

Харківський національний  
університет радіоелектроніки

Kharkov National  
University of Radio Electronics

Державне підприємство  
"Південний державний  
проектно-конструкторський  
та науково-дослідний інститут  
авіаційної промисловості"

State Enterprise  
"Southern National Design  
&  
Research Institute  
of Aerospace Industries"

**СУЧАСНИЙ СТАН  
НАУКОВИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
В ПРОМИСЛОВОСТІ**

**INNOVATIVE  
TECHNOLOGIES  
AND  
SCIENTIFIC SOLUTIONS  
FOR INDUSTRIES**

№ 3 (5), 2018

No. 3 (5), 2018

*Щоквартальний  
науковий  
журнал*

*Quarterly  
scientific  
journal*

Харків  
2018

Kharkiv  
2018

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор  
Семенець Валерій Васильович, д-р. техн. наук, професор

Заступник головного редактора  
Рубан Ігор Вікторович, д-р. техн. наук, професор

Заступник головного редактора  
Момот Тетяна Валеріївна, д-р. екон. наук, професор

Відповідальний секретар  
Коваленко Андрій Анатолійович,  
канд. техн. наук, доцент

## Члени редколегії:

**Артиух Роман Володимирович**, канд. техн. наук;  
**Бабасв Ігбал Аліджанович**, д-р. техн. наук, професор  
(Азербайджан);  
**Бабенко Віталіна Олексіївна**, д-р. екон. наук, канд. техн. наук,  
професор;  
**Безкоровайний Володимир Валентинович**, д-р. техн. наук,  
професор;  
**Гопсінко Віктор**, д-р. техн. наук, професор  
(Латвія);  
**Зайцева Єлена**, д-р. техн. наук, професор  
(Словаччина);  
**Зачко Олег Богданович**, д-р. техн. наук, доцент;  
**Косенко Віктор Васильович**, д-р. техн. наук, доцент;  
**Костін Юрій Дмитрович**, д-р. екон. наук, професор;  
**Лепейко Тетяна Іванівна**, д-р. екон. наук, професор;  
**Малєєва Ольга Володимирівна**, д-р. техн. наук, професор;  
**Назарова Галіна Валентинівна**, д-р. екон. наук, професор;  
**Невлюдов Ігор Шакирович**, д-р. техн. наук, професор;  
**Пермяков Олександр Анатолійович**, д-р. техн. наук, професор;  
**Пушкар Олександр Іванович**, д-р. екон. наук, професор;  
**Савченко Ольга Олександрівна**, канд. філос. наук, доцент;  
**Соколова Людмила Василівна**, д-р. екон. наук, професор;  
**Телетов Олександр Сергійович**, д-р. екон. наук, професор;  
**Тімофєєв Володимир Олександрович**, д-р. техн. наук,  
професор;  
**Тодоров Кирил**, д-р. екон. наук, професор (Болгарія);  
**Філатов Валентин Олександрович**, д-р. техн. наук, професор;  
**Чумаченко Ігор Володимирович**, д-р. техн. наук, професор;  
**Чухрай Наталія Іванівна**, д-р. екон. наук, професор;  
**Ястремська Олена Миколаївна**, д-р. екон. наук, професор.

## ЗАСНОВНИКИ

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
Державне підприємство "Південний державний  
проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут  
авіаційної промисловості"

## АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

Україна, 61166, м. Харків, проспект Науки, 14  
Телефон: +38 (057) 704-10-51  
Інформаційний сайт: <http://itssi-journal.com>  
E-mail редколегії: [journal.itssi@gmail.com](mailto:journal.itssi@gmail.com)

## EDITORIAL BOARD

Editor in Chief  
Semenets Valery, Dr. Sc. (Engineering), Professor, Ukraine

Deputy Editor in Chief  
Ruban Igor, Dr. Sc. (Engineering), Professor, Ukraine

Deputy Editor in Chief  
Momot Tetiana, Dr. Sc. (Economics), Professor, Ukraine

Assistant Editor  
Kovalenko Andrey,  
PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, Ukraine

