}{L_i}\ , \tag{1}$$

де t_{ij} – продуктивність праці i-ої галузі j-го типу підприємств, v_{ij} – обсяги виробництва i-ої галузі j-го типу підприємств у цінах 2010 року, млн грн, L_{ij} – кількість зайнятих у виробництві i-ої галузі j-го типу підприємств, тис. осіб, t_i — продуктивність праці i-ої галузі, V_i — обсяги виробництва i-ої галузі, млн грн, L_i — кількість зайнятих у виробництві i-ої галузі, тис. осіб,

Величина продуктивності праці в цілому та для *j*-го типу підприємств обчислюється таким чином:

$$T = \sum_i d_i t_i , \qquad T_j = \sum_i d_{ij} t_{ij} , \tag{2}$$

де d_i — частка зайнятих в *i*-ій галузі від загальної чисельності зайнятих у виробництві, d_{ij} — частка зайнятих в *i*-ій галузі від загальної чисельності зайнятих у виробництві *j*-го типу підприємств.

Таблиця 1

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ЗА ВИДАМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У РОЗРІЗІ ВЕЛИКИХ, СЕРЕДНІХ, МАЛИХ І МІКРОПІДПРИЄМСТВ (МЛН ГРН НА 1 ТИС. ОСІБ)

Види економічної діяльності	Типи підприємств за розміром				Всього
	Великі	Середні	Малі	з них мікро	
Сільське, лісове та рибне господарство	478	240	261	176	259
Промисловість	699	332	217	170	443
Будівництво	798	327	249	212	291
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	1036	1480	662	462	1047
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	169	223	242	225	194
Тимчасове розміщування й організація харчування	к	к	73,4	58,5	108
Інформація та телекомунікації	381	340	210	184	296
Фінансова та страхова діяльність	0	336	355	169	341
Операції з нерухомим майном	к	к	165	137	207
Професійна, наукова та технічна діяльність	к	к	144	119	501
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	к	к	108	124	97
Освіта	0	57,4	47,0	49,4	50,4
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0	82,7	46,3	32,2	67,3
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	к	к	85,3	112	85,1
Надання інших видів послуг	0	103	65,4	59,6	74,1
Усього	635	430	302	236	449

Для п'яти видів діяльності (тимчасове розміщування й організація харчування; операції з нерухомим майном; професійна, наукова та технічна діяльність; діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок) початкові статистичні дані для розрахунку продуктивності праці за групами великих і середніх підприємств є конфіденційними, тому значення продуктивності праці розрахувати неможливо. В табл. 1 це відображено позначенням «к».

Аналіз даних табл. 1 вказує, що продуктивність праці за галузями є найвищою у галузі оптової та роздрібної торгівлі, ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів. Продуктивність праці складає 1047 млн грн на 1 тис. осіб, що більш ніж у два рази перевищує наступний за величиною рівень продуктивності праці — 501 млн грн на 1 тис. осіб, який відповідає галузі професійної, наукової та технічної діяльності. Середній рівень продуктивності праці на рівні 400–200 млн грн на 1 тис. осіб відповідає таким галузям: сільське, лісове та рибне господарство; промисловість; будівництво; інформація та телекомунікації; фінансова та страхова діяльність; транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; операції з нерухомим майном. Найнижчий рівень продуктивності праці — нижче 100 млн грн на 1 тис. осіб відповідає галузям: тимчасове розміщування й організація харчування; діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування; освіта; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок; надання інших видів послуг.

Для аналізу продуктивності праці у розрізі типів підприємств наочніше інформацію представлено у виді діаграми на рис. 1.

Аналіз результатів табл. 1 і рис. 1 не дозволяє однозначно виділити розмір підприємств, які мають найвищу продуктивність праці одночасно для всіх видів економічної діяльності. Наприклад, високі показники продуктивності праці, що демонструють великі підприємства у перших трьох видах діяльності на рис. 1, супроводжуються меншими значеннями, ніж для середніх і малих підприємств в інших видах діяльності.

Для видів діяльності, які є лідерами за рівнем продуктивності праці, найвищі показники демонструють великі та середні підприємства. У галузі з найвищим рівнем продуктивності праці — оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів — найвищий рівень продуктивності праці 1480 млн грн на 1 тис. осіб відповідає середнім підприємствам, незначно нижчим 1036 млн грн на 1 тис .осіб є рівень продуктивності пра-

ці для великих підприємств. Однак за даним видом діяльності найвищий рівень продуктивності праці з усіх інших видів демонструють і малі підприємства — 662 млн грн на 1 тис. осіб.

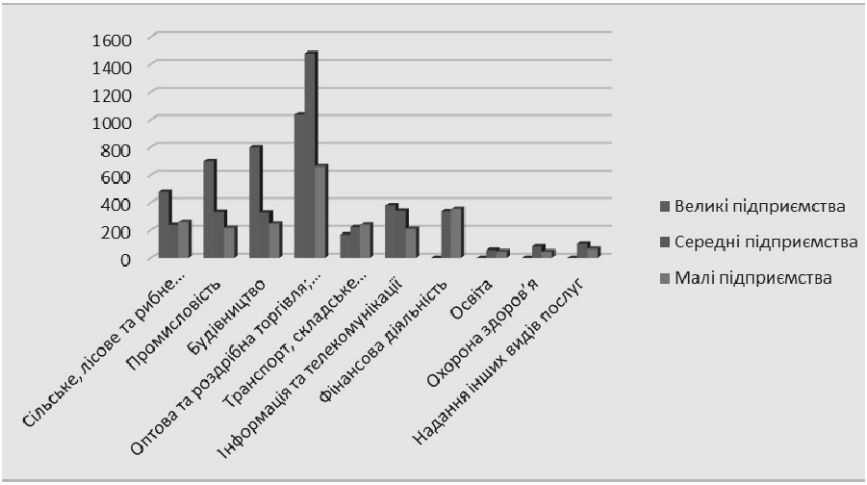


Рис. 1. Показники продуктивності праці за видами економічної діяльності у розрізі великих, середніх і малих підприємств, млн грн на 1 тис. осіб

За такими видами діяльності, які мають середній рівень продуктивності праці (сільське, лісове та рибне господарство; промисловість; будівництво), кращі показники продуктивності праці відповідають великим підприємствам, вони знаходяться у межах 500–700 млн грн на 1 тис. осіб. Майже у два рази меншою є продуктивність праці у цих видах діяльності для середніх і малих підприємств і знаходиться в межах 250–350 млн грн на 1 тис . осіб.

Найуспішнішими порівняно до великих і середніх підприємств малі підприємства є у фінансовій діяльності. Можна зауважити, що загалом малі підприємства демонструють досить стабільні значення продуктивності праці для більшості видів економічної діяльності. Для 9 з 15 галузей продуктивність праці знаходиться в межах 100–300 млн грн на 1 тис. осіб.

Продуктивність праці у групі мікропідприємств майже для всіх видів економічної діяльності є незначно нижче, ніж взагалі по малим підприємствам. Лише для трьох галузей продуктивність праці є вищою ніж для малих підприємств. Це галузі дія-

льність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування; освіта; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок. Перевищення продуктивності праці над цим показником для малих підприємств у вказаних галузях складає 1,15, 1,05 і 1,31 разу відповідно.

Як бачимо з проведеного аналізу, продуктивність праці суттєвим чином залежить від сектору економіки: чим більшим є розмір підприємства, тим більшою є продуктивність праці.

Визначимо, за рахунок яких факторів відбувається вплив на описані вище зміни рівня продуктивності праці.

Для цього використаємо розрахунки відхилень продуктивності праці отримані таким чином.

Вплив *i*-ого виду економічної діяльності на рівень продуктивності праці для *j*-го типу підприємств визначається як абсолютне відхилення (Δ_{ij}) продуктивності праці *j*-го типу підприємств від продуктивності праці за даним видом економічної діяльності. Обчислюється за формулою:

$$\Delta_{ij} = d_{ij}\, t_{ij} - d_i T \quad . \tag{3}$$

Абсолютне відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств дорівнює сумі Δ_{ij}

$$\Delta_j = \sum_i \Delta_{ij} = T_j - T \quad .$$

Дане відхилення виникає під впливом окремих факторів.

Абсолютне відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств від загального рівня продуктивності праці за рахунок відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств *i*-ого виду економічної діяльності від середньогалузевої обчислюється за формулою:

$$\Delta_{ij}^t = d_i\big(t_{ij} - T\big). \tag{4}$$

Абсолютне відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств від загального рівня продуктивності праці за рахунок відхилення частки *i*-ого виду економічної діяльності для *j*-го типу підприємств від частки *i*-ого виду економічної діяльності в загальному виробництві обчислюється як:

$$\Delta_{ij}^d = (d_{ij} - d_i)T\,. \tag{5}$$

Поєднання дії двох вище зазначених факторів є також окремим фактором та обчислюється таким чином:

$$\Delta_{ij}^{c} = (d_{ij} - d_i)(t_{ij} - T)\,. \tag{6}$$

При використанні (5) не враховано вплив частки *i*-ого виду економічної діяльності на загальний рівень продуктивності праці. Такий вплив пропонується оцінити величиною Q:

$$Q = \sum_i T\left[d_k - d_k(1 - d_{ij})\right]\,. \tag{7}$$

Тоді вирази для Δ_{ij}^{d} та Δ_{ij}^{c} набувають виду:

$$\Delta_{ij}^{d} = (d_{ij} - d_i)(t_i - T), \tag{8}$$

$$\Delta_{ij}^{c} = (d_{ij} - d_i)(t_{ij} - t_i)\,. \tag{9}$$

Вираз (8) можливо інтерпретувати таким чином. Величина Δ_{ij}^{d} показує, наскільки могла б збільшитись (чи зменшитись) при $t_i > T$ $(t_i < T)$ продуктивність праці певного типу підприємств за рахунок d_{ij}, якщо t_{ij} дорівнювало б t_i.

Просумувавши величини Δ_{ij}^{t}, Δ_{ij}^{d}, Δ_{ij}^{c} за галузями отримаємо величини впливу відповідних факторів у цілому.

Відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств за рахунок галузевої структури:

$$\Delta_j^{t} = \sum_{i,d_{ij}>0} d_i(t_{ij} - T)\,. \tag{10}$$

Відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств за рахунок фактору секторальної структури обчислюється за формулою:

$$\Delta_j^{d} = \sum_{i,d_{ij}>0} (d_{ij} - d_i)(t_i - T)\,. \tag{11}$$

Відхилення продуктивності праці *j*-го типу підприємств за рахунок спільного впливу факторів обчислюється за формулою:

$$\Delta_j^{c} = \sum_{i,d_{ij}>0} (d_{ij} - d_i)(t_{ij} - t_i)\,. \tag{12}$$

Очевидно, що

$$\Delta_j = \Delta_j^t + \Delta_j^d + \Delta_j^c . \quad (13)$$

Для проведення аналізу даних зручно виразити величини $\Delta_j^t, \Delta_j^d, \Delta_j^c$, Δ_j у відсотках до загального рівня продуктивності праці:

$$I_j^t = \frac{\Delta_j^t}{T} \cdot 100\ \%, \quad (14)$$

$$I_j^d = \frac{\Delta_j^d}{T} \cdot 100\ \%, \quad (15)$$

$$I_j^c = \frac{\Delta_j^c}{T} \cdot 100\ \%, \quad (16)$$

$$I_j = \frac{\Delta_j}{T} \cdot 100\ \%. \quad (17)$$

Вплив кожного з виділених для дослідження факторів на рівень продуктивності праці трьох типів підприємств представлено у табл. 2.

Таблиця 2

ВІДХИЛЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ЗА ТИПАМИ ПІДПРИЄМСТВ ВІД ЗАГАЛЬНОГО РІВНЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ

Фактори впливу на відхилення продуктивності праці	Відхилення продуктивності праці, %			
	Типи підприємств за розміром			
	Великі	Середні	Малі	Мікро
Галузева структура Δ_j^t	143	6,00	-35,5	-50,7
Секторальна структура Δ_j^d	-66,8	0,01	-36,5	-56
Спільний вплив факторів Δ_j^c	-135	0,04	-73	-112
Сумарна дія всіх факторів Δ_j	-58,5	6,05	-145	-219

За даними табл. 2 значні позитивні відхилення продуктивності праці великих підприємств пояснюються впливом вибору виду

економічної діяльності, оскільки показник Δ_j^t = 143 %. Вплив даного фактору на відхилення продуктивності праці середніх підприємств незначний і складає Δ_j^t = 6 %. У зворотному напрямку діє фактор вибору виду економічної діяльності на продуктивність праці для малих підприємств. Продуктивність праці знижується на 35,5 %. Найгірше впливає даний фактор на продуктивність праці мікропідприємств, оскільки вона знижується на 50,7 %.

Наступний фактор — Δ_j^d впливає на зміну продуктивності праці за рахунок тієї частки, яку займає даний тип підприємств у кожному виді економічної діяльності. Можна сказати, що для всіх розмірів підприємств цей фактор здійснює негативний вплив на зміну рівня продуктивності праці. Для великих підприємств дія фактору секторальної структури найзгубніша, відхилення продуктивності праці складає –66,8 %. Для малих і мікропідприємств рівень відхилення менший –36,5 % і –56 % відповідно. Лише для середніх підприємств вплив фактору секторальної структури можна вважати нейтральним, оскільки відхилення продуктивності праці складають 0,01%, тобто майже відсутні.

Спільний вплив двох вище досліджених факторів поглиблює дію фактору секторальної структури, оскільки під його впливом зростають негативні відхилення продуктивності. Як і в попередньому випадку, найбільші негативні відхилення відповідають продуктивності праці для великих підприємств і дорівнюють Δ_j^c = –135 %. Для малих і мікропідприємств відповідні відхилення є меншими і складають –73 % і –112 %. Для середніх підприємств відхилення є незначним і позитивним Δ_j^c = 0,04 %, однак трохи більшим ніж для попереднього фактору.

Слід зазначити, що з трьох досліджуваних факторів фактор галузевої структури є найвпливовішим, оскільки під його дією виникає найбільший діапазон змін величини продуктивності праці: від зростання до 143 % до зменшення до 50,7 %.

Сумарна дія всіх факторів приводить до зменшення рівня продуктивності праці майже всіх видів підприємств. Найуразливішими виявились мікропідприємства, там відхилення продуктив-

ності праці є найнижчими, Δ_j = –219 %. Наступне значення негативних відхилень відповідає продуктивності праці для малих підприємств –145 %, потім негативні відхилення продуктивності праці для великих підприємств –58,5 %. Лише середні підприємства не мають негативних відхилень продуктивності праці, однак не можна сказати, що є позитивні відхилення. Слід зазначити, що середні підприємства з усіх розглянутих уидів підприємств демонструють стійкість продуктивності праці до впливу всіх трьох досліджуваних факторів. Відхилення майже незмінні та коливаються в межах 0 — 6 %.

Висновки. Таким чином, на основі даних Державної служби статистики України досліджено продуктивність праці у секторах малого, середнього та великого бізнесу за видами економічної діяльності та проаналізовано вплив галузевої структури і секторальної структури економіки на відхилення продуктивності праці на підприємствах різних розмірів від середньої по Україні.

На основі проведеного аналізу виділено фактор, який здійснює найбільш суттєвий плив за секторами бізнесу. Це фактор галузевої структури. Під його впливом спостерігається найбільший діапазон змін відхилення продуктивності праці: від зростання на 143 %, до зменшення на 50,7 %. Два інші досліджені фактори приводять до негативних відхилень продуктивності праці на великих, малих і мікропідприємствах.

З точки зору відхилень продуктивності праці за секторами малого, середнього та великого бізнесу відмічено, що середні підприємства демонструють досить стабільний рівень продуктивності праці під дією всіх трьох досліджених факторів. Найчутливіше реагує на вплив кожного фактору продуктивність праці великих підприємств. Малі та мікропідприємства під впливом кожного з трьох факторів демонструють значні негативні відхилення від середнього рівня.

Література

1. Лобанова В. А., Трофимова Н. В. Динамика производительности труда: расчет и особенности в регионах. *Кибер-Ленинка*: веб-сайт. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-proizvoditelnosti-truda-raschet-i-osobennosti-v-regionah (дата звернення 20.02.2019).

2. Масыч М. А., Каплюк Е. В., Краснянский А. С., Тихонина А. В. Производительность труда в отраслях промышленности: экономико-статистический анализ. *Фундаментальные исследования.* 2015. № 12 (часть 3) — С. 605–608. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39590 (дата звернення 12.02.2019).

3. Михеева Н. Н. Региональные аспекты исследования динамики производительности труда. *Регион: экономика и социология*. 2014. № 1(81). С. 6–28. URL: http://www.sibran.ru/upload/iblock/d5f/d5f586d4d40355bea3cd06ddd95a197a.pdf (дата звернення 12.02.2019).

4. Чернопятов А. М. Анализ производительности труда в РФ : монография / А.М. Чернопятов. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. — 223 с.

5. Заюков І. В. Продуктивність праці в контексті забезпечення інноваційного розвитку економіки України. *Економіка: реалії часу*. 2015. №2(18). URL: https://economics.opu.ua/files/archive/2015/No2/236-242.pdf (дата звернення 24.02.2019).

6. Гончаров Ю. В. Тенденції і проблеми аналізу продуктивності праці в цілому по економіці та за деякими видами промислової діяльності. *Ефективна економіка*. 2014. № 3. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2814 (дата звернення 24.02.2019).

7. Лісогор Л. С. Продуктивність праці в Україні: проблеми та перспективи підвищення. *ІДСД. Проблеми ринку праці*. С. 131–138. URL:https://dse.org.ua/arhcive/14/14.pdf (дата звернення 29.02.2019).

8. Седова С. В. Анализ производительности труда в промышленности регионов РФ. *Экономика и математические методы*. 2003. № 4. С. 25–39.

9. Діяльність суб'єктів господарювання 2017 р. Державна служба статистики України, 2018. *Офіційний сайт Державної Служби Статистики України*: веб-сайт. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zd_2018.pdf (дата звернення 02.02.2019).

10. Діяльність суб'єктів великого, середнього, малого та мікропідприємництва. Державна служба статистики України, 2018. *Офіційний сайт Державної Служби Статистики України*: веб-сайт. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_dsp_2017.pdf дата звернення 02.02.2019).

References

1. Lobanova V. A., Trofimova N. V. Dinamika proizvoditelnosti truda: raschet i osobennosti v regionah. *Kiber-Leninka*: veb-sayt. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-proizvoditelnosti-truda-raschet-i-osobennosti-v-regionah (data zvernennya 20.02.2019).

2. Masyich M. A., Kaplyuk E. V., Krasnyanskiy A. S., Tihonina A. V. Proizvoditelnost truda v otraslyah promyishlennosti: ekonomiko-

statisticheskiy analiz. *Fundamentalnyie issledovaniya (Basic research)* 2015. № 12 (часть 3) — С. 605–608. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/ view?id=39590 (data zvernennya 12.02.2019).

3. Miheeva N. N. Regionalnyie aspektyi issledovaniya dinamiki proizvoditelnosti truda. *Region: ekonomika i sotsiologiya. (Region: economics and sociology)* 2014. № 1(81). С. 6–28. URL: http://www.sibran.ru/upload/iblock/d5f/d5f586d4d40355bea3cd06ddd95a197a.pdf (data zvernennya 12.02.2019).

4. Chernopyatov A. M. Analiz proizvoditelnosti truda v RF : monografiya / A.M. Chernopyatov. — Moskva ; Berlin : Direkt-Media, 2019. — 223 s.

5. Zaiukov I. V. Produktyvnist pratsi v konteksti zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku ekonomiky Ukrainy. *Ekonomika: realii chasu (Economy: the realities of time)*. 2015. № 2(18). URL: https://economics.opu.ua/files/archive/2015/No2/236-242.pdf (data zvernennya 24.02.2019).

6. Honcharov Yu. V. Tendentsii i problemy analizu produktyvnosti pratsi v tsilomu po ekonomitsi ta za deiakymy vydamy promyslovoi diialnosti. *Efektyvna ekonomika (An efficient economy)*. 2014. № 3. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2814 (data zvernennya 24.02.2019).

7. Lisohor L. S. Produktyvnist pratsi v Ukraini: problemy ta perspektyvy pidvyshchennia. *IDSD. Problemy rynku pratsi (Labor market problems)*. С. 131–138. URL:https://dse.org.ua/arhcive/14/14.pdf (data zvernennya 29.02.2019).

8. Sedova S. V. Analiz proizvoditelnosti truda v promvishlennosti regionov RF. *Ekonomika i matematicheskie metodyi (Economics and mathematical methods)*. 2003. №4. С. 25–39.

9. Diialnist subiektiv hospodariuvannia 2017 r. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2018. *Ofitsiinyi sait Derzhavnoi Sluzhby Statystyky Ukrainy*: veb-sait. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zd_2018.pdf (data zvernennya 02.02.2019).

10. Diialnist subiektiv velykoho, serednoho, maloho ta mikropidpryiemnytstva. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2018. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi Sluzhby Statystyky Ukrainy: veb-sait. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_dsp_2017.pdf data zvernennya 02.02.2019).

УДК 65.012.8 DOI: 10.33111/mise.98.18

Урденко О. Г., аспірант,
кафедри Інформаційного менеджменту
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Urdenko O. G., Postgraduate
Student of the Information Management Departament,
Kyiv National Economic University named after Vadim Hetman

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ РИЗИКІВ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ВИДОВИЩНИХ ЗАХОДІВ

SYSTEMATIC ANALYSIS OF RISKS IN MANAGEMENT INFORMATION SECURITY ENTERTAINMENT EVENTS

Анотація. *Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку світового інформаційного простору свідчить, що рівень інформаційної безпеки за окремими показниками, наближається до критично низької межі. Володіння персональною інформацією покладає на суб'єкти видовищних заходів, які мають на неї права, високий ступінь відповідальності за її збереження і захист від можливого зовнішнього впливу різного роду факторів і подій, що носять як навмисний, так і випадковий характер.*
Актуальність публікації та її практична значимість обумовлена критичною необхідністю створення та впровадження на українських підприємствах видовищних заходів власної системи управління інформаційною безпекою (ІБ), заснованої на міжнародному досвіді та стандартах.
У статті проведено системний аналіз ризиків управління ІБ підприємства видовищних заходів «KARABAS», дослідження та отримання необхідних аналітичних даних для менеджерів, які надають можливість прийняття управлінського рішення щодо мінімізації ризиків ІБ, дозволить складати оптимальний бюджет та мінімізувати матеріальні втрати підприємства видовищних заходів від реалізації загроз.
Автором запропоновано модель нечіткого висновку розроблюваної системи, яка базується на чотирьох вхідних параметрах (векторах даних): Resource cost, Probability of realization, Incidence, Destructiveness coefficient. Для побудови функції приналежності використовується симетрична гаусівська функція.
Згідно заданим лінгвістичним змінним побудовано базу знань аналізу та оцінювання ризиків інформаційної безпеки. Дієздатність цієї бази знань перевірено за допомогою використання контрольного прикладу, який успішно реалізовано за допомогою програмного додатку MatLab Fuzzy Logic Toolbox.
Представлено ілюстративні матеріали візуалізації процедури нечіткого логічного висновку системного аналізу ризиків.
Ключові слова: *функція приналежності, база знань, суб'єкти видовищних заходів, критичні події, джерело загрози, системний аналіз, ризик.*

Abstract. *An analysis of the current state and tendencies of the development of the world information space shows that the level of information security by some indicators is approaching a critically low limit. The possession of personal information imposes on the subjects of the entertaining activities, which have the right to it, a high degree of responsibility for its preservation and protection from the possible external influence of various factors and events of both deliberate and accidental nature.*

The urgency of the publication and its practical relevance is due to the critical need to create and implement in Ukraine enterprises spectacular measures of their own information security (IS) management system, based on international experience and standards.
The article provides a systematic analysis of the risk management of the enterprise KARABAS spectacular events, research and obtaining the necessary analytical data for managers that make the decision to minimize the risks of IB, will allow to make an optimal budget and minimize the material losses of the enterprise spectacular measures from the realization of threats.
The author proposes a model of fuzzy conclusion of the developed system, which is based on four input parameters (data vectors): Resource cost, Probability of realization, Incidence, Destructiveness coefficient. A symmetric Gaussian function is used to construct the membership function.
According to the given linguistic variables, the knowledge base for analysis and assessment of information security risks was built. The validity of this knowledge base was tested using a test case that was successfully implemented with the MatLab Fuzzy Logic Toolbox software application.
Illustrations of visualization of the procedure of fuzzy logical conclusion of systematic risk analysis are presented.
Keywords: *affiliation function, knowledge base, subjects of entertaining events, critical events, threat source, system analysis, risk.*

Вступ. Питанням аналізу ризиків інформаційної безпеки (ІБ) присвячена велика кількість наукових праць, більшість з яких або рясніють наявністю математичних формул і моделей, або не містять взагалі ніяких математичних обчислень, або в них існує перевага у бік будь-якої з двох вище наведених груп підходів. Проаналізуємо змістовні аспекти кожної групи підходів [3].

Підходи першої групи, як правило, використовують різні розділи вищої математики: теорію множин, теорію ймовірностей, дискретну математику і т.д. В якості ядра підходів вибирають принципи, засновані на теорії шансів або корисності (надійності), або нечітких множин, а також безперервний або дискретний розподіл тощо. Роботи, що відносяться до першої групи підходів, часто не враховують реальні вимоги організацій, які займаються аналізом ризиків; вимагають від експертів в області ІБ достатньо високої математичної підготовки, що часто негативно позначається на практиці застосування даних підходів.

Друга група підходів більшою мірою розвинена зарубіжними авторами. Статті авторів з США, Англії носять насамперед рекомендаційний характер для модернізації, перегляду деяких речей уже працюючих на основі стандартів ІБ: ISO, BS, що не вимагають глибокого знання вищої математики.

Третя група підходів у багатьох випадках поєднує в собі експертні оцінки та оцінки ризиків, що базуються на визначенні їх ймовірності за наявними статистичними даними. Подібні підходи можна успішно застосовувати в практичній діяльності (не дивля-

чись на ряд мінусів), так як використання бази статистики дозволяє звести до мінімуму суб'єктивну точку зору експерта на вирішувану задачу і проводити роботу з оцінки ризиків ІБ фахівцям без великого досвіду, кваліфікації [1, 2].

У деяких роботах здійснено підходи, що використовують теорії графів, нечіткої логіки. Це дозволяє наочніше уявити причинно-наслідкові зв'язки між об'єктами, потоками інформаційної системи, що, в свою чергу, сприяє найточнішому аналізу системи на етапі її проектування, полегшує роботу експертів з визначення оцінок ризиків ІБ. Крім того, аналіз ризиків здійснюють більше формалізовано, з простішою програмною реалізацією [6-9].

Для підходів другої групи природно використовувати прописи стандартів ІБ, нормативних документів, рекомендацій. Хоча їм не варто сліпо довіряти, але таке рішення задач ІБ економить час роботи фахівців із захисту інформації.

Відзначимо, що очевидні плюси застосування стандартів безпеки не відображені в більшості проаналізованих підходів. Як буде показано нижче, лише невелика кількість з них ґрунтується, або хоча б використовує, деякі рекомендації стандартів ІБ.

Багато організацій досі дотримуються старих способів точкового управління вразливостями, замість управління ризиками. Такий вибір ускладнює можливу сертифікацію організації, вимагає від фахівців з безпеки освоєння, підвищення досвіду в нових для них системах аналізу ризиків.

Звідси використовувати зазначені вище способи краще не повністю, а обирати деякі рекомендації, які не порушують роботу з аналізу ризиків, але можуть підвищити точність підсумкових результатів, скоротити час роботи експертів.

Процес аналізу ризиків є складовою частиною загальної системи управління організацією, тому для якіснішої роботи з ризиками інформаційних систем вибирають загальну процесну модель. Модель відображає роботу стандартного циклу управління Демінга, визначає: Планування — Виконання — Перевірку — Коригування. У стандартах ISO і BS присутня проекція даного процесу на роботу з аналізу та управління ризиками інформаційної безпеки.

У більшості розглянутих підходів здійснюють роботу найчастіше тільки по пункту оцінки ризиків, тобто безпосередньо по розділу «Виконання». Таким чином, підрахунок ризиків і виконана на його основі закупівля нових засобів і розробка підходів щодо підвищення безпеки, не набагато відрізняється за якістю від застосовуваного в аварійних ситуаціях так званого «заплаточного» методу. Тільки повністю здійснений цикл управління, подальше йо-

го циклічне повторення з коригуванням, переглядом ризиків, дозволяє забезпечити ІБ за допомогою системного аналізу ризиків.

Не можна не помітити відсутність у ряду обговорюваних підходів економічної складової аналізу. У результаті одержують, що управління ризиками — це лише закупівля засобів захисту, без урахування можливостей підприємств видовищних заходів.

Викладення основного матеріалу. Для запропонованої предметної області на підприємствах видовищних заходів можуть виникнути такі задачі і ситуації, які потребують прийняття управлінських рішень (табл. 1).

Таблиця 1

СИТУАЦІЇ, ЩО ПОТРЕБУЮТЬ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Назва ситуації (задачі ПР)	Тип ситуації	Вид ситуації	Тип проблеми організаційного управління	Характерні особливості	Категорія творців рішень
Вживання заходів щодо зменшення ризику ІБ	відкрита	умова неповної інформації	слабко структурована	невизначеність наслідків прийняття рішення, нечіткі цілі, жорсткі часові обмеження	Керівник підприємства або керівник підрозділу ІБ
Вживання заходів щодо усунення ризику ІБ	відкрита	умова неповної інформації	слабко структурована	невизначеність наслідків прийняття рішення, нечіткі цілі, жорсткі часові обмеження	Керівник підприємства або керівник підрозділу ІБ
Ігнорування ризику	відкрита	умова неповної інформації	слабко структурована	невизначеність наслідків прийняття рішення, нечіткі цілі, жорсткі часові обмеження	Керівник підприємства або керівник підрозділу ІБ

Джерело: авторська розробка

Для задачі управління безпекою існує особа, що приймає рішення (ОПР) — керівник підприємства або керівник підрозділу інформаційної безпеки.

Невизначеність у прийнятті рішень є обумовленою за рахунок використання елементів нечіткої логіки під час оцінювання критеріїв та їх ваги [7]. Значення критеріїв можуть бути якісними (вжити заходи щодо зменшення ризику, прийняти ризик), так і кількісними — значення лінгвістичних змінних (вірогідність успішної реалізації загрози, вартість інформаційного ресурсу, частота виникнення небажаної загрози, коефіцієнт руйнівності). Кожна лінгвістична змінна має певну вагу, що задається ОПР і використовується під час процедури прийняття рішень. Значення ваги лінгвістичних змінних

обмежено інтервалом [0, 1]. Обмеження функцій приналежності визначено у інтервалі значень [0, 100].

Оцінювання ступеня досягнення поставлених цілей для задачі аналізу та оцінювання ризиків інформаційної безпеки інтелектуальної інформаційної системи полягає у дефазифікації, за допомогою використання алгоритму Mamdani, вхідного вектору даних. В якості такого показника використовується три критерії: купувати, продавати квитки або зачекати кращого часу. Обмеження для значень критеріїв рішень (усунути, зменшити чи прийняти ризик), визначені у інтервалі [0, 100].

Цілями процедури прийняття рішень для кожного з суб'єктів ОПР є знаходження відповідного значення з дефазифікації, де кожне значення інтервалу [0, 100] відповідає конкретному рішенню (усунути, зменшити чи прийняти ризик).

Для вирішення задачі системного аналізу і оцінювання ризиків інформаційної безпеки пропонується використовувати нечітку логіку.

Об'єктами, під час управління якими здійснюється розв'язання поставленої задачі є вартість ресурсу ІІС для якого оцінюється ризик, вірогідність успішної реалізації загроз для цього ресурсу, частота виникнення небажаних подій та коефіцієнт руйнівності.

До вихідної інформації відносяться рішення покупки квитків, продажу квитків або зачекати біль кращого часу. Вихідні рішення отримуються з моделі нечіткого висновку з алгоритмом Mamdani і відповідною базою правил.

Перелік вихідних повідомлень представлено у табл. 2.

Таблиця 2

ПЕРЕЛІК ВИХІДНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

Назва вихідного повідомлення	Ідентифікатор	Форма подання	Періодичність видання	Термін видання і допустимий час затримки	Користувач інформації
Рішення по ризику	decision	Повідомлення	За потреби	До кінця робочого дня	Фахівець з ІБ

Джерело: авторська розробка

Вихідна інформація призначена для спеціаліста департамента інформаційної безпеки, який аналізує її, приводить до зрозумілого для керівництва підприємства виду та подає на розгляд з власними рекомендаціями та вказівками. Рішення ризикам розраховується у моделі нечіткого висновку за алгоритмом Mamdani і відповідною базою правил.

Вхідна інформація складається з даних, які використовуються для розрахунків у моделі нечіткого висновку. Ці вхідні дані, там де це можливо отримуються із статистичних даних, що наявні у даній сфері, а там де ні — за рахунок експертних висновків. Перелік вхідних повідомлень представлено у табл. 3.

Вхідний вектор «Вартість ресурсу ІС» (Resource cost) — має діапазон значень [0,100], вартість визначається експертним підходом, при розрахунку враховується вартість розробки, утримання та обслуговування.

Таблиця 3

ПЕРЕЛІК ВХІДНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

Назва вхідного повідомлення	Ідентифікатор	Форма подання	Термін і частота надходження
Resource cost	Cost	Набір даних	У разі необхідності оцінювання ризиків
Probability of realization	Probability	Набір даних	
Incidence	Incidence	Набір даних	
Destructiveness coefficient	Coefficient	Набір даних	

Джерело: авторська розробка

Вхідний вектор «Вірогідність успішної реалізації загрози» (Probability of realization) — має діапазон значень [0,100], визначається залежно від ситуації експертним чи статистичним методами.

Вхідний вектор «Частота виникнення небажаних подій» (Incidence) — має діапазон значень [0,100], визначається експертним методом.

Вхідний вектор «Коефіцієнт руйнівності» (Destructiveness coefficient) — має діапазон значень [0,100], визначається залежно від критичності ресурсу ІС відносно роботи ІС у цілому.

Для оцінювання ризиків інформаційної безпеки підприємства за допомогою засобів нечіткої логіки необхідно залучати експертів різноманітних сфер:

- розробників відповідних ІІС;
- обслуговуючий персонал;
- спеціалістів з ІБ.

Модель нечіткого висновку розроблюваної системи базується на чотирьох вхідних параметрах (векторах даних):

- Resource cost;
- Probability of realization;
- Incidence;

– Destructiveness coefficient.

Для побудови функції приналежності використовується симетрична гаусівська функція

$$\mu(x) = e^{\frac{(x-b)^2}{2a^2}},$$

де a^2 — дисперсія розподілу;

b — математичне сподівання.

В інструментарії Fuzzy Logic Toolbox середовища MatLab дана функція має ім'я gaussmf і задається двома параметрами у вигляді: [a, b].

Лінгвістична змінна Resource cost (Вартість ресурсу ІС) — чим вища вартість ресурсу ІС, тим критичніший він для підприємства і тим більший збиток отримає підприємство в разі реалізації загроз, що стосуються нього. Діапазон значень даного параметра — [0 100]. Вигляд даної лінгвістичної змінної показано на рис. 1.

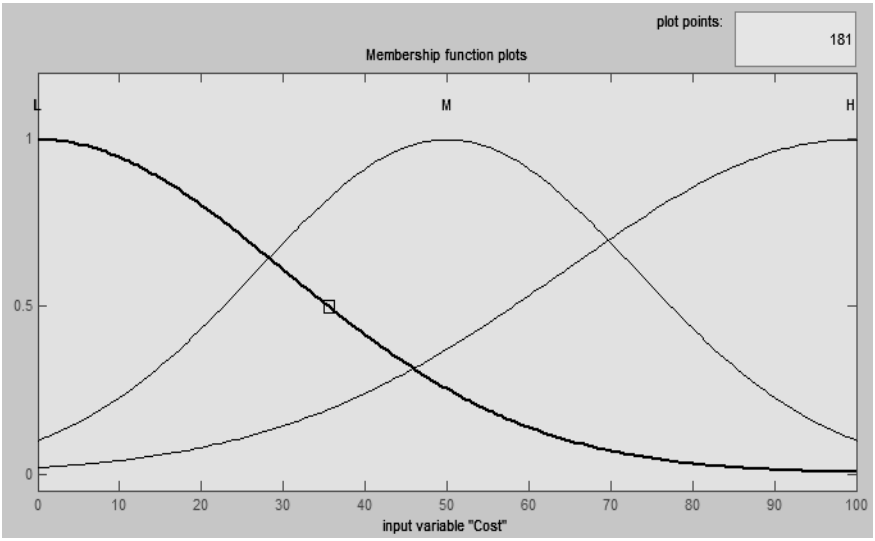


Рис.1. Функції лінгвістичної змінної Resource cost

Джерело: власний розрахунок

Для даної змінної введено 3 лінгвістичних терма:

Low — функція даного терма побудована за параметрами [30 0]. Даний терм означає низьку ціну ресурсу ІС;

Medium — функція даного терма побудована за параметрами [23 50]. Даний терм означає середню ціну ресурсу ІС;

High — функція даного терма побудована за параметрами [35 100]. Даний терм означає високу ціну ресурсу ІС;

Лінгвістична змінна Probability of realization (Вірогідність успішної реалізації загрози) — описує частоту виникнення певної небажаної події (за якийсь фіксований період). Діапазон значень даного параметра — [0 100]. Вигляд даної лінгвістичної змінної показано на рис. 2.

Для даної змінної введено 3 лінгвістичних терма:

Low — функція даного терма побудована за параметрами [25.5 0]. Даний терм означає низьку вірогідність успішної реалізації загрози;

Medium — функція даного терма побудована за параметрами [25 50]. Даний терм означає середню вірогідність успішної реалізації загрози;

High — функція даного терма побудована за параметрами [32 100]. Даний терм означає високу вірогідність успішної реалізації загрози;

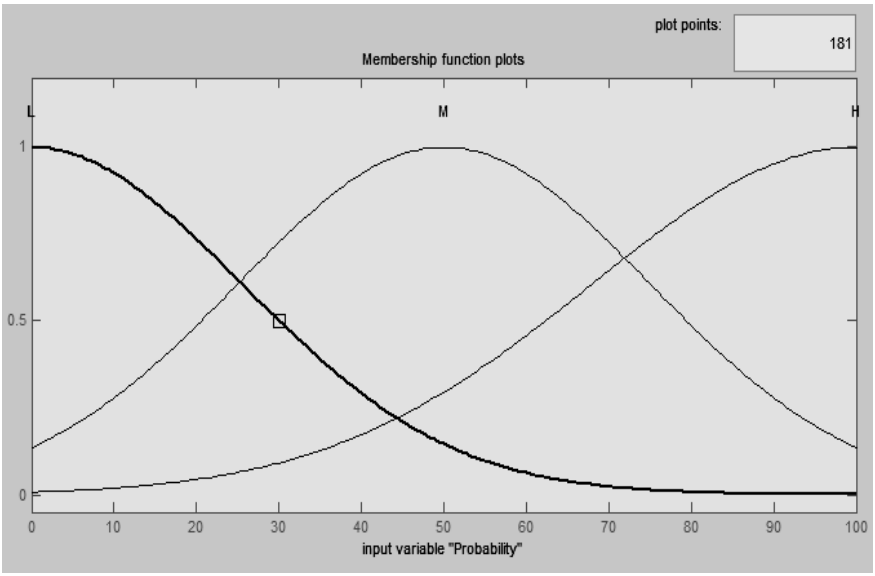


Рис. 2. Функції лінгвістичної змінної Probability of realization

Джерело: власний розрахунок

Лінгвістична змінна Incidence (Частота виникнення небажаних подій) — описує вірогідність успішної реалізації загрози. До таких подій відносяться, наприклад дії користувачів, що призводять до виникнення чи реалізації загроз. Діапазон значень даного параметра — [0 100]. Вигляд даної лінгвістичної змінної показано на рис. 3.

Для даної змінної введено 3 лінгвістичних терма:

Low — функція даного терма побудована за параметрами [35 0]. Даний терм означає низьку частоту виникнення небажаної події;

Medium — функція даного терма побудована за параметрами [18 50]. Даний терм означає середню частоту виникнення небажаної події;

High — функція даного терма побудована за параметрами [36 100]. Даний терм означає високу частоту виникнення небажаної події;

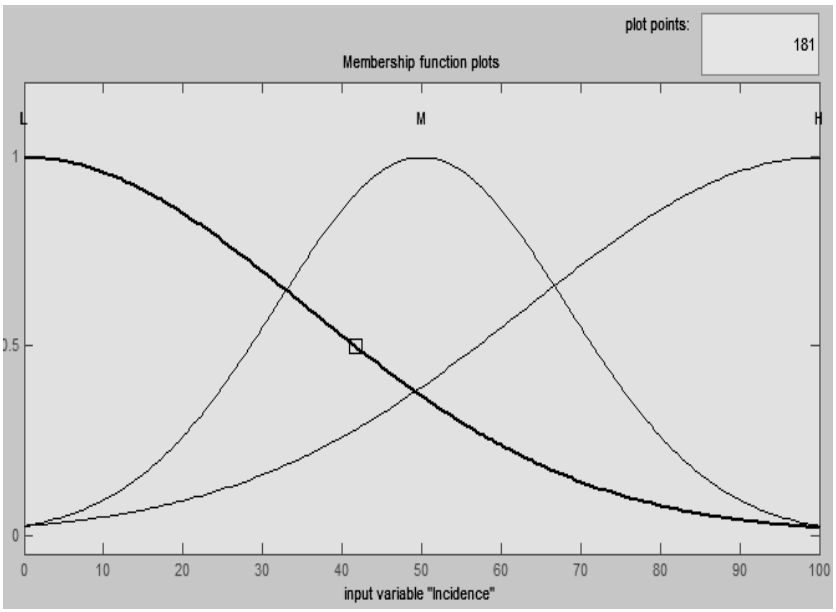


Рис. 3. Функції лінгвістичної змінної Incidence

Джерело: власний розрахунок

Лінгвістична змінна Destructiveness coefficient (Коефіцієнт руйнівності) — описує ступінь руйнівності впливу на ресурс. Визначається експертом на основі аналізу конкретної загрози пев-

ному ресурсу. Діапазон значень даного параметра — [0 100]. Вигляд даної лінгвістичної змінної показано на рис. 4.

Для даної змінної введено 3 лінгвістичних терма:

Low — функція даного терма побудована за параметрами [35 0]. Даний терм означає низьке значення руйнівності впливу на ресурс;

Medium — функція даного терма побудована за параметрами [18 50]. Даний терм означає середнє значення руйнівності впливу на ресурс;

High — функція даного терма побудована за параметрами [36 100]. Даний терм означає високе значення руйнівності впливу на ресурс.

База знань моделі нечіткого висновку розробляється за алгоритмом Мамдані. Даний алгоритм описує кілька послідовних етапів:

- формування бази правил;
- фазифікація;
- агрегування підумов;
- активізація підзаключень;
- акумулювання заключень;
- дефазифікація.

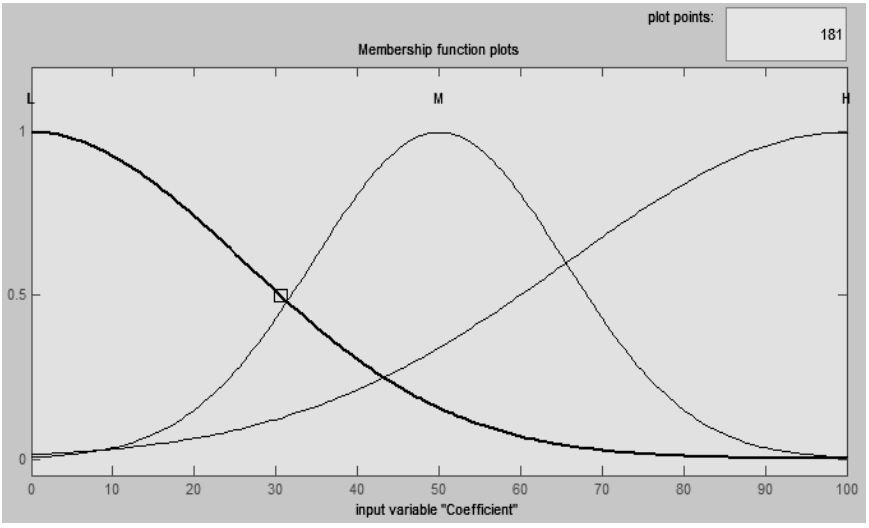


Рис. 4. Функції лінгвістичної змінної Destructiveness coefficient

Джерело: власний розрахунок

При цьому кожний наступний етап отримує на вхід значення отримані на попередньому кроці.

Алгоритм примітний тим, що він працює за принципом «чорної скриньки». На вхід надходять кількісні значення, на виході вони ж. На проміжних етапах використовується апарат нечіткої логіки і теорія нечітких множин.