## Editorial Board Members:

**Artiukh Roman**, PhD (Engineering Sciences) (Ukraine);  
**Babayev Igbal**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Azerbaijan);  
**Babenko Vitalina**, Dr. Sc. (Economics);  
PhD (Engineering Sciences), Professor (Ukraine);  
**Bezkorovainyi Volodymyr**, Dr. Sc. (Engineering), Professor  
(Ukraine);  
**Gopeyenko Victors**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Latvia);  
**Zaitseva Elena**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Slovak  
Republic);  
**Zachko Oleh**, Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor  
(Ukraine);  
**Kosenko Viktor**, Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor  
(Ukraine);  
**Kostin Yuri**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Lepeyko Tetyana**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Malyeyeva Olga**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Nazarova Galina**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Neqliudov Igor**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Permyakov Alexander**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Pushkar Olexandr**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Savchenko Olga**, PhD (Philosophic Sciences), Associate Professor  
(Ukraine);  
**Sokolova Lyudmila**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Teletov Aleksandr**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Timofeyev Volodymyr**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Todorov Kiril**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Bulgaria);  
**Filatov Valentin**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Chumachenko Igor**, Dr. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine);  
**Chukhray Nataliya**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine);  
**Iastremaska Olena**, Dr. Sc. (Economics), Professor (Ukraine).

## ESTABLISHERS

Kharkiv National University of Radio Electronics,  
State Enterprise "National Design & Research Institute  
of Aerospace Industries"

## EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauka Ave, 14  
Phone: +38 (057) 704-10-51  
Information site: <http://itssi-journal.com>  
E-mail of the editorial board: [journal.itssi@gmail.com](mailto:journal.itssi@gmail.com)

*Журнал включено до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук" наказом Міністерства освіти і наук України від 16.07.2018 №775 (додаток 7).*

Затверджений до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету радіоелектроніки (Протокол № 3 від 26 вересня 2018 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу Серія КВ № 22696-12596Р від 04.05.2017 р.

## ЗМІСТ

### Технічні науки

- 5 **Гаврилко Е. В., Курченко О. А., Терещенко І. В., Терещенко А. І.**  
Метод багатовимірного статистичного аналізу часових багатовимірних критичних атрибутів якості процесу виробництва з факторизацією даних
- 17 **Дорохіна А. А., Старостіна А. Ю., Артюх Р. В., Гонєєнко В.**  
Розробка механізму систематизації компонентів змісту портфелю будівельних проектів
- 26 **Камінська А. М., Назаровець С. А.**  
Crossref як джерело наукометричних даних для соціальних та гуманітарних наук
- 35 **Куваєва В. І., Ліп'яніна Х. В., Болтьонков В. О.**  
Обробка експертної інформації при колективному оцінюванні туристичної інфраструктури
- 44 **Лобач О. В., Бабич І. І., Персіянова О. Ю.**  
Інформаційна технологія комплексного оцінювання компетентності експертів (eng.)
- 57 **Малєєва О. В., Єлізеєва А. В., Косенко Н. В., Невлюдова В. В.**  
Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень з управління закупівлями виробничого підприємства
- 67 **Невлюдов І. Ш., Борщов В. М., Тимчук І. Т., Проценко М. А., Демська Н. П.**  
Новітні конструктивно-технологічні рішення надлегких детекторних модулів для фізичних експериментів

### Економічні науки

- 79 **Богущька О. А.**  
Фінансово-економічний механізм забезпечення інвестиційної активності підприємств за інституціональними моделями фінансування реального сектору економіки (eng.)
- 87 **Кириї В. В., Чеченець Д. О.**  
Формування механізму ефективного управління суб'єктами господарювання за умов державного регулювання їх діяльності на основі збалансованої системи показників
- 95 **Кобизський Д. С.**  
Організаційно-економічний потенціал реінжинірингу бізнес-процесів в маркетинговій діяльності промислового підприємства для забезпечення його ефективної інноваційної діяльності (eng.)
- 106 **Король Я. П.**  
Аналіз середовища комерціалізації науково-технічних розробок в університетах
- 114 **Миколюк О. А., Прилена Н. В.**  
Управління інноваційним розвитком підприємств у контексті вибору стратегії забезпечення енергетичної безпеки (eng.)
- 122 **Момот Т. В., Філатова І. О., Д'якон Д.**  
Оцінка загроз маркетингового середовища підприємств будівельної галузі в умовах впровадження клієнто-орієнтованого управління
- 131 **Ходаківська М. Ю.**  
Теоретичні основи визначення якості життя (eng.)
- 141 **Ястремська О. М.**  
Логістика на підприємстві: особливості закупівельної діяльності (eng.)
- 149 **Алфавітний показчик**