Згідно заданим лінгвістичним змінним побудуємо базу знань аналізу та оцінювання ризиків інформаційної безпеки:

- Правило 1: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — низьке» ТО «Рішення — прийняти ризик».
- Правило 2: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — прийняти ризик».
- Правило 3: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — низьке» ТО «Рішення — прийняти ризик».
- Правило 4: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — середня» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 5: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 6: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — низьке» ТО «Рішення — прийняти ризик».
- Правило 7: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 8: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 9: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 10: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 11: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — знизити ризик».

- Правило 12: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — середня» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 13: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 14: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 15: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 16: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 17: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 18: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — низьке» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 19: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 20: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — середня» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 21: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — висока» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — середнє» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 22: ЯКЩО «*Ціна* — низька» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — знизити ризик».
- Правило 23: ЯКЩО «*Ціна* — середня» І «*Імовірність* — середня» І «*Частота подій* — висока» І «*Значення коефіцієнта* — високе» ТО «Рішення — усунути ризик».
- Правило 24: ЯКЩО «*Ціна* — висока» І «*Імовірність* — низька» І «*Частота подій* — низька» І «*Значення коефіцієнта* — низьке» ТО «Рішення — знизити ризик».

Ілюстративні матеріали візуалізації процедури нечіткого логічного висновку системного аналізу ризиків представлено на рис. 5–8.

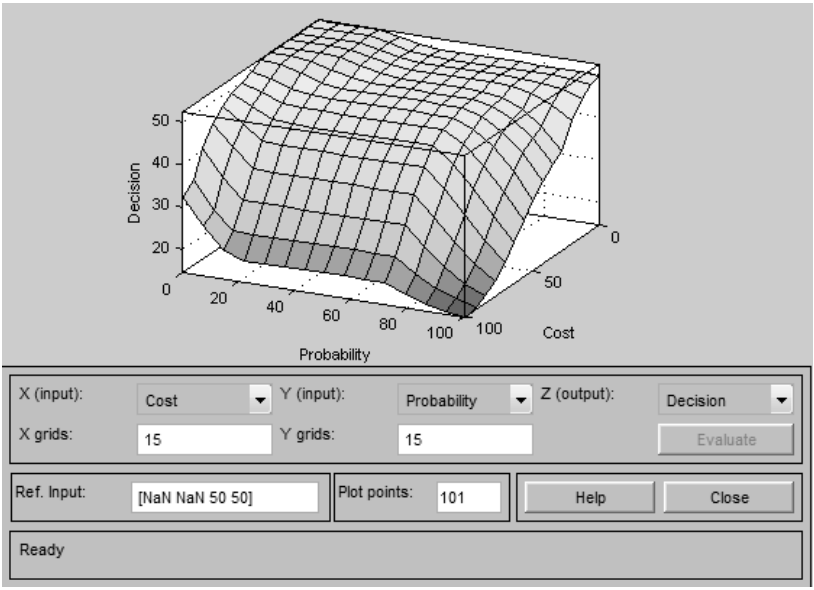


Рис. 5.

Джерело: власний розрахунок

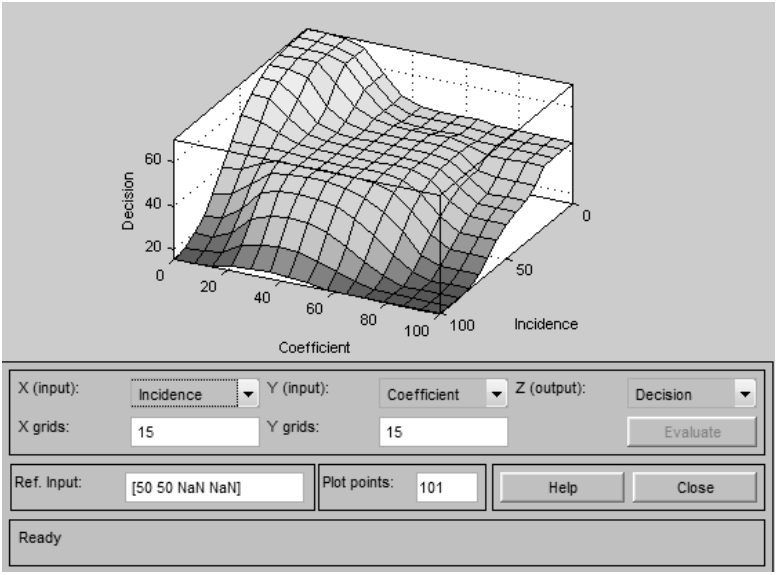


Рис. 6.

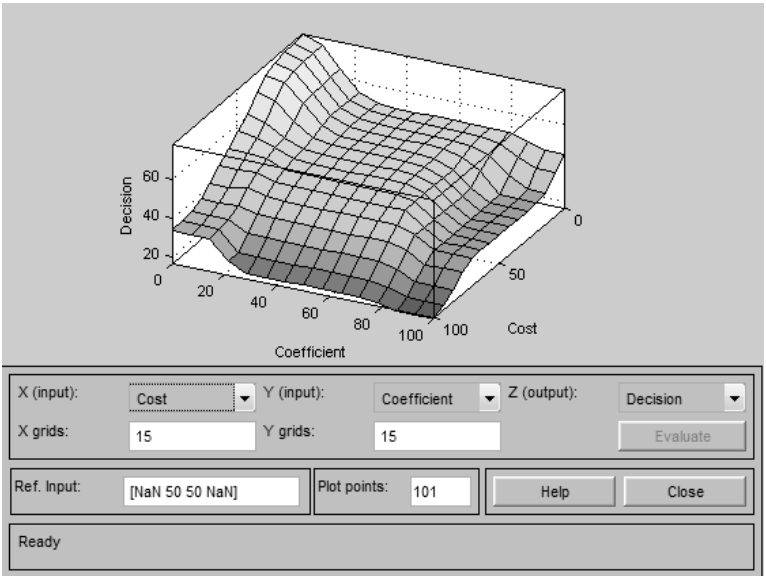


Рис. 7.

Джерело: власний розрахунок

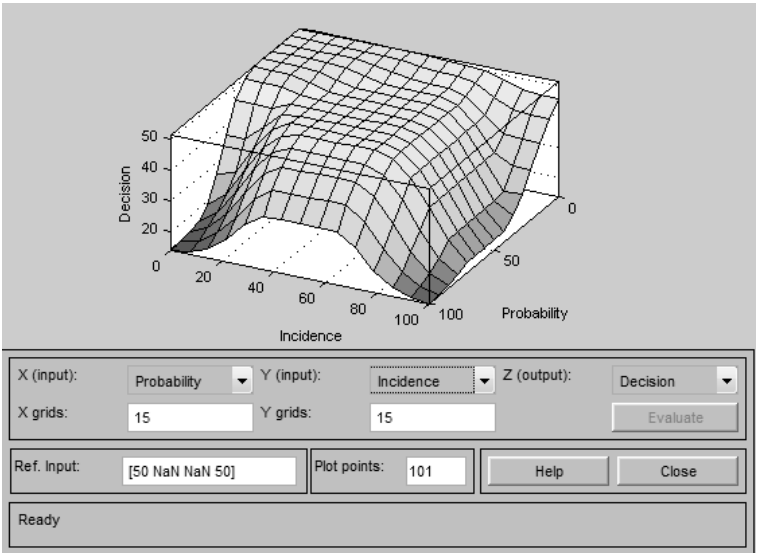


Рис. 8.

Джерело: власний розрахунок

Перевірка функціонування розробленої методики з аналізу та оцінювання ризиків управління інформаційною безпекою інтелектуальної інформаційної системи була здійснена в реальних умовах функціонуючого підприємства видовищних заходів «KARABAS».

Висновки

Одержані результати можуть бути використані для мінімізації ризиків, складання оптимального бюджету інформаційної безпеки та мінімізації матеріальних втрат підприємства від реалізації загроз інформаційної безпеки. Розроблена методика є ефективною системою завдяки алгоритму нечіткої логіки. Було спроектовано та розроблено базу знань, що може використовуватись для оцінювання ризиків інформаційної безпеки. Дієздатність цієї бази знань перевірено за допомогою використання контрольного прикладу, який успішно реалізовано за допомогою програмного додатку MatLab Fuzzy Logic Toolbox.

Отримана в результаті розробки система аналізу та оцінювання ризиків може бути використана як складова інтелектуальної системи прийняття рішень з управління інформаційною безпекою видовищних заходів.

Література

1. Бєгун А. В., Ігнатова Ю. В., Урденко О. Г. Оцінка економічної ефективності захисту неоднорідних даних підприємств малого та середнього бізнесу. Фінансово-кредитне забезпечення інноваційної діяльності малого та середнього бізнесу / за заг. ред. М.І. Диби. — К.: ВД «Освіта України» , 2019. — п.4.3. — С. 333–358.
2. Бєгун А. В., Осипова О. І., Урденко О. Г. Ситуаційний логменеджмент інформаційної безпеки підприємства // Моделювання та інформаційні системи в економіці. Міжвідомчий наук. збірник. Вип. № 95. — К:. КНЕУ, 2018. — С. 18–29.
3. П. В. Плетнёв, В. М. Белов. Сравнительный анализ существующих методов определения рисков ИБ // Ползуновский вестник, № 3/1’2011. — Барнаул, 2011. — с. 221–223.
4. Козенков Д.Е., Никитин П.А. Основные методы оценки рисков в современном риск-менеджменте // БізнесІнформ, № 10’2012. — Харків, 2012 — с. 248–253.
5. Нечітка логіка [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11.htm. — Назва з екрану.
6. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. — 1965. — № 8. — P. 338–353.

7. А. В. Матвійчук. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка / КНЕУ, 2010. — 361 с.
8. Структура Fuzzy Logic Toolbox [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php
9. Address Allocation for Private Internets [Electronic Resource]. — Mode of access: URL: http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918.txt. Title from the screen.

References

1. Begun A.V., Ignatova Yu.V., Urdenko O. G. Assessment of economic efficiency of protection of heterogeneous data of small and medium-sized enterprises. Financial-credit support of innovative activity of small and medium-sized business / by head. ed. E. Deeby. — K .: VD “Education of Ukraine”, 2019. — p.4.3. — P. 333–358.
2. Begun A. V., Osipova O. I., Urdenko O. G. Situational log-management of information security of enterprise // Modeling and information systems in economy. Interdepartmental Sciences. collection. No. № 95. — To :. KNEU, 2018 — P. 18–29.
3. P. V. Pletnev, V. M. Belov. Comparative analysis of existing methods of risk assessment of IB // Polzunovskii vestnik, № 3 / 1’2011. — Barnaul, 2011. — p. 221–223
4. Kozenkov D. E., Nikitin P. A. Basic methods of risk assessment in modern risk management // BusinessInform, # 10’2012. — Kharkiv, 2012 — p.248–253
5. Fuzzy logic [Electronic resource]. — Access mode: URL: http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11.htm. — The name from the screen.
6. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. 1965. № 8. P. 338–353.
7. A. V. Matviychuk. Artificial Intelligence in Economics: Neural Networks, Fuzzy Logic / KNEU, 2010. — 361 p.
8. Structure of the Fuzzy Logic Toolbox. — Access mode: URL: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php
9. Address Allocation for Private Internets [Electronic Resource]. — Mode of access: URL: http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918.txt. Title from the screen.

Статтю подано до редакції 01.10.2019 р.

УДК 004.9:33:62 DOI: 10.33111/mise.98.19

Устенко С. В., д.е.н,
професор кафедри інформаційних систем в економіці
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
Валько Т. В.,
магістр спеціалізації «Інформаційні управляючі системи та технології»
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Ustenko S. V., Doctor of Economics,
Professor of the Economics Information Systems Department,
Valko T. V., Master Student of the
«Information management systems and technology» speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ З МЕДІА-ПІДТРИМКИ ЗАХОДІВ МІСТА

ANALYSIS OF THE USE OF INFORMATION RESOURCE WITH MEDIA SUPPORT OF CITY ACTIVITIES

***Анотація**. Стаття присвячена проблемам автоматизації процесу інформування суспільства культурно-масовими заходами міста у вигляді створення автоматизованої системи «Kyiv-events» з використанням сучасних інформаційних технологій, які використивуть вебсервіси з метою побудови інформаційної автоматизованої системи.*
В містах України та особливо в місті Києві проводиться безліч масових фестивалів, художніх дійств, конкурсів, музичних та пісенних заходів. Також проводяться численні майстер-класи, тренінги, благодійні заходи для збору коштів на певну потребу — покупку дорогого устаткування, лікування, допомогу нужденним. Завдяки цьому з'являється потреба у веб-сервісах, які зможуть своєчасно надавати корисну інформацію про культурні заходи користувачам на будь-який смак. Тим самим потрібно робити аналіз вибору заходів для покращення формування списку заходів та їхнє ціноутворення. На сторінках даного веб-сервісу буде зібрана інформація про організаторів різних громадських подій, умови їх участі, час початку і їх тривалості, дату і місце проведення, і безліч інших корисних даних. Ці дані може використовувати як користувач, так і адміністратор. Створення веб-сервісу пошуку культурних заходів у "Kiev-Events" дасть змогу користувачам швидко та без зайвих зусиль знайти цікавий їм захід. У роботі розроблено інформаційну модель системи "Kiev-Events", розроблені необхідні інформаційні масиви, база даних, визначено математичні формули та методи розв'язання задач обліку заходів і цінових результатів у прийнятті рішень щодо вибору відповідного заходу та надано алгоритм розв'язання задач. Для вибору відповідного заходу використовується метод ідеальної точки або так званий метод цільового програмування.
***Ключові слова**: інформаційний ресурс, масиви даних, веб-сервіс, заходи, інформаційна модель.*

***Abstract**. The article deals with the problems of automation of the process of informing society cultural and mass measures of the city in the form of "Kyiv-Events" Automated system with the use of modern information technologies, which will use web services to build an automated information system.*

In the cities of Ukraine and especially in the city of Kyiv there are many mass festivals, performances, fiction, contests, music and song events. Also held numerous master classes, trainings, charity events to raise funds for a particular need-the purchase of expensive equipment, treatment, help needy. This will make it necessary for Web services to provide timely and useful information about the cultural activities of the users for every taste. Thus, it is necessary to analyse the choice of measures to improve the list of events and their pricing. The pages of this Web service will be collected information about the organizers of various social events, the conditions of their participation, the start time and their duration, date and place of conduct, and many other useful data. This data can be used by both the user and the administrator. Creation of Web service of search of cultural events in "Kiev-Events" will allow users to quickly and easily find an interesting event for them. The information model of the system "Kiev-Events", developed the necessary information arrays, database, defined mathematical formulas and methods of solving the tasks of accounting measures and price results in decision making on choosing of the relevant event and given the algorithm of problem solving. A perfect point method or a so-called target programming method is used to select an appropriate event.
***Keywords**: information resource, data sets, web service, events, information model.*

Вступ. Різні громадські події сьогодні проходять під пильною увагою жителів міста, адже люди сьогодні хочуть брати участь в історії і творити її самостійно. Багато людей, які хочуть відпочивати активно, в колі однодумців, а не вдома, сидячи на дивані перед телевізором або комп'ютером. Кому знадобиться інформація, представлена на даному веб-сервісі: туристам, які мають кілька вільних годин або днів, які хочуть відвідати захоплюючі фестивалі або потрапити на якийсь концерт; жителям міста, які не знають, чим зайнятися, і бажаючим побувати в тих місцях міста, про які навіть не знали [1]. На сторінках даного веб-сервісу зібрана інформація про організаторів і умови участі, час початку і їх тривалості, дату і місце проведення, і безліч інших корисних даних. Ці дані може використовувати як користувач, так і адміністратор. Фахівцям це потрібно для аналізу використання користувачем дану систему для поліпшення або усунення проблем. Чим більше розвиваються сучасні технології, тим більшу роль у них відіграють веб-сервіси. Кожен день з'являються нові культурні заходи: галереї, концерти, вистави, мюзикли, фестивалі. Завдяки цьому з'являється потреба у веб-сервісах, які зможуть надавати інформацію про культурні заходи користувачам на будь-який смак. Тим самим потрібно робити аналіз вибору заходів для покращення формування списку заходів та їхнє ціноутворення [2]. Створення веб-сервісу для пошуку культурних заходів дасть змогу користувачам швидко та без зайвих зусиль знайти цікавий їм захід.

Мета статті: дослідження та використання веб-сервісу по пошуку культурних заходів і його реалізація під назвою

“KievEvents”. На прикладі веб-сервісу заходів міста обчислити використання обліку заходів і ціноутворення.

Викладення основного змісту. Теоретичним і методологічним проблемам вивчення місця та ролі веб-сервісу заходів міста присв’ячено багато праць [1–5]. Даній темі присвячено роботи таких науковців, як: Маслянко П. П., Ліссов П. М., “Інформаційні ресурси та засоби їх створення”, Шумович О. В, “Чудові заходи: Технології та практика event management”, Пітер Лабберс, Брайан Олберс, Френк Салім, “HTML5 для професіоналів: потужні інструменти для розробки сучасних веб-додатків”, Резніченко В. А., Захарова О. В., Захарова Є. Г, “Інформаційні ресурси та сервіси”, Радіонова О. М., “Конспект лекцій з курсу «Event-технології»”.

Першою задачею, яку вирішує система “KievEvents”, є зручний вибір теми заходу. Перш за все потрібно надати загальну інформацію про всі можливі теми заходів, щоб клієнт мав можливість ознайомитись з нею перед початком пошуку інформації. Після цього користувачу надається можливість проходження пошуку заходу відповідно за критеріями пошуку. Коли тема заходу визначена, користувач отримує список вірогідних заходів і може формувати їх залежно від дати проведення та ціни, й у випадку, якщо його все влаштовує, можна провести замовлення та здійснити оплату даного заходу одним з методів вказаним на сайті [3]. Ще однією проблемою, яку вирішує система «Kyiv-events», є облік заходів і визначення кількості відвідувачів. Також він призначений для створення діалогу між організаторами та можливими відвідувачами. Для виконання цього комплексу задач необхідною умовою є використання нових підходів і методів, а також застосування засобів комп’ютерної техніки.

До переліку основних завдань веб-сервісу заходів міста можна віднести: надання користувачу доступу до необхідної інформації; облік кількості відвідувачів заходів; контроль за графіком проведення; контроль за ціною; контроль за кількістю вільних місць; оброблення вимог користувача;

При розв’язанні даної задачі використовується такий перелік об’єктів: клієнт (може виступати людина, яка вже хоче відвідати або вже відвідала якийсь захід); адміністратор сайту; теми; заходи. Вихідна інформація використовується керівництвом для обліку заходів ф працівниками для ведення своєчасного обліку і надання користувачам необхідної інформації. Періодичність розв’язання задачі — упродовж дня [4].

Припинення автоматизованого розв’язання задачі можливо за таких умов: відсутня частина або неправильно введена вхідна

інформація, яка може вплинути на кінцевий результат; несправність комп'ютерної техніки та відповідного апаратного забезпечення або програмного забезпечення; відсутність електроенергії. За збір інформації, її обробку та за видачу кінцевих результатів відповідає персональний комп'ютер та адміністратор. Працівники компанії відповідають за використання, додання, оновлення та аналіз цієї інформації. Інформаційну модель задачі зображено на рис. 1. Вихідна інформація необхідна для задоволення потреб користувачів і використовується для обліку кількості заходів і визначення показників відвідуваності. Такими вихідними продуктами є: звіт про облік заходів; звіт про цінові результати. Перелік і опис вхідних повідомлень представлено в табл. 1.

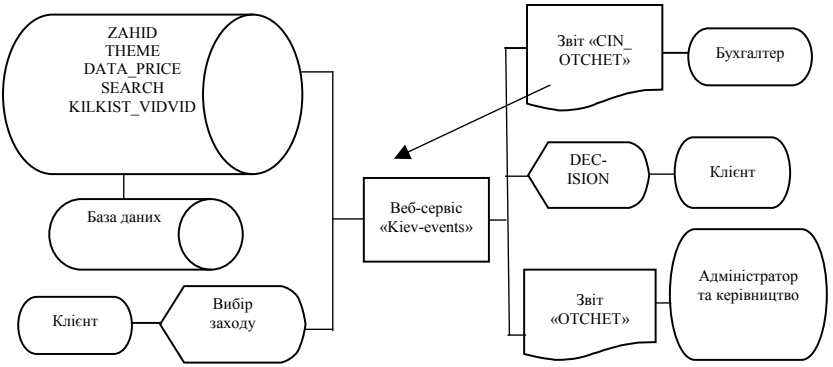


Рис. 1. Інформаційна модель завдань веб-сервісу

Таблиця 1

ВИХІДНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Назва вихідного повідомлення	Ідентифікатор	Форма подання і вимоги до неї	Періодичність видання	Користувач інформації
Звіт про облік заходів	OTCHET	Електронний документ	Упродовж дня	Адміністратор, керівники
Звіт про цінові результати	CIN_ OTCHET	Електронний документ,	Упродовж дня	Бухгалтер
Рішення щодо вибору заходу	*DECISION*	Запис в БД	Упродовж дня	Клієнт

Для обліку відвідувачів заходів, його ціна та підтримка клієнтської частини доцільно використовувати документи, що потра-

пляють на вхід задачі або комплексу задач, дані, що носять довідковий характер. Сюди можна віднести інформаційні масиви, які містять інформацію про заходи, ціна події або результати опитувань відвідувачів [5]. Перелік і опис вхідних повідомлень представлено в табл. 2.

Таблиця 2

ВХІДНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Назва вхідного повідомлення	Ідентифікатор	Форма подання	Термін і частота надходження	Джерело
1	2	3	4	5
Масив довідника заходів	ZAHID	масив	Упродовж дня	База даних
Масив тем	THEME	масив	Раз на місяць	База даних
Масив дат та цін	DATA_PRICE	масив	Упродовж дня	База даних
Форма пошуку	SEARCH	масив	Упродовж дня	Клієнт
Масив кількості можливих користувачів	KILKIST_VIDVID	масив	Упродовж дня	База даних

Вхідна інформація, яка зберігається в масивах, використовується для полегшення прийняття рішень щодо вибору заходів, обліку та цін. Перелік масивів, використовуваних під час розв'язання задачі, подано в табл. 3.

Таблиця 3

МАСИВИ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Масив	Ідентифікатор	Максимальна кількість записів
1	2	3
Масив довідника заходів	ZAHID	10 000
Масив тем	THEME	10 000
Масив дат та цін	DATA_PRICE	10 000
Форма пошуку	SEARCH	10 000
Масив кількості можливих користувачів	KILKIST_VIDVID	10 000

Результати розв'язання поставлених задач використовуються при формуванні відповідних звітів. Перелік масивів результатної інформації подано в табл. 4.

Таблиця 4

МАСИВИ РЕЗУЛЬТАТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Масив	Ідентифікатор	Максимальна кількість записів
Загальний звіт по обліку заходів	OTCHET	100 000
Звіт про ціну	CIN_ OTCHET	100 000

Алгоритм розв'язання задачі представлений на рис. 2 (Аркуш 1, 2).

Алгоритм розв'язання задачі

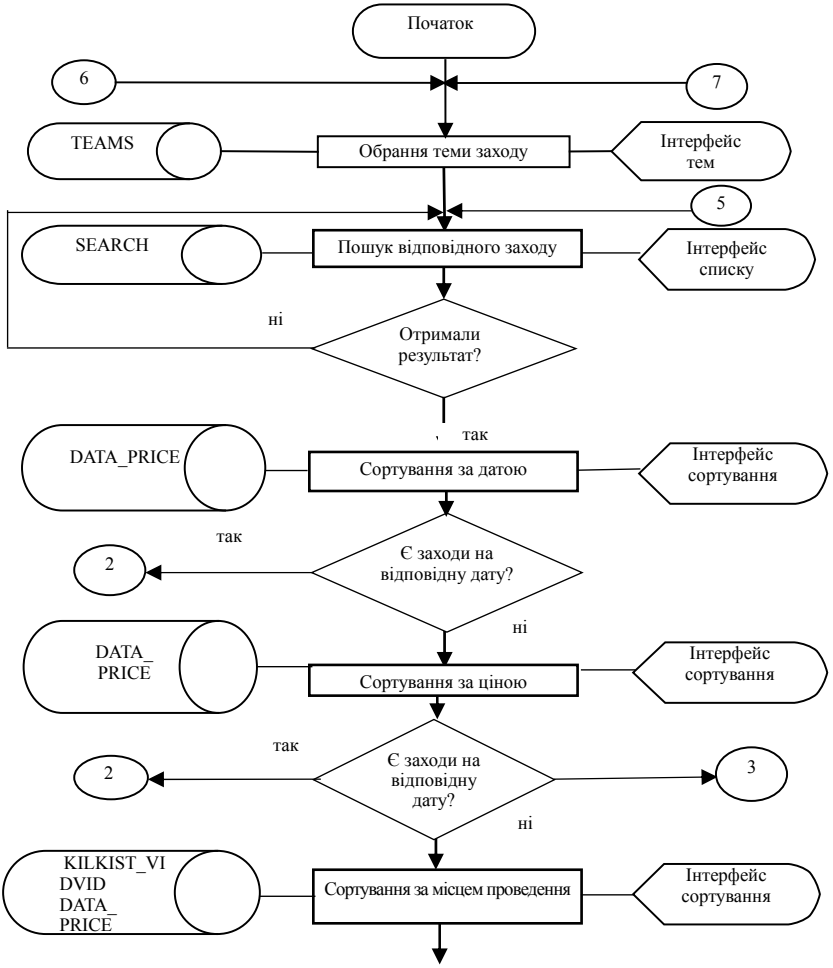


Рис. 2. Алгоритм розв'язання задачі. Аркуш 1

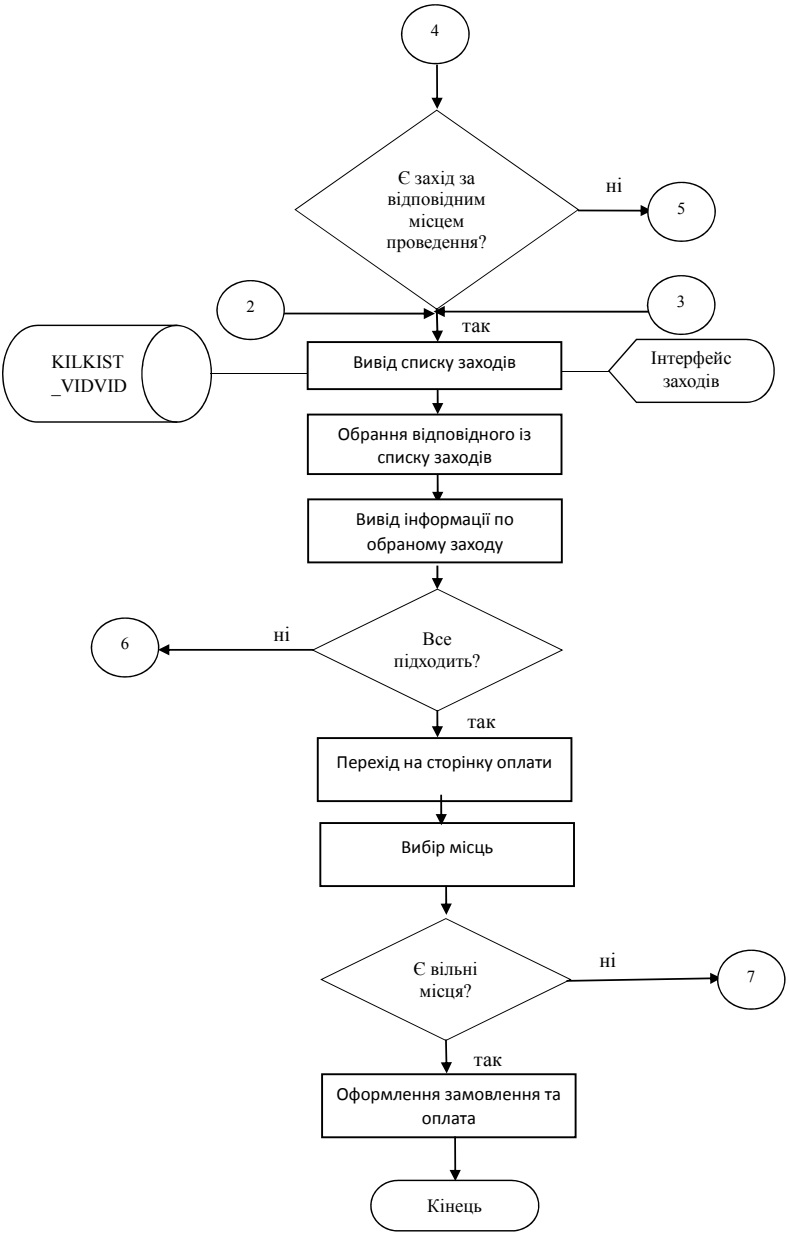


Рис. 2. Алгоритм розв’язання задачі. Аркуш 2.

Математичний опис

Визначимо математичні формули та методи розв'язання для двох наших задач: обліку заходів і цінових результатів у прийнятті рішень щодо вибору відповідного заходу.

Для вирішення задачі з обліку необхідно розрахувати такі показники:

1) P_{jai} — загальна вартість заходу

$$P_{jai} = n_{ji} * p_{ji}, \tag{1}$$

де a — номер заходу, j – номер замовлення, n_{ji} – кількість місць i-го виду, — ціна заходу і-го виду;

2) P_j — загальна вартість всіх замовлених квитків

$$P_j = \sum_{i=0}^{k} P_{jai}, \tag{2}$$

де k — кількість всіх заходів, P_{jai} — загальна вартість заходу, a — номер заходу, j — номер замовлення, i — вид заходу;

3) V_{si} — кількість відвідувачів за поточний обліковий період

$$V_{si} = \sum_{i=0}^{k} K_{ti} \tag{3}$$

де K_{ti} — кількість куплених витків на і-ий захід за поточний обліковий період (t);

4) V_{oi} — кількість відвідувачів за поточний обліковий період

$$V_{oi} = \sum_{i=0}^{k} K_{pi} \tag{4}$$

де K_{pi} — кількість куплених квитків і-го заходу за попередній обліковий період (p);

5) V_{osti} — зміна в кількості відвідувачів поточного облікового періоду відносно попереднього

$$V_{osti} = V_{si} - V_{oi} \tag{5}$$

Для вибору відповідного заходу використовується метод ідеальної точки або так званий метод цільового програмування [6].

Для реалізації цього методу спочатку потрібно задати цільові значення $\overline{f}_1, \overline{f}_2, ..., \overline{f}_m$ кожному критерію. Задача багатокритеріальної оптимізації $Z(X)$ перетворюється на задачу мінімізації суми відхилень від цільових значень $\left| f_i(X) - \overline{f}_i \right|^p$ із деяким показником $p > 1$:

$$Z(X) = (\sum_{i=1}^{m} \omega_i \left| f_i(X) - \overline{f}_i \right|^p)^{1/p} \to \min_{X \in D}, \qquad (6)$$

де $\omega_i \geq 0$, $i = \overline{1, m}$ — деякі вагові коефіцієнти. Якщо часткові критерії вважаються рівноцінними, тоді $\omega_i \geq 1$, $i = \overline{1, m}$.

Далі висувається припущення, яке говорить про наявність ідеальної точки $f^{\max} = (f_1^{\max}, f_2^{\max}, ..., f_m^{\max})$ серед критеріїв. Якщо $p = 2$, $\omega_i \geq 1$, $i = \overline{1, m}$ тоді отримуємо задачу мінімізації суми квадратів відхилення:

$$z(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \left| f_i(X) - f_i^{\max} \right|^2} \to \min_{X \in D}. \qquad (7)$$

Тут мінімізується евклідова відстань від множини досяжності F до ідеальної точки. Суть полягає у знаходженні альтернативи, яка є найближчою до ідеальної точки. Методом цільового програмування розв'язуємо задачу з мінімізації цінового показника.

Маємо два критерія ціни за вибором $f_1^* = 2$, $f_2^* = 1$, тому функція набирає вигляду

$Z = \sqrt{\frac{(x_1 - 2)^2}{4} + \frac{(x_2 - 1)^2}{1}} \to \min$, при умовах $x_1 + 2x_2 \leq 2$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$.

При постійному значенні z лінії рівня цільової функції $\frac{(x_1 - 2)^2}{(2Z)^2} + \frac{(x_2 - 1)^2}{Z^2} = 1$ представляють собою еліпси з центром у точці $M(2;1)$ півосями $a = 2Z$ і $b = Z$. Необхідно знайти мінімальне значення Z, для якого цей еліпс матиме спільні точки з областю D. На рис. 2 показано графічне рішення даної задачі.

Оптимальною є точка $X^* = (1; 1/2)$. Тобто оптимальною буде ціна, яка буде знаходитись у цьому проміжку.

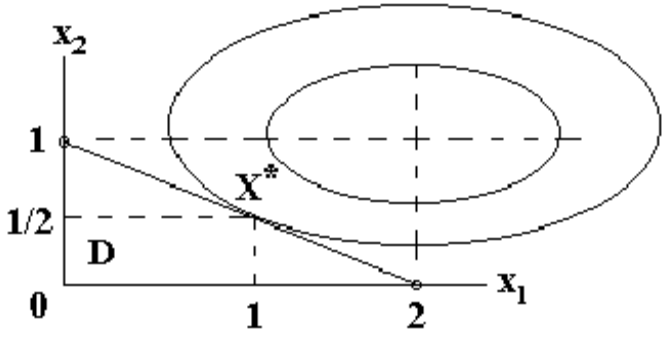


Рис. 3. Рішення завдання методом цільового програмування

Висновки.

Будь-яка подія — це не просто спосіб побачити артиста, заспівати улюблену пісню або зустрітися з друзями. Це емоції, які надихають за півроку до і заряджають на багато днів після. Це привід посміхнутися в нескінченній пробці, тому що з динаміків лунає той самий хіт. Тому це і підштовхнуло до створення зручного для інформаційного ресурсу з медіа-підтримки заходів міста. Запропонована система добре підійде, як і для власного стартапу, так і для співпраці вже з відомими компаніями, або буде хорошим портфоліо для пошуку роботи, адже має такі переваги: широкий користувацький інтерфейс; простота та зручність використання; полегшує роботу клієнтам і розробникам; швидкість обробки інформації; більш тривалий час безпроблемного користування. Система вміщає у собі такі можливості: інформаційні сторінки, на яких можна ознайомитись з необхідною інформацією; список всіх заходів; пошук для легкого знаходження потрібної події; поділ за темами.

Отже, можна впевнено сказати, що створена система "Kiev-Events" є корисною та актуальною для сучасного користувача, ці висновки можна підтвердити і аналізом статистичних даних, які показують що популярність і вдосконалення схожих засобів за останні роки дуже підвищилась.

Література

1. Маслянко П. П., Ліссов П. М. / Інформаційні ресурси та засоби їх створення: УДК 681.32 (075), 2013. — С. 5.

2. Чудові заходи: Технології та практика event management / Олександр Шумович. — 3-е вид. — М .: Манн, Іванов і Фербер, 2008. — С. 336. ISBM 978-5-902862-91-8.

3. Пітер Лабберс, Брайан Олберс, Френк Салім. HTML5 для професіоналів: потужні інструменти для розробки сучасних веб-додатків = Pro HTML5 Programming: Powerful APIs for Richer Internet Application Development. — М .: «Вільямс», 2011. — 272 с.

4. Інформаційні ресурси та сервіси / В.А. Резніченко, О.В. Захарова, Є.Г Захарова // Проблеми програмування. — 2005. — N 4. — С. 60–72.

5. Конспект лекцій з курсу «Event-технології» / О. М. Радіонова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. — 67 с.

6. Обгрунтування вибору методу цільового програмування для оптимізації складу парку спеціальних транспортних засобів / М. П. Гащук, О. В. Скрипкар // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. — 2013. — № 3. — С. 21–25.

References

1. Maslyanko P.P. Lissov PM Information resources and the means of their creation: UDC 681.32 (075), 2013. — P. 5.

2. Miracles come in: Technology and practice event management / Oleksandr Shumovich. — 3rd. edition — M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2008 . — C. 336. ISBM 978-5-902862-91-8.

3. Peter Labbers, Brian Olbers, Frank Salim. HTML5 for Professionals: Powerful Tools for Developing Modern Web Applications = Pro HTML5 Programming: Powerful APIs for Richer Internet Application Development. — M .: Williams, 2011. — 272 p.

4. Information resources and services / VA Reznichenko, OV Zakharova, EG Zakharova // Problems of programming. — 2005. — N 4. — P. 60–72.

5. Summary of lectures on the course "Event-technology" / OM Radionova; Kharkiv. nat. un-t the city. master in it. OM Beketova. — Kharkiv: KhNUMG them. OM Beketova, 2015. — 67 p.

6. Substantiation of choice of target programming method for optimization of special vehicle fleet composition / MP Gaschuk, OV Skripkar // Modern information technologies in the field of security and defense. — 2013. — № 3. — P. 21–25.

Статтю подано до редакції 07.09.2019 р.

УДК 004.9:005.53 DOI: 10.33111/mise.98.20

Харкянен О. В., к.т.н.,
доцент кафедри інформаційних технологій
Національний університет харчових технологій
Гладка Ю. А., к.ф.-м.н.,
доцент кафедри комп'ютерної математики та інформаційної безпеки,
Київський Національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Kharkianen O. V., PhD in Technical Sciences,
Associate Professor of the Information Technology Departme20t,
National University of Food Technologies
Gladka Y. A., PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Computer Mathematics
and Information Security Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЗБУТУ ПРОДУКЦІЇ МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

INFORMATION SUPPORT FOR PRODUCT SALES BY INTELLECTUAL DATA ANALYSIS METHODS

Анотація. *В конкурентних ринкових умовах якісно організований процес збуту продукції є одним зі шляхів збільшення прибутку та забезпечення стабільного фінансово-економічного положення комерційного підприємства.*
Ключовими показниками за якими оцінюють ефективність бізнес-процесу збуту є обсяги реалізації продукції, конкурентний та якісний асортимент, кількість нових залучених клієнтів, збільшення обсягів реалізації продукції існуючим клієнтам, зменшення витрат на доставку продукції, зменшення обсягів браку. На шляху удосконалення системи збуту продукції на ряду з традиційними методами не можна нехтувати і перевагами, які надають сучасні інформаційні технології, зокрема, методи багатовимірного та інтелектуального аналізу даних.
Поєднання технологій сховищ даних, багатовимірного та інтелектуального аналізу даних дозволяє надати ОПР зручні та гнучкі інструментальні засоби за допомогою яких накопичені дані будуть систематизовані і вчасно представлені у необхідних для прийняття управлінських рішень інформаційних зрізах. Сучасні засоби OLAP-аналізу, тобто аналізу в реальному масштабі часу, надають можливість швидкого аналізу розділюваної багатовимірної інформації. Гіперкуб є концептуальною логічною моделлю організації даних, але не фізичною реалізацією їх збереження, оскільки зберігатися такі дані можуть і в реляційних таблицях.
В статті розглянуто застосування методів інтелектуального аналізу даних для підтримки збуту продукції. Запропонована інформаційна СППР на основі використання OLAP та Data Mining технологій, що надає можливість багатовимірного експрес-аналізу бізнес-інформації, розширює способи використання накопиченої у базі даних та інших джерелах інформації з метою підвищення ефективності роботи підприємства.
Ключові слова: *збут продукції, аналіз даних, OLAP, OLTP, Data Mining.*

Abstract. *In a competitive market environment, a well-organized sales process is one of the ways to increase profits and ensure a stable financial and economic position of a commercial enterprise.*

The key indicators that evaluate the effectiveness of the business sales process are sales volumes, competitive and quality assortment, the number of new customers attracted, the increase in sales of products to existing customers, reducing the cost of delivery of products, reducing the volume of defects. On the way to improving the product marketing system, along with the traditional methods, one cannot neglect the advantages of modern information technologies, in particular, the methods of multidimensional and intellectual data analysis.
The combination of data warehousing technologies, multidimensional and data mining makes it possible to provide ODA with convenient and flexible tools through which the accumulated data will be systematized and presented in a timely manner in the necessary information sections for management decisions. State-of-the-art OLAP tools, that is, real-time analysis, provide the ability to quickly analyze shared multidimensional information. Hypercube is a conceptual logical model of data organization, but not a physical implementation of storing it, since such data can be stored in relational tables.
Application data mining methods for support of product sales is considered. A decision support system (DSS) is on the basis of the use of OLAP and Data Mining technologies is proposed. The DSS provides the possibility of multivariate rapid analysis of business information, expands the ways of using accumulated in the database and other sources of information in order to increase the efficiency of the company.
Key words: *product sales, data analysis, OLAP, OLTP, інтелектуальний аналіз даних.*

Вступ. В конкурентних ринкових умовах якісно організований процес збуту продукції є одним зі шляхів збільшення прибутку та забезпечення стабільного фінансово-економічного положення комерційного підприємства.

Ключовими показниками, за якими оцінюють ефективність бізнес-процесу збуту, є обсяги реалізації продукції, конкурентний та якісний асортимент, кількість нових залучених клієнтів, збільшення обсягів реалізації продукції існуючим клієнтам, зменшення витрат на доставку продукції, зменшення обсягів браку. На шляху вдосконалення системи збуту продукції на ряду з традиційними методами не можна нехтувати і перевагами, які надають сучасні інформаційні технології, зокрема, методи багатовимірного та інтелектуального аналізу даних.

Прийняття управлінських рішень щодо збуту продукції є складним процесом і потребує не тільки досвіду особи, що приймає рішення (ОПР), а також достовірної, актуальної, оперативно отриманої інформації, яка представлена у зручному для аналізу вигляді, а отже, доцільно доповнювати існуючі на підприємстві операційні системи системою з аналітичним додатком на основі сучасних технологій аналізу даних.

Впровадження системи підтримки прийняття рішень (СППР) для вирішення задач аналізу збуту продукції передбачає реалізацію таких етапів:

1. Проектування схеми сховища даних з урахуванням всіх параметрів даних, необхідних для аналізу збуту продукції.

2. Реалізацію сховища даних у клієнт-серверній СУБД.

3. Формування процедур вибірки, очищення, агрегування даних з облікових OLTP-систем підприємства та інших інформаційних джерел і завантаження агрегованих даних до сховища даних.

4. Проектування та побудову OLAP-кубів, наповнених інформацією, необхідною для аналізу збуту продукції.

5. Підготовку даних для формування управлінських рішень на основі алгоритмів інтелектуального аналізу даних Data Mining.

6. Розробку рішення щодо візуалізації даних користувачеві в OLAP-клієнті.

Інформаційна система підтримки прийняття рішень щодо збуту продукції налаштована на вирішення багатьох задач, частину з яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1

ПЕРЕЛІК ЗАДАЧ ЗБУТУ, ВИРІШУВАНИХ НА МНОЖИНАХ OLAP-КУБІВ І МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Задача	Результат	Методи аналізу
Задачі аналізу показників: - виконання плану по продажах; - зміни ключових показників продуктивності підприємства	динаміка змін економічних показників	багатовимірний OLAP-аналіз даних
Задачі прогнозування показників: - змін оптових цін на продукцію; - змін обсягів продажу продукції; - змін прибутку від продажу продукції; - обсягів браку, який виникає внаслідок постачання продукції	прогнозний варіант збільшення або зменшення значень економічних показників	- багатовимірний OLAP-аналіз даних; прогнозування методами Data Mining
Задачі аналізу співпраці з клієнтами: - аналіз залучення нових клієнтів; - аналіз характеристик нових клієнтів; - аналіз надійності клієнтів; - аналіз рекламацій; - аналіз динаміки продажів в розрізі клієнтів	динаміка залучення нових клієнтів; аналіз співпраці з клієнтами; динаміка продажів продукції в розрізі клієнтів	- багатовимірний OLAP-аналіз даних; прогнозування методами Data Mining
Задачі аналізу асортименту продукції : - аналіз збуту окремих видів продукції; - аналіз каналів збуту	динаміка продажів продукції в розрізі асортименту	багатовимірний OLAP-аналіз даних; прогнозування методами Data Mining

Розглянемо детальніше етапи реалізації інформаційної системи для підтримки задач збуту продукції.

Концепція сховищ даних (СД) обговорювалась спеціалістами в області інформаційних технологій достатньо давно, оскільки, накопичення великих обсягів інформації про різноманітні бізнес-

процеси призвело до розуміння необхідності виникнення методик і методів їх збереження та обробки для вилучення нових, корисних знань.

Перші статті, присвячені принципам створення сховищ даних, з'явились у 1988 р. Їх авторами були Девлін (Devlin) та Мерфі (Murphy), пізніше в роботах Уильяма Г. Інмона, Р. Хакаторна, Р. Кімбала та інших авторів концепція сховищ даних отримала розвиток і були сформовані основні вимоги до сховища даних.

При проектуванні СД з реляційною структурою часто використовують стандарти збереження даних: «зірка» або «сніжинка».

Схема «зірка» складається з денормалізованих таблиць фактів і досить невеликих довідкових таблиць (вимірів), пов'язаних з таблицями фактів за ключовими полями. Таблиця фактів є дочірньою щодо таблиць вимірів. Полями таблиці фактів, крім ключів, є міри, тобто числові поля, що задають кількісні значення. Кількість рядків у цій таблиці може становити десятки й сотні тисяч, тому слід передбачати запобіжні заходи від вибуху даних. Схема «сніжинка» є модифікацією схеми «зірка», деякою поступкою нормалізації — тут частину таблиць вимірів розбито на кілька зв'язаних таблиць. Завдяки частковій нормалізації, «сніжинка» дає змогу заощадити дисковий простір, проте і зменшується швидкість перегляду вимірів [3].

У сховищах дані зберігаються у деталізованому та агрегованому вигляді. Деталізовані дані, як правило, відповідають інформації, яка надходить з облікових OLTP-систем підприємства. Такими даними є щоденні обсяги продажів, прибутки від продажів, договори з клієнтами тощо. Узагальнення даних або їх агрегування необхідно для вирішення багатьох аналітичних і прогнозних задач, виявлення закономірностей і тенденцій.

Одним з найскладніших етапів при реалізації інформаційної аналітичної системи є розробка процедур завантаження інформації із зовнішніх і внутрішніх джерел до сховища даних.

Як правило, дані на підприємстві зберігаються в розрізнених інформаційних джерелах: OLTP-система підприємства, окремих базах даних, файлах різних форматів, хмарних сховищах.

Розробляючи стратегію консолідації даних важливо врахувати характер розташування джерел даних і застосувати відповідну методику організації доступу до них. В процесі консолідації даних здійснюється оцінка їх якості та за потребою очищення і збагачення [1, 2].

Вибір СУБД для реалізації аналітичного проекту залежить від системи, впровадженої на підприємстві, обсягів фінансування

аналітичного проекту тощо. Одним з розповсюджених рішень для розробки аналітичного додатку є використання багатовимірного аналізу та алгоритмів інтелектуального аналізу служб MS Analysis Services і MS Excel в якості клієнта для візуалізації результатів аналізу.

Реалізоване в MS SQL Server сховище даних є основою для формування і наповнення інформацією OLAP-кубів.

Сучасні засоби OLAP-аналізу, тобто аналізу в реальному масштабі часу, надають можливість швидкого аналізу розділюваної багатовимірної інформації. Гіперкуб є концептуальною логічною моделлю організації даних, але не фізичною реалізацією їх збереження, оскільки зберігатися такі дані можуть і в реляційних таблицях. На основі багатовимірних OLAP-кубів особа, що приймає рішення (ОПР), може формувати різноманітні інформаційні зрізи даних без звернення до програмістів.

Вісі OLAP-кубів є вимірами, по яким відкладаються параметри, що відносяться до аналізуємого бізнес-процесу. На перетині вісей вимірів розташовані міри, які кількісно характеризують факти, що аналізуються. Аналіз багатовимірних даних передбачає виконання спеціальних операцій над OLAP-кубами: формування зрізів, обертання, консолідацію та деталізацію, проекцію та вибірку.

Реалізовані в аналітичній системі багатовимірні конструкції надають ОПР прозору модель даних для проведення порівняльного аналізу економічних показників, виявлення причин їх відхилень від запланованого рівня, прогнозування обсягів збуту продукції, можливість пошуку шляхів отримання додаткового прибутку.

Проведення багатовимірного аналізу з застосуванням OLAP-інструментарію дозволяє виявляти актуальні для дослідження множини даних, а застосування моделей багатовимірного аналізу Data Mining збагачує цю функціональність за рахунок виявлення неочевидних, несподіваних регулярностей у даних і пошуку на їх основі прихованих закономірностей [1, 2, 4].

Інформаційна підтримка задач, наведених у табл. 1, вирішується за рахунок поєднання методів інтелектуального аналізу даних: дерев рішень, кластерного аналізу, нейронних мереж, пошуку асоціацій, прогнозування методом часових рядів тощо.

Таким чином, поєднання технологій сховищ даних, багатовимірного та інтелектуального аналізу даних дозволяє надати ОПР зручні та гнучкі інструментальні засоби за допомогою яких накопичені дані будуть систематизовані і вчасно представлені у

необхідних для прийняття управлінських рішень інформаційних зрізах.

Впровадження СППР надає інформаційну підтримку при вирішенні задач збуту продукції завдяки реалізації таких функцій:

- формування OLAP-кубів, наповнених інформацією, необхідною для аналізу факторів, які впливають на збут продукції;
- моніторинг цін, обсягів реалізації продукції та інших показників для виявлення їх відхилень від планового рівня;
- пошук прихованих закономірностей на основі алгоритмів інтелектуального аналізу даних Data Mining для формування рекомендацій щодо коригування збуту;
- прогнозування попиту на продукцію та інших показників.

Запропонована інформаційна СППР на основі використання OLAP та Data Mining технологій, надає можливість багатовимірного експрес-аналізу бізнес-інформації, розширює способи використання накопиченої у базі даних та інших джерелах інформації з метою підвищення ефективності роботи підприємства.

Література

1. Барсегян А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP [Текст] / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 384 с.
2. Барсегян А. Анализ данных и процессов [Текст] / А. Барсегян, М. Куприянов, И. Холод, М. Тесс, С. Елизаров. — П.: БХВ-Петербург, 2015. — 512 с.
3. Кулаичев А. П. Методы и средства комплексного анализа / А.П. Кулаичев. — М.: Форум, Инфра-М, 2011. — 512 с.
4. М'якшило О. М. Планування собівартості продукції харчового підприємства на основі аналітичних моделей OLAP-кубів [Текст] / О.М. М'якшило, О.В. Харкянен // Харчова промисловість. — 2011. — № 10–11. — С. 332—337.
5. Маклаков С. В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler [Текст] / С.В. Маклаков. — М.: Диалог-МИФИ, 2008. — 224 с.
6. Ярушкина Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов [Текст] : учеб. пособ. / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. — Ульяновск : УлГТУ. — 2000. — 320 с.

Статтю подано до редакції 08.09.2019 р.

УДК 519.72 DOI: 10.33111/mise.98.21

Чугаєва О. В.,
асистентка кафедри комп'ютерної математики
та інформаційної безпеки, Київський національний
економічний університет імені Вадима Гетьмана

Chuhaveva O. V.,
Assistant of the Computer Mathematics
and Information Security Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ І МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В КРИПТОАНАЛІЗІ

MATHEMATICAL TOOLS AND METHODS OF COMPUTERMATHEMATICS IN APPLICATION CRYPTOGRAPFIC ANALYSIS

Анотація. *В роботі розглядаються відомі чисельні методи розв'язання алгебраїчних рівнянь, а також викладається новий чисельний метод розв'язання алгебраїчних рівнянь, який базується на розкладі многочлена на множники. Цей метод дозволяє виділяти групи кратних та близьких до кратних коренів рівняння. В окремих випадках цей метод призводить до добре відомих методів: методу січних, методу Ньютона, методу Ліна, методу інтерполяції. Зауважимо, що даний метод можна застосовувати лише для розв'язування алгебраїчних рівнянь. Для порівняння наводяться деякі відомі методи розв'язання довільних рівнянь з однією невідомою. Для усіх методів наведено приклади програм, складені на мові С++ в пакеті комп'ютерної математики MAPLE.*

Криптоаналіз — це наука про методи отримання вихідного значення зашифрованої інформації без доступу до секретного ключа. Головна мета криптоанализа — знаходження ключа. Вперше термін «криптоаналіз» ввів американський криптограф Вільям Ф. Фрідман в 1920 році. Під терміном «криптоаналіз» також розуміють спроби знайти вразливість в криптографічному алгоритмі або протоколі.

Спочатку методи криптоаналізу ґрунтувалися на лінгвістичних закономірностях тексту й реалізовувалися з використанням тільки олівця і паперу. Але з часом їм на зміну приходять математичні методи, для реалізації яких використовуються спеціалізовані криптоаналітичні комп'ютери. І якщо в недалекому минулому криптоаналітиками були переважно лінгвісти, то зараз — це «чисті» математики.

Оволодіння методами криптоаналізу неможливе без знань теорії ймовірностей та математичної статистики, лінійної алгебри, комбінаторики, теорії графів.

Брюс Шнаєр виділяє 4 основних і 3 додаткових методи криптоаналізу, припускаючи знання криптоаналітиків алгоритму шифру. До основних методів криптоаналізу відносять: атаку на основі шіфротекста, атаку на основі відкритих текстів та відповідних шифротекстів, атаку на основі підібраного відкритого тексту (можливість вибрати текст для шифрування), атаку на основі адаптивно підібраного відкритого тексту. До додаткових методів криптоаналізу відносять: атаку на основі пі-

дібраного шіфротекста, атаку на основі підібраного ключа, бандитський криптоаналіз.
Ключові слова: *чисельні методи розв'язання алгебраїчних рівнянь, метод січних, метод Ньютона, метод Ліна, метод інтерполяції, криптоаналіз.*

Abstract. *In paper, there are separate numbers of methods for algebraic equationss, and also a new numerical method for combining algebraic ones, which is a basis for multipliers, is introduced. This method allows to select groups of multiple and related multiple roots of the equation. In same cases this bads to well known methods: to the method of sieve, to the method of Newton, to the method of Lin, to the method of interpolation. Note that this method can be fixed for the development of algebraic derivations. For a similar purpose, it is necessary to direct the activities of a method of development of a common field of activity to a single one. For all methods examples of the program, written on C ++ in the packages of computer mathematics MAPLE.*

Cryptanalysis is the science of how to get the original value of encrypted information without access to a secret key. The main purpose of cryptanalysis is to find the key. For the first time the term "cryptanalysis" was introduced by the American cryptographer William F. Friedman in 1920. The term "cryptanalysis" also means attempts to find a vulnerability in a cryptographic algorithm or protocol.

Initially, the methods of cryptanalysis were based on the linguistic regularities of the text and implemented using only pencil and paper. But over time, they are replaced by mathematical methods, which are implemented by specialized cryptanalytical computers. And if in the recent past crypto-analysts were mostly linguists, now they are pure mathematics. Mastering the methods of cryptanalysis is impossible without knowledge of probability theory and mathematical statistics, linear algebra, combinatorics, graph theory.

Bruce Schneier identifies 4 basic and 3 additional methods of cryptanalysis, assuming knowledge of cryptanalysts of the cipher algorithm. The main methods of cryptanalysis include: ciphertext attack, plaintext attack and related ciphertext attack, selected plaintext attack (ability to select text for encryption), adaptive plaintext attack. Additional methods of cryptanalysis include: a ciphertext-based attack, a key-based attack, bandit cryptanalysis
Key words: *numerical methods for algebraic derivations, classical methods, Newton method, Lin method, interpolation method, cryptanalysis.*

Актуальність проблеми. Криптоаналіз — це наука про методи отримання вихідного значення зашифрованої інформації без доступу до секретного ключа. Головна мета криптоанализа — знаходження ключа. Вперше термін «криптоаналіз» ввів американський криптограф Вільям Ф. Фрідман в 1920 році. Під терміном «криптоаналіз» також розуміють спроби знайти вразливість у криптографічному алгоритмі або протоколі. Спочатку методи криптоаналізу ґрунтувалися на лінгвістичних закономірностях тексту й реалізовувалися з використанням тільки олівця і паперу. Але з часом їм на зміну приходять математичні методи, для реалізації яких використовуються спеціалізовані криптоаналітичні комп'ютери.

Метою роботи є дослідження математичного інструментарію і методів комп'ютерної математики з метою їх застосування в

криптоаналізі, а також запропоновано новий чисельний метод розв'язання алгебраїчних рівнянь, який базується на розкладі многочлена на множники.

Викладення основного матеріалу дослідження. Розглянемо актуальні універсальні методи розв'язання рівняння $f(x)=0$, які ілюструються програмами, що реалізують ці методи. Метод поділу відрізка навпіл (метод дихотомії) — цей метод є одним з найпростіших і найнадійніших методів розв'язання рівняння $f(x)=0$, де функція $y=f(x)$ неперервна на відрізку[*a; b*]. Наведемо алгоритм Коші.

1. Відрізок [*a*; *b*] обирається таким чином, щоб $f(a)f(b)\le 0$. Якщо $f(a)f(b)>0$, то необхідно змінити значення *a* та *b* так, щоб відрізок містив корінь рівняння.

2. Знаходимо середину відрізка $c=\frac{a+b}{2}$ та обчислюємо значення $f(c)$ Якщо $f(c)\neq 0$, то якщо $f(a)f(b)>0,\quad a=c$, у протилежному випадку $b=c$.

3. Поділ відрізка відбувається доти, доки не буде виконана нерівність $|b-a|<\varepsilon$, де ε — задана точність обчислень.

Можна заздалегідь визначити кількість ітерацій, необхідних для досягнення заданої точності

$$n>\frac{\ln\left(\frac{b-a}{\varepsilon}\right)}{\ln 2}.$$

Метод дихотомії є стійким до помилок округлення, але він відрізняється повільною збіжністю та зазвичай використовується для відшукання початкового наближення для інших швидших методів знаходження коренів рівняння.

Наведемо приклад програми, що реалізує метод половинного поділу.

Приклад. Розв'язати рівняння

$$\sin x=0.$$

Програма 1

Метод половинного поділу відрізка, що містить корінь

```
prog1 := proc(a, b)
 local a1, b1, c;
 a1 := a;
 b1 := b;
 if evalf(sin(a)·sin(b)) > 0 then print('sin(a)·sin(b) > 0');
 else
 while evalf(|b1 − a1|) ≥ 0.000002 do
 c := (a1 + b1)/2;
 if evalf(sin(c)·sin(b1)) > 0 then b1 := c end if;
 if evalf(sin(a1)·sin(c)) > 0 or evalf(sin(c)) = 0 then a1 := c end
     if
 end do;
 print( evalf(a1), evalf(b1), evalf( (a1 + b1)/2 ),
     evalf( sin( (a1 + b1)/2 ) ) );
 end if;
 end proc ;
```

```
prog1 := proc(a, b)
    local a1, b1, c;
    a1 := a;
    b1 := b;
    if 0 < evalf(sin(a)*sin(b)) then
        print('0 < sin(a)*sin(b)')
    else
        while 0.000002<=evalf(abs(b1 − a1)) do
            c := 1/2*a1 + 1/2*b1;
            if 0 < evalf(sin(c)*sin(b1)) then b1 := c end if;
            if 0 < evalf(sin(a1)*sin(c)) or evalf(sin(c)) = 0 then
                a1 := c
            end if
        end do;
        print(evalf(a1), evalf(b1), evalf(1/2*a1 + 1/2*b1),
        evalf(sin(1/2*a1 + 1/2*b1)))
    end if
end proc
```

```
>prog1(−1, 2)
```

$$-9.53674316410^{-7}, 4.76837158210^{-7}, -2.38418579110^{-7},$$
$$-2.38418579110^{-7}$$

```
>prog1(3, 4)
```

$$3.141592026, 3.141593933, 3.141592979, -3.25410206810^{-7}$$

```
>prog1(0.5, 0.6)
```

$$0 < \sin(0.5)\ \sin(0.6)$$

Іноді знаходження відрізка [*a; b*], що містить один простий корінь рівняння $f(x) = 0$, є само по собі складною задачею. На основі попередньої програми складена програма 2 для відшукання кількох коренів, розташованих на відрізку [*a; b*] для неперервної функції $y = f(x)$. Для цього послідовно розглядаються відрізки $[a + kh, a + kh + h]$, де h — крок дискретизації. Якщо на кінцях відрізка функція приймає значення різних знаків, то цей відрізок приймається за відрізок [*a; b*], і на ньому обчислюється значення кореня рівняння.

Приклад. Знайти дійсні корені рівняння

$$x^4 - 4x^3 - 19x^2 + 106x - 120 = 0$$

на відрізку [–10; 10], з кроком дискретизації $h = 0{,}1$.

Програма 2
Відшукання коренів рівняння на відрізку [*a*; *b*]

```
fny := proc(y)
 local z;
 z := y^4 - 4·y^3 - 19·y^2 + 106·y - 120;
> end proc : z

    prog2 := proc(a, b, h)
     local a1, b1, c, a2, b2;
     a2 := a;
     b2 := b;
     h2 := h;
     for i from 0 by 1 while evalf( a2 + i·h2) ≤ evalf (b2) do
     if evalf (fny(a2 + i·h2)·fny(a2 + i·h2 + h2)) ≤ 0 then
     a1 := a2 + i·h2;
     b1 := a2 + i·h2 + h2;

     while evalf (|b1 - a1|) ≥ 0.000002 do
     c := (a1 + b1)/2;
     if evalf (fny(c)·fny(b1)) > 0 then b1 := c end if;
     if evalf (fny(a1)·fny(c)) > 0 or evalf (fny(c)) = 0 then a1 := c
         end if;
    end do;
    print( evalf (a1), evalf (b1), evalf ( (a1 + b1)/2 ),
        evalf ( fny( (a1 + b1)/2 ) ) );
     end if;
     end do;
     end proc;
>
```

Warning, `h2` is implicitly declared local to procedure `prog2`

Warning, `i` is implicitly declared local to procedure `prog2`

```
prog2 := proc(a, b, h)
    local a1, b1, c, a2, b2, h2, i;
    a2 := a;
    b2 := b;
    h2 := h;
    for i from 0 while evalf(a2 + i*h2) <= evalf(b2) do
        if evalf(fny(a2 + i*h2)*fny(a2 + i*h2 + h2)) <= 0
        then
            a1 := a2 + i*h2;
            b1 := a2 + i*h2 + h2;
            while 0.000002 <= evalf(abs(b1 - a1)) do
                c := 1/2*a1 + 1/2*b1;
                if 0 < evalf(fny(c)*fny(b1)) then b1 := c end if;
                if 0 < evalf(fny(a1)*fny(c)) or evalf(fny(c))
                 = 0 then
                    a1 := c
                end if
            end do;
            print(evalf(a1), evalf(b1), evalf(1/2*a1 + 1/2*b1),
            evalf(fny(1/2*a1 + 1/2*b1)))
        end if
    end do
end proc
```

```
> prog2(-10, 10, 0.1)
    [-5.000001526, -5.0, -5.000000763, 0.000384]
    [-5.0, -4.999998474, -4.999999237, -0.000384]
    [1.999998474, 2.0, 1.999999237, -0.000010]
    [2.0, 2.000001526, 2.000000763, 0.000010]
    [2.999998474, 3.0, 2.999999237, 0.000006]
    [3.0, 3.000001526, 3.000000763, -0.000006]
    [3.999998474, 4.0, 3.999999237, -0.000013]
    [4.0, 4.000001526, 4.000000763, 0.000013]
```

При використанні програми припускаємо, що $a < b$ та $h > 0$. Функція, що розглядається може не існувати в окремих точках або на деяких інтервалах.

Для розв'язування складніших рівнянь, що містять ірраціональні вирази, складена програма 3 для дослідження функцій. На відрізку $[a; b]$ з кроком $h > 0$ обчислюються значення функції $f(a + kh)$.

Якщо $|f(a + kh)| \leq \varepsilon$, то на друк виводиться знак 0. Величина ε обирається досить малою. Якщо $|f(a + kh)| > \varepsilon$, то на друк виводиться знак +.Якщо $f(a + kh) < -\varepsilon$, то виводимо знак —. Значення k=0, 1, 2,… змінюються та друкуються лише ті значення $x = a + kh$, при яких знаки функцій $f(a + kh)$ та $f(a + kh + h)$ є різними. Також друкуються знаки функцій $(a + kh)$ та $f(a + kh + h)$.

Приклад. Знайти дійсні корені рівняння

$$x^4 - 4x^3 - 19x^2 + 106x - 120 = 0 .$$

Програма 3
Дослідження рівнянь методом інтервалів

```
> fny := proc(y) z := y^4 - 4*y^3 - 19*y^2 + 106*y - 120; end proc : z
```

Warning, `z` is implicitly declared local to procedure `fny`

```
> a1 := -10; b1 := 10; h1 := 0.1;
```

$$a1 := -10$$

$$b1 := 10$$

$$h1 := 0.1$$

a1 — ліва границя;
b1 — права границя;
h1 — крок;

```
x := a1; m := 2;
for i from 0 by 1 while evalf(x) <= evalf(b1) do
 x := a1 + i*h1 :
 y := evalf(fny(x)) :
 if evalf(|y|) <= 0.0000001 then l := 0; end if;
 if evalf(y - h1) > 0.0000001 then l := 1; end if;
 if evalf(y + h1) < -0.0000001 then l := -1; end if;
 if evalf(l) <> evalf(m) then print(m, "---------->", l, "x= ", x)
    end if;
 m := l :
end do:
```

$$x := -10$$

$$m := 2$$

2, "---------->", 1, "x= ", −10

1, "---------->", 0, "x= ", −5.0

0, "---------->", −1, "x= ", −4.9

−1, "---------->", 0, "x= ", 2.0

0, "---------->", 1, "x= ", 2.1

1, "---------->", 0, "x= ", 3.0

0, "---------->", −1, "x= ", 3.1

−1, "---------->", 0, "x= ", 4.0

0, "---------->", 1, "x= ", 4.1

Наведені результати вказують на те, що при $-10 < x < -5, f(x) > 0$, при $-5 < x < 2, f(x) < 0$, при $2 < x < 3, f(x) > 0$, при $3 < x < 4, f(x) < 0$, при $44 < x < 10, f(x) > 0.$

У програмі 4 для дослідження рівняння $f(x) = 0$ повторюється ідея програми 3, але при цьому уточнюється інтервал $[a; b]$, на кінцях якого функція $f(x)$ приймає різні значення.

Приклад. Дослідити рівняння

$$\sqrt{x-3-2\sqrt{x-4}} + \sqrt{x-4\sqrt{x-4}} - 1 = 0.$$

Програма 4
Дослідження рівнянь методом інтервалів

```
fny :=proc(x)
z := sqrt(x - 3 - 2*sqrt(x - 4)) + sqrt(x - 4*sqrt(x - 4)) - 1;
end proc : z
>
```

Warning, `z` is implicitly declared local to procedure `fny`*z*

```
d1 := 4.5;
d2 := 8.5;
h := 0.1;

eps := 0.000005;
eps2 := 0.0002;
m := 2;

>
```

$$d1 := 4.5$$

$d2 := 8.5$

$h := 0.1$

$eps := 5.\ 10^{-6}$

$eps2 := 0.0002$

$m := 2$

$d1$ — ліва границя;

$d2$ — права границя;

h — крок;

for i **from** 0 **by** 1 **while** $evalf(d1 + i \cdot h) \le evalf(d2)$ **do**

if $evalf(|fny(d1 + i \cdot h)|) \le evalf(eps)$ **then** $l := 0$; **end if**;

if $evalf(fny(d1 + i \cdot h)) > evalf(eps)$ **then** $l := 1$; **end if**;

if $evalf(fny(d1 + i \cdot h)) < evalf(-eps)$ **then** $l := -1$; **end if**;

if $evalf(l) \neq evalf(m)$ **then**

$a := d1 + i \cdot h - h$;

$b := d1 + i \cdot h$;

while $evalf(|b - a|) \ge evalf(eps2)$ **do**

$c := \dfrac{(a + b)}{2}$;

if $evalf(fny(c) \cdot fny(b)) > 0$ **then** $b := c$; **end if**;

if $evalf(fny(a) \cdot fny(c)) > 0$ **or** $evalf(fny(c)) = 0$ **then** $a := c$; **end if**;

end do;

$print\left(m, \text{"----------->"}, l, \text{"x= "}, \dfrac{a + b}{2}\right)$;

end if;

$m := l$:

end do:

```
>
```

```
2, "----------->", 1, "x= ", 4.450000000
1, "----------->", 0, "x= ", 4.99990234
0, "----------->", 1, "x= ", 8.00009765
```

При цьому знаходимо, що $f(x) = 0$ при $5 \le x \le 8$.

Очевидно, що наведені програми 3 та 4 можна застосовувати для розв'язання нерівностей.

Метод січних (метод хорд). Основна ідея розв'язання рівняння $f(x) = 0$, де функція $y = f(x)$ — достатньо гладка, полягає в тому, що функція $y = f(x)$ замінюється в околі кореня простішою функцією $y = g(x)$. Потім розв'язується рівняння $f(x) = 0$. Якщо

функція $y = g(x)$ — лінійна, т.т. рівняння $f(x) = 0$ заміняється рівнянням

$$g(x) = ax + b = 0,$$

і ми отримуємо метод січних.

В околі кореня рівняння $f(x) = 0$ обираємо довільно точки A й B та обчислюємо значення функції в цих точках: $y_1 = f(A), y_2 = f(B)$. Через точки $(A; y_1)$ і $(B; y_2)$ на площині (x, y) проводимо пряму

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - A}{B - A}.$$

При $y = 0$ знаходимо наближене значення кореня

$$x_1 = \frac{Ay_2 - By_1}{y_2 - y_1} = \frac{Af(B) - Bf(A)}{f(B) - f(A)}. \qquad (1)$$

Для перевірки правильності обчислення кореня знаходимо значення $y_3 = f(x_1)$.

Нехай ε — задане число, що задає точність обчислення кореня. Якщо $|f(x_1)| \geq \varepsilon$, то повторюємо обчислення, поклавши $A = x_1$ та зберігаючи значення B.

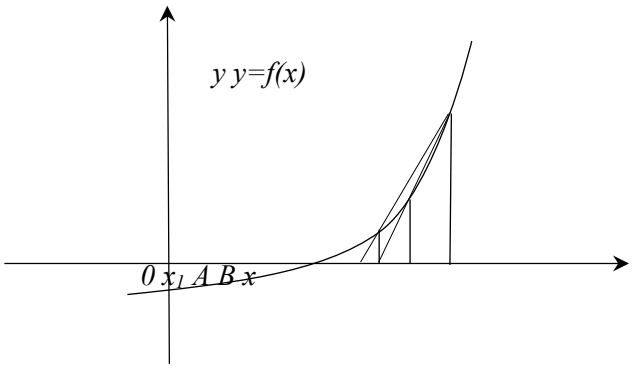


Рис. 1

Якщо $|f(x_1)| < \varepsilon$, то роздруковуємо значення кореня рівняння x_1.

Приклад. Розв'язати методом січних рівняння

$$sinx = 0$$

Програма 5

Метод січних

```
>eps := 0.0000002, f := 0.1;
```

$$eps := 2.\ 10^{-7}$$

$$f := 0.1$$

```
>fny := proc(a) z := evalf(sin(a)); end proc : z
```

Warning, `z` is implicitly declared local to procedure `fny`

$$z$$

```
>a := 0.2; b := 0.1;
```

$$a := 0.2$$

$$b := 0.1$$

```
>
```

```
while f ≥ eps do
x1 := (a·fny(b) − b·fny(a))/(fny(b) − fny(a));
f := abs(fny(x1));
a := x1;
end do:
print("x1=", evalf(x1), "f(x)=", evalf(fny(x1)));
```

"x1=", -2.78166716610^{-9}, "f(x)=", -2.78166716610^{-9}

Метод Ньютона-Рафсона (метод Ньютона) полягає в заміні функції $y = f(x)$ рівнянням дотичної до функції в околі кореня

$$y - f(A) = f'(A)(x - A)\ ,$$

де A — точка, що розташована близько до кореня рівняння $f(x) = 0$. Похідна наближено обчислюється за формулою

$$f'(A) = \frac{f(A + \Delta) - f(A - \Delta)}{2\Delta}.$$

При $y = 0$ знаходимо уточнене значення кореня

$$x = A - \frac{f(A)}{f'(A)}. \qquad (2)$$

Якщо $|f(x)| < \varepsilon$, то роздруковуємо значення кореня. Якщо $|f(x)| \geq \varepsilon$, то повторюємо обчислення, поклавши $A = x$.

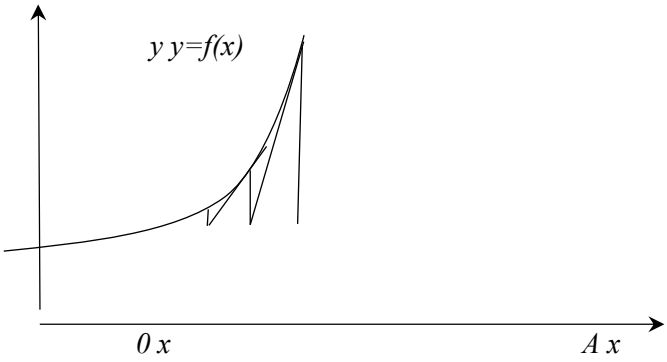


Рис. 2

Приклад. Розв’язати методом Ньютона рівняння

$$sinx = 0$$

Програма 6
Метод Ньютона

```
>eps := 0.0000002, f := 1;
                    eps := 2. 10^-7
                    f := 1
>fny := proc(a) z := evalf(sin(a)); end proc : z
Warning, `z` is implicitly declared local to procedure `fny`
                    z
>a := 1;
                    a := 1
while f ≥ eps do
d := (fny(a + 0.001) − fny(a − 0.001)) · 500;
x1 := a − fny(a)/d;
f := abs(fny(x1));
a := x1;
end do:
print("x1=", evalf(x1), "f(x)=", evalf(fny(x1)));
>
        "x1=", 1.622 10^-11, "f(x)=", 1.62200000010^-11
```

Обчислювальна проблема кратних коренів. Відомо, що корені рівняння

$$f(z) \equiv z^n + a_1 z^{n-1} + \ldots + a_n = 0 \qquad (3)$$

є неперервними функціями коефіцієнтів рівняння. Якщо корінь z рівняння (3) простий, то він є голоморфною функцією коефіцієнтів. Зазвичай коефіцієнти рівняння (3) відомі лише наближено з деякою точністю, тобто фактично розв'язується рівняння (3),

$$\text{де} \quad a_k = a_{k0} + \delta_k, \qquad (k = 1,\ldots,\ldots n) \qquad (4)$$

й відомі значення a_{k0} та оцінки ε_k для δ_k

$$| \delta_k | < \varepsilon_k, \qquad (k = 1,\ldots,\ldots n).$$

Якщо при деяких значеннях $a_k \ (k = 1,\ldots,\ldots n)$, що задовольняють умови

$$| a_k - a_{k0} | < \varepsilon_k, \qquad (k = 1,\ldots,\ldots n) \qquad (5)$$

рівняння (3) має кратні корені, то будемо казати, що рівняння

$$f_0(z) \equiv z^n + a_{10} z^{n-1} + \ldots + a_{n0} = 0 \qquad (6)$$

має близькі до кратних корені.

Якщо рівняння (6) має кратні або близькі до кратних корені, то виникають обчислювальні труднощі при відшуканні коренів.

Нехай рівняння (6) має простий корінь z_0.

З рівняння (3) знаходимо наближений вираз для кореня z близького до z_0

$$z - z_0 = -\frac{1}{f'(z_0)} \sum_{k=1}^{n} z_0^{k-1} (a_k - a_{k0}) + \ldots, \qquad (7)$$

де … позначають нескінченно малі другого порядку відносно $\delta_k = a_k - a_{k0}, \quad (k = 1,\ldots,\ldots n)$.

З формули (7) слідує наближена нерівність

$$| z - z_0 | \le \frac{1}{|f'(z_0)|} \sum_{k=1}^{n} |z_0^{k-1}| |\delta_k|,$$

з якої випливає, що малі обчислювальні похибки δ_k при відшуканні коефіцієнтів a_k $(k=1,\ldots,\ldots n)$ призводять до малих обчислювальних похибок при відшуканні простого кореня рівняння (3).

Якщо z_0 — кратний корінь рівняння (5) або близький до кратного, то величина $|f'(z_0)|$ є малою та малі похибки при відшуканні коефіцієнтів a_k $(k=1,\ldots,\ldots n)$ призводять до порівняно великим похибкам при відшуканні коренів рівняння (3).

Розглянемо алгебраїчне рівняння

$$z^n = \alpha, \tag{8}$$

де α — нескінченно мала величина. При $\alpha \to 0$ рівняння (8) має корінь кратності n $z=0$. З рівняння (8) знаходимо корені

$$z = \sqrt[n]{\alpha},$$

які є не диференційованими функціями α та мають критичну точку $\alpha=0$. Наприклад, рівняння $z^6=0,$ має кратний корінь $z=0$, а рівняння $z^6=0{,}000001$ має корені

$$z_k = 0{,}1\left(\cos\frac{\pi k}{3} + i\sin\frac{\pi k}{3}\right) \qquad (k=0,1,\ldots,5).$$

Таким чином, похибка в шостому знаку після коми в коефіцієнті α обумовлює похибку в першому знаку в коренях z_k, оскільки $|z_k|=0{,}1$. Окрім цього самі чисельні методи, орієнтовані на відшукання окремого кореня призводять до великих обчислювальних похибок при знаходженні близьких коренів.

Зазначимо ще на одну можливу причину виникнення обчислювальних похибок.

При відшуканні коренів многочлена $f_n(z)$ після відшукання кореня z_1 зазвичай ступень многочлена $f_n(z)$ знижується на одиницю. Для цього знаходимо многочлен ступеня n-1

$$f_{n-1}(z) = \frac{f_n(z)}{z - z_1},$$

а потім шукаємо корінь z_2 многочлена $f_{n-1}(z)$ й т.д. Якщо корінь z_1 знайдено з великою обчислювальною похибкою, то й многочлен $f_{n-1}(z)$ також знаходиться з великою похибкою.

Щоб уникнути накопичення великих похибок можна не знижувати ступень многочлена $f_n(z)$, а кожного разу шукати корені вихідного рівняння $f_n(z)=0$. Для цього потрібно запам'ятовувати знайдені раніше корені й порівнювати зі знову знайденим коренем. Другий спосіб, який пропонується в даній роботі, полягає у відшуканні рівняння q-ого ступеня, яке має усі близькі один до одного корені вихідного рівняння. При цьому обчислювальна похибка не зростає і можна понизити ступень вихідного многочлена на q одиниць.

Розв'язання квадратного рівняння з комплексними коефіцієнтами. Якщо алгебраїчне рівняння другого порядку

$$a_0 z^2 + a_1 z + a_2 = 0 \quad (a_0 \neq 0) \tag{9}$$

має дійсні коефіцієнти $a_0, a_1, a_2 = 0$, то розв'язки рівняння знаходяться за відомими формулами

$$z_{1,2} = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_0 a_2}}{2a_0}. \tag{10}$$

Якщо дискримінант рівняння $D = a_1^2 - 4a_0 a_2 \geq 0,$ то розв'язки (9) дійсні, якщо $D < 0,$ то розв'язки рівняння (9) — комплексні.

Приклад. Розв'язати рівняння

$$z^2 + 2z + 5 = 0.$$

За формулою (10) знаходимо $z_{1,2} = -1 \pm 2i.$

Для використання формули (10) в загальному випадку, коли коефіцієнти рівняння є комплексними числами, необхідно вказати спосіб добування квадратного кореня з комплексного числа $a + ib.$ Нехай

$$\sqrt{a + ib} = x + iy. \tag{11}$$

Піднесемо цю рівність до квадрата, отримаємо вираз

$$a + ib = x^2 - y^2 + 2ixy,$$

з якого випливає система рівнянь

$$x^2 - y^2 = a, \qquad 2xy = b.$$

Підносимо ці рівняння до квадрата та додаємо. Отримаємо такий вираз

$$x^4 + 2x^2y^2 + y^4 = a^2 + b^2 \quad \Rightarrow \quad x^2 + y^2 = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

Остаточно отримаємо вирази для x та y

$$x = \pm\sqrt{\frac{\sqrt{a^2 + b^2} + a}{2}}, \qquad y = \pm signb\sqrt{\frac{\sqrt{a^2 + b^2} - a}{2}}. \qquad (12)$$

Отримані формули є основою програми для розв'язання квадратного рівняння з комплексними коефіцієнтами

$$\big(A(0) + iB(0)\big)z^2 + \big(A(1) + iB(1)\big)z + \big(A(2) + iB(2)\big) = 0.$$

Програма 7
Розв'язання квадратного рівняння з комплексними коефіцієнтами

```
>a := Array(0..2, [1, 1, -5]); b := Array(0..2, [0, 0, -5· I]);
                  a := Array(0..2, {0 = 1, 1 = 1, 2 = -5})
                      b := Array(0..2, {2 = -5 I})
c := 2·sqrt(a[0]^2 + b[0]^2) :
a1 := a[1]^2 - b[1]^2 - 4·a[0]·a[2] + 4·b[0]·b[2] :
b1 := 2·a[1]·b[1] - 4·b[0]·a[2] - 4·a[0]·b[2] :
p := sqrt(a1^2 + b1^2) :
x1 := sqrt((p + a1)/2) :
if evalf(b1) < 0 then y1 := -sqrt((p - a1)/2) : else y1
    := sqrt((p - a1)/2) : end if:
c11 := -a[1] + x1 : d11 := -b[1] + y1 :
c12 := -a[1] - x1 : d12 := -b[1] - y1 :
x1 := (c11·a[0] - d11·b[0])/c : y1 := (c11·b[0] + d11·a[0])/c :
x2 := (c12·a[0] - d12·b[0])/c : y2 := (c12·b[0] + d12·a[0])/c :
print("x1= ", evalf(x1), "+j*", evalf(y1));
print("x2= ", evalf(x2), "+j*", evalf(y2));
>
```

```
"x1= ", 1.350781059, "+j*", 1.350781059 I
"x2= ", -2.350781059, "+j*", -1.350781059 I
```

Приклад. Розв'язати рівняння

$$z^2 + z - 5 - 5i = 0.$$

Задавши степінь рівняння (2) та значення коефіцієнтів 1, 1,-5-5i, отримаємо відповідь

$$x_1 = 2 + i; \qquad x_2 = -3 - i.$$

Приклад. Розв'язати рівняння

$$(-5 - 5i)z^2 + z + 1 = 0.$$

Задавши степінь рівняння (2) та значення коефіцієнтів -5-5*i*, 1, 1, отримаємо відповідь

$$x_1 = 0{,}4 - 0{,}2i; \qquad x_2 = -0{,}3 + 0{,}1i.$$

Наведемо також програму для добування кореня квадратного з комплексного числа.

Програма 8
Добування кореня квадратного з комплексного числа $z = a + ib$

```
>restart;
a –дійсна частина
b — уявна частина
>a := 2 : b := 1 :
      p := |a| + |b| :
      a1 := a/p :
      b1 := b/p :
      l := sqrt(p) :
      q := sqrt(a1^2 + b1^2) :
      x := sqrt((q + a1)/2) · l :
      y := sqrt((q - a1)/2) · l :
      if evalf(x · y · b1) < 0 then y := -y end if:
>   print("sqr(z)=+-(", evalf(x), "+j*", evalf(y), ")");
                "sqr(z)=+-(", 1.455346691, "+j*", 0.3435607492, ")"
```

Розв'язання алгебраїчного рівняння

$$z^N = a + ib$$

представимо у вигляді

$$z = \sqrt[N]{a + ib} = \sqrt[n]{r}\left(\cos\frac{\varphi + 2\pi k}{N} + i\sin\frac{\varphi + 2\pi k}{N}\right), \qquad (k = 0, 1, ..., N-1)$$

$$r=\sqrt{a^2+b^2},\qquad a=r\cos\varphi,\qquad b=r\sin\varphi. \tag{13}$$

Наведемо програму для добування кореня N-го ступеня з комплексного числа $z=a+ib$.

Програма 9
Добування кореня *N*-го ступеня
з комплексного числа $z=a+ib$

```
>restart;
```

a –дійсна частина
b –уявна частина
N –показник ступеня

```
>a := 0 : b := 1 : n := 3 :
  if evalf(a) = 0 then
    if evalf(b) > 0 then f := π/2 : else f := 3·π/2 : end if:
  else
    if evalf(a) > 0 then f := arctan(b/a) : else f := π + arctan(b/a)
      end if:
  end if:
  r := exp((0.5/n)·ln(a^2 + b^2)) :
  for i from 0 to evalf(n − 1) do
  arg := (f + 2·π·i)/n :
  print("z^(1/n)", evalf(r*cos(arg)), "+j·", evalf(r*sin(arg))) ;
  end do:
>
```

```
"z^(1/n)", 0.8660254040, "+j*", 0.500000000(
"z^(1/n)", −0.8660254040, "+j*", 0.500000000(
"z^(1/n)", 0., "+j*", −1.
```

Метод Ньютона є достатньо ефективним для розв'язання алгебраїчних рівнянь N-го ступеня

$$f(z)\equiv\sum_{k=0}^{N}\bigl(a(k)+ib(k)\bigr)z^{N-k}=0, \tag{14}$$

де $a(k),\ b(k)\quad (k=0,\ldots,N)$ — дійсні числа.

Опишемо обчислювальний алгоритм:

1. Задати N і коефіцієнти $a(k),\ b(k)\quad (k = 0,\ldots, N)$. Якщо коефіцієнти рівняння дійсні, то можна вводити лише дійсні частини коефіцієнтів $a(k), (k = 0,\ldots, N)$.

2. Обчислити радіус R круга $|z| \le R,$ що містить усі крені многочлена (14) за формулою

$$R = 1 + \frac{1}{|a(0) + ib(0)|} \sum_{k=1}^{N} |a(k) + ib(k)|. \qquad (15)$$

3. Випадковим чином обираємо початкову точку $z_0 = x_0 + iy_0,$ яка рівномірно розподілена в прямокутнику $|x_0| \le R, |y_0| \le R.$

4. Утворюємо послідовність комплексних чисел

$$z_{n+1} = z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)} \qquad (n = 0, 1, 2,\ldots). \qquad (16)$$

5. Якщо послідовність $z_n \quad (n = 0, 1, 2,\ldots)$ збігається до деякого значення z_∞, то z_∞ є коренем рівняння $f(z) = 0$ і многочлен $f(z)$ ділиться без остачі на $z - z_\infty$. Оскільки значення многочлена $f(z_n)$ обчислюється по схемі Горнера, то одразу обчислюється значення многочлена

$$f_1(z) \equiv \frac{f(z)}{z - z_\infty}$$

ступеня N-1. Потім шукаємо корінь многочлена $f_1(z)$ і т.д.

6. Якщо послідовність z_n не збігається, то обираємо нове початкове наближення та всі обчислення повторюються.

Метод інтерполяції полягає в заміні загального рівняння $f(z) = 0$ простішим рівнянням $g(z) = 0$, де $g(z)$ — інтерполяційний многочлен для функції $f(z)$. Зазвичай степінь многочлена $g(z)$ менша степені N многочлена $f(z)$.

Нехай задано точки комплексної площини $z_1, z_2,\ldots, z_q$. Якщо виконуються рівності

$$f(z_k) = g(z_k) \qquad (k = 1,\ldots, q;\ q \le N),$$

то ми можемо знайти многочлен $g(z)$ степені q-1 за допомогою формули Лагранжа

$$g(z)=\sum_{k=1}^{q} f(z_k)\frac{(z-z_1)\ldots(z-z_{k-1})(z-z_{k+1})\ldots(z-z_q)}{(z_k-z_1)\ldots(z_k-z_{k-1})(z_k-z_{k+1})\ldots(z_k-z_q)}. \quad (17)$$

Але використання цієї формули у випадку, коли точки $z_1, z_2, \ldots, z_q$ розташовані близько одна до іншої, може привести до великих обчислювальних похибок, оскільки знаменники дробів у формулі (17) прямують до нуля. Для многочленів можна використовувати інший простіший та ефективніший метод інтерполяції.

Поділимо многочлен $f(z)$ на многочлен

$$d(z)=(z-z_1)(z-z_2)\ldots(z-z_q). \quad (18)$$

При цьому дістанемо рівність

$$\frac{f(z)}{d(z)}=\varphi(z)+\frac{g(z)}{d(z)}, \quad (19)$$

де $\varphi(z)$ – многочлен степені (N-q), $g(z)$ — остача від ділення — многочлен степені (q-1).

Маємо рівність

$$f(z)=\varphi(z)d(z)+g(z), \quad (20)$$

яка в силу представлення (17) приводить до системи рівностей (16). Отже, остача $g(z)$ від ділення многочлена $f(z)$ на $d(z)$ є інтерполяційним многочленом для $f(z)$ з вузлами інтерполяції $z_1, z_2, \ldots, z_q$.

Щоб знайти простий корінь $z=z_0$ рівняння $f(z)=0$, можна поділити многочлен $f(z)$ на дільник $d_n(z)=(z-\alpha_n)(z-\beta)$, де числа α_n, β — досить близькі до z_0. Прирівнюючи остачу від ділення до нуля, знаходимо уточнене значення кореня α_{n+1} та потім ділимо $f(z)$ на дільник

$$d_{n+1}(z)=(z-\alpha_{n+1})(z-\beta).$$

При цьому метод інтерполяції співпадає з методом хорд, якщо коефіцієнти многочлена $f(z)$ дійсні й числа z_0, α_n, β — дійсні.

Аналогічно, виконуючи ділення многочлена $f(z)$ на дільник $d_n(z) = (z - \alpha_n)^2$ та прирівнюючи до нуля лінійну остачу від ділення, приходимо до методу Ньютона.

Дійсно, з рівності

$$f(z) = \varphi(z)(z - \alpha_n)^2 + g(z), \qquad g(z) = bz + c \tag{21}$$

знаходимо

$$f(\alpha_n) = g(\alpha_n), \qquad f'(\alpha_n) = g'(\alpha_n).$$

При цьому знаходимо лінійну остачу

$$g(z) \equiv f'(\alpha_n)z + (f(\alpha_n) - f(\alpha_n)\alpha_n)$$

та уточнене значення кореня α_{n+1} з рівняння $g(\alpha_{n+1}) = 0$

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n - \frac{f(\alpha_n)}{f'(\alpha_{n+1})}. \tag{22}$$

Отже, метод лінійної інтерполяції в частинному випадку приводить до методу Ньютона.

Метод Ліна або метод передостанньої остачі полягає в такому. Многочлен $f(z)$ степені *n* ділиться на довільно обраний многочлен $d_0(z)$ степені $q\,(q < n)$. Передостання остача від ділення є многочлена степені *q*. Після зведення, тобто ділення многочлена на коефіцієнт при старшому степені *z*, цю остачу позначим через $d_1(z)$. Потім ділимо многочлен $f(z)$ на многочлен $d_1(z)$ та передостанню остачу після зведення позначимо через $d_2(z)$ і т.д. При цьому утворюється послідовність дільників $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ степені *q*. Якщо послідовність $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ збігається до деякого многочлена $d(z)$, то $d(z)$ є дільником многочлена $f(z)$.

Схему метода Ліна можна представити у вигляді

$$\begin{aligned} f(z) &= \varphi_1(z)d_0(z) + b_1 d_1(z), \\ f(z) &= \varphi_2(z)d_1(z) + b_2 d_2(z), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ f(z) &= \varphi_k(z)d_{k-1}(z) + b_k d_k(z), \quad b_k = const \end{aligned} \tag{23}$$

де $d_k(z)$ — зведені многочлени степені *q*.

Якщо послідовність $d_k(z)$ збігається при $k \to \infty$ до многочлена $d(z)$, то отримаємо розклад $f(z)$ на множники

$$f(z) = (\varphi(z) + b)d(z), \tag{24}$$

де $\varphi(z) = \lim\limits_{k\to\infty} \varphi_k(z)$, $\quad b = \lim\limits_{k\to\infty} b_k$, $\quad d(z) = \lim\limits_{k\to\infty} d_k(z)$.

Збіжність методу Ліна не доведена, але в деяких роботах цей метод рекомендується для відшукання квадратичних множників, які відповідають комплексно-спряженим кореням. Ці рекомендації виявилися дещо неточними.

Метод Ліна можна викласти таким чином. А саме, розглянемо довільно зведений многочлен $d_0(z)$ степені q та поділимо вихідний многочлен $f(z)$ на многочлен $zd_0(z)$ степені q+1. Остача від ділення в загальному випадку є многочленом степені q та співпадає, це випливає з формул (23), з многочленом $b_1 d_1(z)$. Після зведення остачі отримаємо $d_1(z)$ многочлен. Ділимо многочлен $f(z)$ на многочлен $zd_1(z)$ та отримаємо в остачі многочлен $b_2 d_2(z)$ і т.д.

В обчислювальному відношенні обидва способи реалізації методу Ліна є рівносильними. І.Ф. Греджук запропонував у методі Ліна ділення многочлена $f(z)$ не на $zd_k(z)$, а на многочлен $(z-\alpha)d_k(z)$. При цьому приходимо до такої обчислювальної схеми

$$\begin{aligned} &f(z) = \varphi_1(z)(z-\alpha)d_0(z) + b_1 d_1(z), \\ &f(z) = \varphi_2(z)(z-\alpha)d_1(z) + b_2 d_2(z), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &f(z) = \varphi_k(z)(z-\alpha)d_{k-1}(z) + b_k d_k(z). \end{aligned} \tag{25}$$

Якщо послідовність зведених многочленів $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ збігається, то знаходимо розклад на множники

$$f(z) = (\varphi(z)(z-\alpha) + b)d(z), \tag{26}$$

де $\varphi(z) = \lim\limits_{k\to\infty} \varphi_k(z)$, $\quad b = \lim\limits_{k\to\infty} b_k$, $\quad d(z) = \lim\limits_{k\to\infty} d_k(z)$.

Збіжність послідовності $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ залежить від вибору числа α. Одразу виникає питання про оптимальний вибір числа α.

Розкладемо многочлен $d_k(z)$ степені на лінійні комплексні множники

$$d_k(z) = (z-\beta_{k_1})\ldots(z-\beta_{k_q}) \tag{27}$$

Нехай виконана рівність

$$f(z) = \varphi_{k+1}(z)(z - \alpha_k)(z - \beta_{k_1})\ldots(z - \beta_{k_q}) + b_{k+1}d_{k+1}(z). \qquad (28)$$

Підставляючи в цю рівність значення аргументу $z = \alpha_k$, $z = \beta_{k_1}, \ldots, z = \beta_{k_2}$, отримаємо рівності

$$f(\alpha_k) = b_{k+1}d_{k+1}(\alpha_k),$$
$$f(\beta_{k_1}) = b_{k+1}d_{k+1}(\beta_{k_1}),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$f(\beta_{k_q}) = b_{k+1}d_{k+1}(\beta_{k_q}), \quad (k = 0, 1, 2, \ldots).$$

З яких випливає, що многочлен $b_{k+1}d_{k+1}(z)$ є інтерполяційним многочленом для $f(z)$ з вузлами інтерполяції $\alpha_k, \beta_{k_1}, \ldots, \beta_{k_q}$.

Припустимо, що многочлен $f(z)$ має групу близьких один до одного коренів $z_1, z_2, \ldots, z_q$ достатньо віддалених від інших коренів. Шукаємо зведений многочлен $d_{k+1}(z)$, корені якого близькі до коренів $z_1, z_2, \ldots, z_q$. Для цього задаємо вузли інтерполяції $\alpha_k, \beta_{k_1}, \ldots, \beta_{k_q}$ достатньо близькі до точок $z_1, z_2, \ldots, z_q$ й з формули (27) знаходимо інтерполяційний многочлен $d_{k+1}(z)$. Очевидно, що інтерполяція буде доброю, якщо точка α_k буде достатньо близькою до точок $z_1, z_2, \ldots, z_q$.

При звичайній трактовці методу Ліна як правило обираємо $\alpha_k = 0$, що іноді дає добрі результати в тому випадку, коли точки $z_1, z_2, \ldots, z_q$ достатньо близькі до точки. Якщо точки $z_1, z_2, \ldots, z_q$ віддалені від точки $z = 0$, то метод Ліна призводить до розбіжних наближень. Оскільки корені $z_1, z_2, \ldots, z_q$ многочлена $f(z)$ невідомі, а числа $\beta_{k_1}, \ldots, \beta_{k_q}$ за припущенням близькі до чисел $z_1, \ldots, z_q$, то величину α_k обираємо за формулою

$$\alpha_k = \frac{1}{q}\left(\beta_{k_1} + \ldots + \beta_{k_q}\right). \qquad (29)$$

Цей висновок забезпечує близькість a_k до чисел $z_1, \ldots, z_q$. Значення a_k можна легко знайти для заданого дільника

$$d_k(z) = z^q + c_{k_1} z^{q-1} + \ldots + c_{k_q},$$

не розв'язуючи рівняння $d_k(z) = 0$. А саме, справедливою є рівність

$$\alpha_k = -\frac{1}{q} c_{k_1} \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots). \tag{30}$$

Із запропонованого узагальнення методу Ліна випливає, що його доцільно застосовувати для одночасного відшукання кратних q або близьких один до одного коренів многочлена *f(z)*. Очевидно, що при відшуканні близьких один до одного комплексних коренів, многочлени $d_k(z)$ будуть мати комплексні коефіцієнти.

Зауважимо, що багато відомих методів відшукання коренів алгебраїчного рівняння є частинними випадками методу Ліна.

Щоб знайти простий корінь $z = z_1$ рівняння *f(z)* = 0, можна поділити многочлен *f(z)* на дільник

$$d_k(z) = (z - \alpha)(z - \beta_k),$$

де α, β_k — числа досить близькі до кореня z_1. Прирівнюючи остачу від ділення $f(z)$ на $d_k(z)$ до нуля, отримаємо уточнене значення кореня β_{k+1}. У викладеному варіанті метод Ліна співпадає з методом лінійної інтерполяції або з методом хорд.

Аналогічно, при діленні многочлена *f(z)* на дільник $d_k(z) = (z - \beta_k)^2$ та прирівнюванні лінійної остачі до нуля, приходимо до методу Ньютона, оскільки будуть справедливими рівності

$$\begin{aligned} &f(z) = \varphi_{k+1}(z)(z - \beta_k)^2 + R_{k+1}(z), \\ &R_k(z) \equiv b_k z + c_k \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots). \end{aligned} \tag{31}$$

Підставляючи $z = \beta_k$, знаходимо

$$R_{k+1}(\beta_k) \equiv f(\beta_k), \qquad R'_{k+1}(\beta_k) \equiv f'(\beta_k),$$

звідки випливає явний вираз для остачі

$$R_{k+1}(z) \equiv f'(\beta_k) z + f(\beta_k) - \beta_k f'(\beta_k).$$

Нове уточнене значення β_{k+1} кореня z_1 знаходимо з рівняння $R_{k+1}(z)=0$ і воно має вигляд

$$\beta_{k+1}=\beta_k-\frac{f(\beta_k)}{f'(\beta_k)}. \qquad (32)$$

Очевидно, що формула (32) співпадає з формулою, визначеною за методом дотичних.

У випадку простого кореня рівняння $f(z)=0$ застосування узагальненого методу Ліна призводить до відомих раніше методам хорд або дотичних. Але необхідно зауважити, що при застосуванні методу хорд не виникає труднощів при значеннях α близьких до β_k, які виникають при використанні інтерполяційної формули Лагранжа.

Викладемо алгоритм узагальненого методу Ліна.

1. Нехай відомо, що в околі точки $z=z_0$ рівняння $f(z)=0$ має групу q близьких один до одного коренів $z_1,\ldots,z_q$. Нехай знайдено многочлен

$$d_k(z)=z^q+c_{k_1}z^{q-1}+\ldots+c_{k_q} \qquad (k=0,1,2,\ldots), \qquad (33)$$

корені якого, відповідно близькі до $z_1,\ldots,z_q$. При $k=0$ можна покласти

$$d_0(z)=(z-z_0)^q. \qquad (34)$$

2. Ділимо вихідний многочлен $f(z)$ на многочлен $(z-\alpha_k)d_k(z)$, де $\alpha_k=-c_{k_1}z^{-1}$. Остачу від ділення після зведення позначимо через $d_{k+1}(z)$. Маємо рівність

$$f(z)=\varphi_{k+1}(z)(z-\alpha_k)d_k(z)\ldots(z-\beta_{k_q})+b_{k+1}d_{k+1}(z). \qquad (35)$$

При цьому знаходимо новий многочлен $d_{k+1}(z)$ степені q.

3. Послідовні наближення продовжуємо до збіжності послідовності многочленів $d_k(z)$ $d_k(z)$ до деякого многочлена

$$d_k(z)=z^q+c_{k_1}z^{q-1}+\ldots+c_{k_q}, \qquad d(z)=\lim_{k\to\infty}d_k(z).$$

При цьому справедливим буде розклад вихідного многочлена на множники

$$f(z) = (\varphi(z)(z-\alpha)+b)d(z), \tag{36}$$

$$\varphi(z) = \lim_{k\to\infty} \varphi_k(z), \quad b = \lim_{k\to\infty} b_k, \quad \alpha = \lim_{k\to\infty} \alpha_k.$$

4. Якщо послідовність многочленів $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2,\ldots)$ розбігається, то збільшуємо на одиницю значення степені q.

5. Якщо послідовність многочленів $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2,\ldots)$ збігається, то на друк виводимо многочлен $d(z)$, а многочлен $f(z) = \varphi(z)(z-\alpha)$ знову розкладаємо на множники.

6. Якщо заздалегідь не відомі значення z_0 і q, то значення z_0 обираємо випадково, а значення qзнаходимо з умови збіжності многочленів $d_k(z)$ $(k = 0, 1, 2,\ldots)$.

Література

1. Лященко М. Я., Головань М. С. Чисельні методи: Підручник. — К.: Либідь, 1996. — 288 с.

2. Аладьев В.З. Программирование и разработка приложений в Maple / 2-издание, В. З. Аладьев, В.К. Бойко, Е. А. Ровба. — Гродно: ГрГУ; Таллинн: Международная Академия Ноосферы. Балт. отд., 2014. — 458 с.

3. Шнайер Брюс Криптоанализ // Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. — М.: Триумф, 2002. — 816 с.

References

1. Liashchenko M. Y., HolovanM. S. (1996) Chyselnimetody: Pidruchnyk. — K.: Lybid (inUkrainian).

2. Alad'yev V .Z. (2014) Programmirovaniye i razrabotka prilozheniy v Maple/2-izd, V. Z. Alad'yev, V.K. Boyko, Ye. A. Rovba. — Grodno: GrGU; Tallinn: Mezhdunarodnaya Akademiya Noosfery. Balt. otd. (in Russian).

3. Shnayer B. (2002) Kriptoanaliz//Prikladnaya kriptografiya. Protokolyi, algoritmyi, ishodnyie tekstyi na yazyike Si — M.: Triumf. (in Russian).

Статтю подано до редакції 25.09.2019 р.

УДК 338.2 DOI: 10.33111/mise.98.22

Щедріна О. І., к.е.н.,
доцент кафедра інформаційного менеджменту,
Череда І. В.,
студент 3-го курсу спеціальності "Системний аналіз",
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Shchedrina O. I., PhD Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Information Management Department,
Chereda I. V.,
3rd year Student at the "System analysis" speciality,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ЕКОНОМІЧНИХ КОНФЛІКТАХ

SYSTEM ANALYSIS OF SEARCHING OPTIMAL SOLUTIONS IN ECONOMIC CONFLICTS

Анотація. *Теорія ігор виникла у 40-50-х роках. Її основна мета — дослідити, яким чином люди приймають рішення. Може йтися не лише про людей, а й про тварин чи комп'ютерні програми, які приймають рішення. У часи створення теорії комп'ютерних ігор ще не було. Тому такою назвою теорія зобов'язана салонним іграм. Таким, як шахи та карти. Спеціалісти з теорії ігор не дуже люблять цю назву, їм більше подобається "Стратегічна взаємодія раціональних гравців".*

"Стратегічна", бо гравці думають наперед, як їм діяти, щоб отримати найбільший виграш. Раціональність означає, що у кожного гравця задана функція, яку він прагне максимізувати.

Теорія ігор — це розділ прикладної математики, який надає інструменти для аналізу ситуацій, в яких сторони, так звані гравці, приймають рішення, які є взаємозалежними. Ця взаємозалежність змушує кожного гравця враховувати можливі рішення або стратегії іншого гравця при формулюванні своєї власної стратегії. Рішення гри описує оптимальні рішення гравців, які можуть мати схожі, протилежні або змішані інтереси, а також результати, які можуть виникнути в результаті цих рішень.

Гра — це ідеалізована математична модель колективної поведінки: кілька індивідуумів (учасників, гравців) впливають на ситуацію (результат гри), причому їх інтереси (їх виграші при різних можливих ситуаціях) різні. Антагонізм інтересів народжує конфлікт, в той час як збіг інтересів зводить гру до чистої координації, для здійснення якої єдиним розумним поведінкою є кооперація. У більшості ігор, що виникають з аналізу соціально-економічних ситуацій, інтереси не є ні строго антагоністичними, ні точно збігаються. Продавець і покупець згодні, що в їхніх спільних інтересах домовитися про продаж, звичайно, за умови, що угода вигідна обом. Однак вони енергійно торгуються при виборі конкретної ціни в межах, що визначаються умовами взаємної вигідності угоди.

На думку авторів, теорія ігор є корисним логічним апаратом для аналізу мотивів поведінки учасників в подібних ситуаціях. Вона має арсенал формалізованих сценаріїв поведінки, починаючи з некооперативної поведінки і до коаліційних угод з використанням взаємних погроз.

Ключові слова*: рішення, інтереси, теорія, ситуації, учасники.*

Abstract. *Game theory originated in the 40's and 50's. Its main purpose is to explore how people make decisions. It may not only be about humans, but also about animals or computer programs that make decisions.*
There were no computer games theory at the time. That is why the theory is bound to be a gaming salon. Such as chess and cards. Game theory experts do not like the name very much, they like "Strategic interaction of rational players".
"Strategic" because players think ahead of them how to act to get the biggest win. Rationality means that each player is given a function that he wants to maximize.
Game theory is a section of applied mathematics that provides tools for analyzing situations in which parties, so-called players, make interdependent decisions. This interdependence makes each player consider the other player's possible decisions or strategies when formulating their own strategy. The decision of the game describes the optimal decisions of the players who may have similar, opposite or mixed interests, as well as the results that may result from these decisions.
The game is an idealized mathematical model of collective behavior: several individuals (participants, players) influence the situation (the result of the game), and their interests (their winnings in different possible situations) are different. The antagonism of interests gives rise to conflict, while the coincidence of interests reduces the game to pure coordination, for which the only reasonable behavior is cooperation. In most games that emerge from the analysis of socio-economic situations, interests are neither strictly antagonistic nor exactly coincide. The seller and the buyer agree that it is in their mutual interests to negotiate the sale, of course, provided that the agreement is beneficial to both. However, they are vigorously traded when choosing a specific price within the limits determined by the terms of the mutual benefit of the transaction.
In my opinion, game theory is a useful logical tool for analyzing the motives of participants in such situations. It has an entire arsenal of formalized behavioral scenarios, from non-cooperative behavior to coalition agreements using mutual threats.
Keywords: decisions, interests, theory, situations, participants.

Вступ: Теорія ігор за замовчуванням вважає, що гравці діють узгоджено зі своєю функцією корисності. Творцем теорії ігор вважається вчений угорського походження Джон фон Нейман. Він був дуже яскравим математиком і у 29 років написав підручник з квантової механіки, яка тоді тільки зароджувалася. Цей підручник одразу став класичним.

На той час, коли він придумав теорію ігор, він встиг зробити внесок практично в кожну галузь математики. Наприкінці 40-х фон Нейман створив дві теорії. Одна з них перетворилася на computer science — сучасні комп'ютери побудовані на фон-нейманівській архітектурі.

Крім того, він поставив перед собою амбіційну мету аксіоматизувати економіку, перетворивши її на точну науку, на кшталт фізики чи математики. І теорія ігор стала спробою побудувати математичні засади економіки.

Цікаво, що зараз, 70 років потому, computer science та теорія ігор зустрілися. Сучасна теорія ігор застосовується для дослідження інтернету, нові протоколи тестуються за допомогою теорії ігор.

Постановка проблеми: аналіз пошуку оптимальних рішень в економічних конфліктах пов'язаний з можливістю використання його у прийнятті рішень у виробництві чи управлінні проектами і, як наслідок, для поліпшення економічних результатів компанії чи підприємства.

Метою статі є дослідження є вивчення теорії ігор та розробка практичних рекомендацій для забезпечення прийняття оптимальних рішень у сферах виробництва та управління проектами в умовах економічного конфлікту.

Виклад основного матеріалу: Для теорії ігор фундаментальними є три поняття:

- конфлікт і його сторони;
- прийняття рішення в конфлікті;
- оптимальність прийнятого рішення.

Ці поняття утворюють логічну основу теорії та входять у її визначення. Формалізація понять відповідає змістовним уявленням про відповідні об'єкти. Звісно, конфліктом можна назвати будь-яке явище, для якого в свою чергу можна визначити його учасників, їхні дії, результати явищ, до яких призводять дії. Також часто говорять про сторони конфлікту, які тією чи іншою мірою зацікавлені в певних результатах і про сутність цієї зацікавленості.

Якщо назвати учасників конфлікту *коаліціями дії* (позначивши їхню множину як $\mathfrak{R}_\mathbf{D}$, можливі дії кожної із коаліцій дії — її *стратегіями* (множина всіх стратегій коаліції дії $\boldsymbol{K}$ позначається як $\boldsymbol{S}$), результати конфлікту — *ситуаціями* (множина всіх ситуацій позначається як $\boldsymbol{S}$; вважається, що кожна ситуація складається внаслідок вибору кожної із коаліцій дії деякої своєї стратегії так, що $\boldsymbol{S} \subset \prod_{\boldsymbol{K}\in\mathfrak{R}} \boldsymbol{S_K}$), зацікавлені сторони — *коаліціями інтересів* (їхня множина — $\mathfrak{R}_\mathbf{I}$) і, нарешті, говорити про можливі переваги для кожної коаліції інтересів $\boldsymbol{K}$ однієї ситуації $\boldsymbol{s'}$ перед іншою $\boldsymbol{s''}$ (цей факт позначається як $\boldsymbol{s'} \preceq_{\boldsymbol{K}} \boldsymbol{s''}$), то конфлікт в цілому може бути описаний як система [3–5]:

$$\Gamma = \langle \mathfrak{R}_D, \{S_K\}_{K\in\mathfrak{R}_D}, S, \mathfrak{R}_I, \{\preceq_K\}_{K\in\mathfrak{R}_I} \rangle .$$

Така система, яка являє собою конфлікт, називається *грою*. Конкретизації складових, які задають гру, призводять до різноманітних класів ігор [5, 6].

Класифікація ігор:

- *Кооперативні або некооперативні*

Гра називається кооперативною, якщо гравці можуть об'єднуватися в групи, взявши на себе деякі зобов'язання перед іншими гравцями і координуючи свої дії. Цим вона відрізняється від некооперативних ігор, в яких кожен зобов'язаний грати за себе. Некооперативні ігри описують ситуації в найменших подробицях і видають більш точні результати. Гібридні ігри містять у собі елементи кооперативних і некооперативних ігор. Наприклад, гравці можуть створювати групи, але гра буде проводитись в некооперативному стилі. Це означає, що кожен гравець буде переслідувати інтереси своєї групи, щоб разом з тим досягти особистої вигоди.

- *Симетричні та асиметричні*

Гра буде симетричною тоді, коли відповідні стратегії у гравців будуть рівними, тобто вони матимуть однакові виграші. Іншими словами, якщо гравці поміняються місцями і при цьому їх виграші за ті ж самі ходи не зміняться.

- *З нульовою і ненульовою сумою*

Ігри з нульовою сумою — це особливий різновид ігор з постійною сумою, тобто таких, де гравці не можуть збільшити або зменшити ресурси або фонд гри, що в них є. Прикладом такої гри є покер, де в результаті раунду один гравець виграє всі ставки інших. В іграх з ненульовою сумою виграш якогось гравця не обов'язково означає програш іншого, і навпаки. Результат такої гри може бути як менше, так і більше нуля.

- *Паралельні та послідовні*

В паралельних іграх гравці ходять (приймають рішення) одночасно, або вони не знають про ходи інших гравців, поки всі не зроблять свій хід. В послідовних іграх гравці можуть робити ходи в наперед визначеному порядку, але при цьому вони отримують деяку інформацію про ходи інших. Ця інформація може бути неповною, наприклад, гравець може дізнатися, що його опонент із п'яти стратегій точно не вибрав третю, нічого не знаючи про інших.

- *З повною або неповною інформацією*

В грі з повною інформацією гравці знають всі ходи, зроблені до поточного моменту, а також можливі стратегії противників, що дозволяє їм деякою мірою передбачити подальший плин гри.

Більшість ігор, які вивчає математика, є іграми з неповною інформацією.

- *Зі скінченним/нескінченним числом ходів*

Ігри в реальному світі або ті, що вивчаються економікою, як правило, тривають у скінченну кількість ходів. Математика не так обмежена, зокрема, в теорії множин розглядаються ігри, які можуть продовжуватись нескінченно довго. Причому переможець і його виграш не визначені до завершення всіх ходів. Задача, яка зазвичай ставиться в цьому випадку, полягає не в пошуку оптимального рішення, а в пошуку принаймні виграшної стратегії. Використовуючи аксіому вибору, можна довести, що інколи навіть для ігор з повною інформацією і двома результатами — виграв або не виграв — жоден з гравців не має такої стратегії. Існування виграшних стратегій для деяких особливо сконструйованих ігор має важливу роль у дескриптивній теорії множин.

- *Дискретні і неперервні*

Більшість ігор — дискретні: в них скінчена кількість гравців, ходів, подій, результатів тощо. Проте ці компоненти можуть бути розширеними на множину дійсних чисел. Такі ігри часто називаються диференціальними. Вони пов'язані з віссю дійсних чисел, хоча події, що відбуваються, можуть бути дискретними по своїй природі.

Математичні ігри (конфлікти) були метою теорії ігор з самого її початку в 1928 році для застосування в серйозних економічних ситуаціях, політиці, бізнесі та інших сферах. Навіть війна може бути проаналізована за допомогою математичної теорії ігор. Та перш за все варто описати «інгредієнти» математичної гри [7, с. 1]:

- *Правила.* Математичні ігри мають строгі правила. Вони вказують, що дозволено, а що ні. Хоча багато ігор реального світу дозволяють знаходити нові ходи або способи дій, ігри, які можуть бути проаналізовані математично, мають жорсткий набір можливих ходів, зазвичай всі відомі заздалегідь.
- *Результати і виграші*. Діти (і дорослі теж) годинами грають в ігри для розваги. Математичні ігри можуть мати багато можливих результатів, кожен з яких приносить виграш гравцям. Виграші можуть бути грошові, або вони можуть приносити задоволення. Але бажання кожного гравця одне — виграти гру.
- *Невизначеність результату*. Математична гра «захоплююча», бо її результат не може бути передбачений заздалегідь. Оскільки її правила фіксовані, це означає, що гра повинна містити кілька випадкових елементів або мати більше одного гравця.

- *Прийняття рішень*. Гра без рішень може бути нудною. Забіг на 100 метрів вимагає не математичних навичок, а лише швидких ніг. Тим не менше, більшість спортивних ігор також пов'язані з рішеннями, і, отже, можуть, принаймні, частково аналізуватися теорією ігор.
- *Обман заборонений.* У реальних іграх обман можливий. Обман означає не грати за правилами. Коли ваш шаховий противник відволікається, ви берете свою королеву і ставите її на кращий квадрат, ви обманюєте. Теорія ігор навіть не визнає факт існування шахрайства.

Теорія ігор широко використовує різноманітні математичні методи й результати теорії ймовірностей, класичного аналізу, функціонального аналізу (особливо важливими є теореми про нерухомі точки), комбінаторної топології, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь та інші. Специфіка теорії ігор сприяє розробці різноманітних математичних напрямів (наприклад, теорія опуклих множин, лінійне програмування і так далі).

Прийняттям рішення в теорії ігор вважається вибір коаліцією дії, або, зокрема, вибір гравцем деякої своєї стратегії. Цей вибір можна уявити собі у вигляді одноразової дії та зводити формально до вибору елемента із множини. Ігри з таким розумінням вибору стратегій називаються іграми в нормальній формі. Їм протиставляються динамічні ігри, в яких вибір стратегії є процесом, який відбувається протягом деякого часу, який супроводжується розширенням і звуженням можливостей, отриманням та втратою інформації про поточний стан справ і тому подібне.

Питання про формалізацію поняття оптимальності є досить складним. Єдине уявлення про оптимальність в теорії ігор відсутнє, тому доводиться розглядати кілька принципів оптимальності. Область можливості застосування кожного із принципів оптимальності, які використовуються в теорії ігор, обмежується порівняно вузькими класами ігор, або ж стосується обмежених аспектів їхнього розгляду.

Розглянемо класичну задачу «Дилема ув'язненого». Вона є стандартним прикладом гри, проаналізованої в теорії ігор, яка показує, чому дві абсолютно раціональні людини можуть не співпрацювати, навіть якщо здається, що це в їхніх інтересах. Вона була розроблена Меріллом Флудом і Мелвіном Дрешером в 1950 р. Альберт Такер формалізував гру за допомогою тюремного ув'язнення і назвав її «дилемою ув'язненого», представивши її в такий спосіб:

Два члени злочинного угруповання були заарештовані і поміщені у в'язницю. Кожен в'язень перебуває в одиночній камері без можливості спілкування з іншим. У обвинувачів немає достатніх доказів, щоб засудити пару за основним звинуваченням, але у них є достатньо, щоб засудити обох по меншому звинуваченням. Одночасно правоохоронні органи пропонують кожному ув'язненому вигідну угоду. Кожному ув'язненому надається можливість або зрадити іншого та засвідчити про те, що інший вчинив злочин, або співпрацювати з іншим, зберігаючи мовчання. Можливі результати:

- якщо А і В викривають один одного, кожен з них відбуває два роки в'язниці;
- якщо А видає В, але В зберігає мовчання, А буде звільнений, а В має відбути 5 років (і навпаки);
- якщо А і В обидва мовчать, обидва вони будуть відбувати тільки один рік у в'язниці.

Таблиця 1

МАТРИЦЯ ВИГРАШІВ ДЛЯ ДИЛЕМИ УВ'ЯЗНЕНОГО

Б **А**	**Б мовчить**	**Б** **викриває**
А мовчить	1 1	0 5
А **викриває**	5 0	2 2

Мається на увазі, що ув'язнені не будуть мати можливості винагородити або покарати свого партнера, за винятком тюремного ув'язнення, яке вони отримують, і що їх рішення не вплине на їх репутацію в майбутньому. Оскільки зрада партнера дає більшу нагороду, ніж співпраця з ним, то будь-який раціональний корисливий в'язень зрадить іншого. Тобто єдиний можливий результат для двох чисто раціональних ув'язнених — зрадити один одного.

Приклад. Фірми Альфа і Бета конкурують на одному ринку. Вони мають постійні середні витрати у розмірі 2 гр. од. на одиницю продукції. Фірми можуть встановити або високу ціну (10 гр. од.), або низьку ціну (5 гр. од.) на свою продукцію.

Коли обидві фірми встановлюють високу ціну, загальний попит дорівнює 10 000 одиниць, який рівномірно розподілений між двома фірмами. Коли обидва встановлюють низьку ціну, загальний попит становить 18 000, що знову ділиться порівну. Якщо

одна фірма встановлює низьку ціну, а друга — високу, то фірма з низькою ціною продає 15 000 одиниць, дорога фірма всього 2 000 одиниць.

Проаналізувати цінові рішення двох фірм як спільну гру.

1. Побудувати матрицю виграшів (прибутки двох фірм).

2. Вивести рівноважний набір стратегій.

Розв'язок

1. Прибуток для кожної фірми ($i = \alpha, \beta$) це загальний прибуток ($П_i$), що дорівнює загальному доходу (TR_i) мінус загальні витрати (TC_i).

Тому для наступних наборів стратегій:

(А) {Висока ціна, Висока ціна}. Загальний попит дорівнює 10 000, і тому кожна фірма продає 5 000 одиниць.

$TR_i = 5\,000 \times 10 = 50\,000$ (гр. од.)

$TC_i = 5\,000 \times 2 = 10\,000$ (гр. од.)

$П_i = 50\,000 — 10\,000 = 40\,000$ (гр. од.) $\forall\ i = \alpha, \beta$

(Б) {Низька ціна, Низька ціна}. Загальний попит дорівнює 18 000, і тому кожна фірма продає 9 000 одиниць.

$TR_i = 9\,000 \times 5 = 45\,000$ (гр. од.)

$TC_i = 9\,000 \times 2 = 18\,000$ (гр. од.)

$П_i = 45\,000 — 18\,000 = 27\,000$ (гр. од.) $\forall i = \alpha, \beta$

(В-Г) {Висока ціна, Низька ціна}. Фірма Альфа продає 2 000, а фірма Бета продає 15 000 одиниць. (Аналогічна ситуація, коли фірми поміняються місцями — {Низька ціна, Висока ціна}.)

$TR_\alpha = 2\,000 \times 10 = 20\,000$ (гр. од.)

$TC_\alpha = 2\,000 \times 2 = 4\,000$ (гр. од.)

$П_\alpha = 20\,000 — 4\,000 = 16\,000$ (гр. од.)

$TR_\beta = 15\,000 \times 5 = 75\,000$ (гр. од.)

$TC_\beta = 15\,000 \times 2 = 30\,000$ (гр. од.)

$П_\beta = 75\,000 — 30\,000 = 45\,000$ (гр. од.)

Таким чином, матриця виграшів приймає вигляд:

Таблиця 1

МАТРИЦЯ ВИГРАШІВ ДЛЯ АЛЬФА ТА БЕТА (У ТИС. ГР. ОД.)

Бета **Альфа**	**Висока ціна**	**Низька ціна**
Висока ціна	40 40	45 16
Низька ціна	16 45	27 27

2. Оскільки встановлення низької ціни передбачає отримання принаймні 27 тис. гр. од. прибутків (у той час як за високої ціни мінімальним прибутком є лише 16 тис. гр. од.), то раціональною стратегією для кожної з фірм є встановлення низької ціни (за умов відсутності кооперації). Таким чином, рівновага досягається у випадку стратегії (низька ціна, низька ціна) з виграшами {27, 27}.

Ця задача має дві важливі характеристики гри «Дилема ув'язненого». По-перше, кожен гравець має домінуючу стратегію — низька ціна. По-друге, поширеною серед ігор схожих на «Дилему ув'язненого» характеристикою є те, що результат рівноваги — це найменша з сум усіх виграшів стратегій. У ній набір стратегій з виграшами {40, 40} є так званим покращенням Парето.

Висновки: Теорія ігор є основним методом, використовуваним у математичній економіці та бізнесі для моделювання поведінки в умовах конкуренції. Програми включають широкий спектр економічних явищ і підходів, таких як аукціони, торги, справедливий поділ, дуополії, олігополії, формування соціальних мереж, загальна рівновага, розробка механізмів і системи голосування; і в таких широких областях, як експериментальна економіка, поведінкова економіка, інформаційна економіка, промислова організація, і політична економія.

Застосування теорії ігор у політиці дозволяє передбачати результати виборів, реакцію громадян на певні законопроекти, розглядати певні нації ніби у вакуумі, перевіряючи на них певні державні рішення, тощо.

Теоретико-ігрове пояснення демократичного світу полягає в тому, що публічні і відкриті дебати в демократичних країнах посилають ясну і надійну інформацію про свої наміри в інші держави (ситуація повної інформації).

На додаток до того, що вона використовується для опису, передбачення і пояснення поведінки, теорія ігор також використовувалася для розробки теорій етичного або нормативного поведінки і для приписання такої поведінки. В області економіки і філософії вчені застосовують теорію ігор, щоб допомогти зрозуміти «правильну» поведінку учасників економічних і соціальних відносин.

Література

1. Von Neumann, J.; Morgenstern, O. Theory of Games and Economic Behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1944.

2. Nash, John F. "Equilibrium Points in N-person Games" / PNAS 36 (1): p. 48–49, 1950.
3. Петросян Л. А. Теория игр: учебник / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. В. Шевкопляс. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012 — 432 с.: ил.
4. Писарук, Н. Н. Введение в теорию игр / Н. Н. Писарук. — Минск : БГУ, 2015. — 256 с.
5. Теорія ігор / Вікіпедія — вільна енциклопедія.
6. Brams, Steven J.; Davis, Morton D. Game Theory / Encyclopedia Britannica.
7. Prisner, Erich. Game Theory Through Examples / Franklin University Switzerland, 2014. — 284 с.
8. Honner, Peter. Why Winning in Rock-Paper-Scissors (and in Life) Isn't Everything.

References

1. von Neumann, J.; Morgenstern, O. Game Theory and Economic Behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1944.
2. Nash, John F. "Equilibrium Points in N-person Games" / PNAS 36 (1): p. 48–49, 1950.
3. Petrosyan, LA Theory of games: a textbook / LA Petrosyan, NA Zenkevich, EV Shevkoplyas. — 2nd ed., Remaking. and ext. — St. Petersburg: BHC-Petersburg, 2012 — 432 p.: ill. — (Academic literature).
4. Pisaruk, NN Introduction to game theory / NN Pisaruk. — Minsk: BSU, 2015. — 256 p.
5. Game Theory / Wikipedia is a free encyclopedia.
6. Brams, Steven J.; Davis, Morton D. Game Theory / Encyclopedia Britannica.
7. Prisner, Erich. Game Theory Through Examples / Franklin University Switzerland, 2014. — 284 p.
8. Honner, Peter. Why Winning in Rock-Paper-Scissors (and in Life) Is Everything Everything.

Статтю подано до редакції 24.09.2019 р.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ

ЗВІТ ПРО ПРОВЕДЕННЯ 4-ГО КРУГЛОГО СТОЛУ ‘‘INTELLIGENT METHODS OF CYBER SECURITY THREAT ANALYSIS’’

ANNOUNCEMENT HELD A IV ROUND TABLE ON THE TOPIC: “INTELLIGENT METHODS OF CYBER SECURITY THREAT ANALYSIS”

November 21–22, 2019 at the Kiev National Economic University named after Vadym Hetman, the department of computer mathematics and information security held a **IV** round table on the topic: ‘‘Intelligent Methods of Cyber Security Threat Analysis’’.

Agenda IV round table:

Remarks byVASHCHAIEV SERGII- Ph.D. Econ. Sci., Associate Professor, Director of the Institute of Information Technology in Economics; dean.fisit@kneu.edu.ua

1. BEZMALYI VOLODYMYR
Microsoft Security Trusted Advisor, author of the book “Digital hygiene”; cybercop@outlook.com
On the topic: «ABOUT DIGITAL HYGIENE».
2. BYGDAN ANDRIY
Company B2B Solutions
3. POZNYAKOVA LUDMYLA
Chief Financial Officer ERYDANLLC
On the topic: «FEATURES OF CYBER RISK INSURANCE».
4. TOLYUPA SERGEY
Doctor of Technical Science, Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security; tolupa@i.ua
On the topic: «ECONOMIC AND CYBER SECURITY OFCRITICAL INFRASTRUCTURE» .
5. DZHALLADOVA IRADA
Head of the Department of Computer Mathematics and Information Security, Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor; dzhalladova@ukr.net

PETRENKO ANASTASIIA

Engineer of LOCAL ACADEMY CISCO in KNEU,Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V.Hetman; nastiya52813@gmail.com

On the topic: «DIGITAL HYGIENE FOR LOSERS».

Participants from Brno University of Technology, Faculty of Business and Management, Czech Republic

Remarks by BEDŘICH PŮŽA, Department of Informatics, Director, puza@fbm.vutbr.cz

6. MGR. VERONIKA NOVOTNÁ

Ph.D. Senior Lecturer,Brno University of technology, Czech Republic;novotna@fbm.vutbr.cz

On the topic: «SECURITY IN THE BANKING SECTOR OF THE EUROPEAN UNION».

7. BERNARD NEUWIRTH

Ph.D. Senior Lecturer, Brno University of technology, Czech Republic; neuwirth@fbm.vutbr.cz

On the topic: «CLOUD TECHNOLOGY AND DIGITAL ECONOMY».

8. ZDENKA KONECNA

Vice-Dean for External Relations and International Studies, Brno University of technology, Czech Republic; nkonecna@fbm.vutbr.cz

On the topic: «CYBERSECURITY IN CZECH REPUBLIC».

9. PODESVA LUKAS

Postgraduate Student, Department of Informatics, Brno University of Technology; Lukas.Podesva@vutbr.cz

On the topic: «UTILIZATION OF CLASSICAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN CYBERSECURITY».

10. CHUMACHENKO SERHII

Head of Information Systems Department, Doctor of Engineering, Senior Research Fellow, National University of food technologies; sergiy23.chumachenko@gmail.com

POPEL VALERII

Postgraduate Student, Department of Information Systems, National University of food technologies;valeriy.popel@gmail.com

On the topic: «FEATURES OF PROTECTION FOR PERSONAL INFORMATION OF ELECTRONIC DATA OF BIOBANKS STORING DNA SAMPLES».

11. ANDRIIUK OLENA

Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Information Systems

National University of Food Technology;nuht_andriuk@ukr.net

On the topic: «DIFFERENTIAL TOPOLOGY METHODS IN INTELLIGENT IMAGE RECOGNITION SYSTEMS».

12. BABENKO TETYANA

Doctor of Technical Science, Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security; babenkot@ua.fm

On the topic: «ARTIFICIAL INTELLIGENCE».

13. BATECHKO NINA

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V. Hetman; batechko_n_@ukr.net

On the topic: «INFORMATION CULTURE OF THE INDIVIDUAL AS AN ACME-SYNERGISTIC SYSTEM».

14. BARKOVSKA NINA

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security

On the topic: «RESEARCH OF RELIABILITY OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS».

15. BURYAN GENNADIY

Bachelor Student,Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V.Hetman

On the topic: «INFORMATION SECURITY AUDIT FOR BANKING INSTITUTIONS».

16. CHAPLINSKYY YURIY

Ph.D. of Technical Sciences , Senior Researcher, V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine;cyuriy60@hotmail.com

SUBBOTINA OLENA

Researcher, V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine; olenas2011@gmail.com

On the topic: «ONTOLOGY-DRIVEN DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE FOOD SAFETY CONTEXT».

17. CHUGAYEVA OLENA

Assistant, Department of Computer Mathematics and Information Security; chugaeva_elena@ukr.net

On the topic: «DEVELOPMENT OF INFORMATION CULTURE OF STUDENTS IN THE CONTEXT OF MATHEMATICAL COMPETENCE».

18. GLADKA YULIYA

Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V.Hetman; yuliyagladkaya@hotmail.com

MAKARENKO OLEXANDR

Bachelor Student,Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V.Hetman; makarenko.oleksandr701@gmail.com

On the topic: «ANALYSIS OF INFORMATION SECURITY POLICY OF FINANCIAL INSTITUTIONS».

19. KALHANOVA VALERIYA

Assistant, Department of Computer Mathematics and Information Security; kmib@kneu.edu.ua

On the topic: «SECURITY PRACTICE OF CONFERENCING IN SKYPE».

20. KHARKIANEN OLENA

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems, National University of food technologies; helen_nuft@ukr.net

MAKARENKO ARTEM

Master Student,Department of Information Systems, National University of food technologies;artmakwork@gmail.com

On the topic: «DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR A CUSTOMER MANAGER OF FURNITURE FACTORY BASED ON ANDROID OPERATING SYSTEM».

21. KYRYLENKO ANNA

Bachelor Student,Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V. Hetman

On the topic: «USE OF RANSOMWARE FOR CYBERATTACKS».

22. LUTYJ OLEKSANDR

Ph.D. of Technical Science Associate Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security; lai1947@ukr.net

On the topic: «TECHNOLOGY TO SUPPORT SECURITY IN ENERGY CONVERSATION».

23. MAMONOVA GANNA

Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V. Hetman; mamonova@kneu.edu.ua

On the topic: «DIGITAL TRANSFORMATION OF THE COUNTRY AND CYBER LITERACY».

24. MUKHINA KATERINA

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Department of information systems, National University of food technologies;mea.geotech@gmail.com

On the topic: «OPERATIONAL DECISION-MAKING IN ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SITUATIONS».

25. NACONECHNYI VOLODYMYR

Doctor of Technical Science, Professor, Department of Computer Mathematics and Information Security; nvc2006@i.ua

On the topic: «BLOCKCHAIN AS A MEANS OF CRYPTOGRAPHIC PROTECTION OF INFORMATION».

26. NECHAEV YURIY

Bachelor Student, Department of Computer Mathematics and Information Security, Kyiv National Economic University named after V. Hetman

On the topic: «SAFE USE OF CARD OR HOW NOT TO FALL VICTIMOF THE CASHLESS PAYMENTS».

During the round table was held Intellectual role-playing game "Digital hygiene on the moral of the fairy tale Red Hat" in 2 interpretations

Game participants: First year students with a specialty in "Cyber Security", Group IK — 101: Orzynskij Oleksandr — Storyteller 1, Sharko Kristina — Storyteller 2, Bryskina Veronika — Grandmother, Kelyuh Tetyana — Red Hat, Klymenko Artem — Dad, Pecherytsyna Yelyzaveta — Mom, Kryachko Rostyslav — Wolf, Lavryk Oleksandr — Raspberry bush, Lukashevych Vladuslav — Raspberry bush, Umerov Zaur — Forester, Vitalii Frolov — Forester/ Computer master, Stupak Oleksandr — Forester/ Antivirus, Sinko Bohdan — Slide Switch/ Decorator.

Moderators:

1. GLADKA YULIYA, Department of Computer Mathematics and Information Security
2. MAMONOVA GANNA, Department of Computer Mathematics and Information Security
3. PETRENKO ANASTASIIA, Department of Computer Mathematics and Information Security

We welcome all students, post graduate students and teachers who took part in the round table!

Моделювання та інформ. системи в економіці : зб. наук. праць / відп. ред. О. Є. Камінський. 2019. № 98. 1 — 256 с.