## CONTENTS

### Technical sciences

- 5 **Havrylko Y., Kurchenko O., Tereshchenko I., Tereshchenko A.**  
The method of multivariate statistical analysis of time multivariate critical attributes of manufacturing quality with data factorization
- 17 **Dorokhina A., Starostina A., Artiukh R., Gopejenko V.**  
Developing the mechanism for systematizing the components of the content of the construction projects portfolio
- 26 **Kamińska A., Nazarovets S.**  
Crossref as a source of scientometric data for social & human sciences
- 35 **Kuvaieva V., Lipyanina K., Boltenkov V.**  
Processing expert information in the context of collective assessment of a tourist infrastructure
- 44 **Lobach O., Babych I., Persiyanova E.**  
Information technology for the integrated assessment of expert competency
- 57 **Malyeyeva O., Yelizyeva A., Kosenko N., Nevliudova V.**  
Information technologies of supporting decision-making on managing the procurement of a manufacturing enterprise
- 67 **Nevliudov I., Borshchov V., Tymchuk I., Protsenko M., Demska N.**  
The advanced design and technological solutions of ultralight detector modules for physical experiments

### Economic sciences

- 79 **Bogutska O.**  
Financial and economic mechanism of ensuring investment activity of enterprises within institutional models of financing the real sector of economics
- 87 **Kyriy V., Chechenets D.**  
Formation of business entity effective management system in conditions of government moderation of its activity based on the balanced system of indexes
- 95 **Kobyzskyi D.**  
Organizational and economic potential of re-engineering business processes in the context of marketing activity of an industrial enterprise to ensure its efficient innovative activity
- 106 **Korol Y.**  
The analysis of the environment of commercialization of scientific and technical developments at university
- 114 **Mykoliuk O., Prylepa N.**  
Management of innovative development of enterprises in the context of a choice of energy security strategy
- 122 **Momot T., Filatova I., Djakons D.**  
Evaluation of the marketing environment threats of building enterprises in conditions of client-oriented management implementation
- 131 **Khodakivska M.**  
The theoretical framework for determining the quality of life
- 141 **Iastremska O.**  
Logistics at an enterprise: the peculiarities of procurement activities
- 149 **Alphabetical index**

Є. В. ГАВРИЛКО, О. А. КУРЧЕНКО, І. В. ТЕРЕЩЕНКО, А. І. ТЕРЕЩЕНКО

## МЕТОД БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ БАГАТОВИМІРНИХ КРИТИЧНИХ АТРИБУТІВ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА З ФАКТОРИЗАЦІЄЮ ДАНИХ

**Об'єктом** дослідження є процес забезпечення якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва. **Предметом** дослідження є інформаційні технології оцінки факторного впливу критичних параметрів процесу виробництва (CPPs, critical process parameters) на критичні атрибути якості продукту (CQAs, critical quality attributes). **Мета** – застосування запропонованого методу для визначення особливостей і характеристик залежності змінювання критичних атрибутів якості продукту від зміни критичних параметрів процесу виробництва. **Завдання**: визначення структури та ієрархії часових багатовимірних даних критичних параметрів процесу виробництва та критичних атрибутів якості продукту, а також визначення якісної та кількісної міри відносин між сформованими об'єктами зазначених параметрів. **Методи**. Послідовно використовуються: статистичні процедури розвідувального багатовимірного аналізу даних; перетворення однорідних матриць спостережень значень CPPs і CQAs в таблицю з факторизованими даними; побудова дерев регресії багатовимірних CPPs з багатовимірними відповідями CQAs. Методи використовують програмне забезпечення пакетів мови R. Отримано такі **результати**. Запропоновано метод розв'язання задачі забезпечення якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва відповідно до актуальної процесно-аналітичної технології конструювання сучасних сертифікованих виробництв – "якість через дизайн" QbD (Quality-by-Design). Запропонований метод факторизації часових багатовимірних критичних параметрів процесу виробництва та критичних атрибутів якості продукту дозволяє збільшити число ступенів свободи для багатовимірного статистичного аналізу MSA (Multivariate Statistical Analysis) впливу факторів (класів) критичних параметрів процесу виробництва на багатовимірні критичні атрибути якості продукту. Наведені та проаналізовані результати використання методу на прикладі масивів даних з застосуванням пакетів об'єктно-орієнтованої мови програмування R. **Висновки**. Запропонований метод статистичного аналізу спільно з статистичними багатовимірним канонічним аналізом представляють актуальну інформаційну технологію детального оцінювання впливу об'єктів часових багатовимірних даних критичних параметрів процесу виробництва і окремих складових на критичні атрибути якості продукту. Метод орієнтований на практичне застосування з метою забезпечення якості продукції на етапі проектування (вдосконалення) виробництва.

**Ключові слова**: якість через дизайн; атрибути критичної якості; критичні параметри процесу; дизайн експерименту; багатовимірний статистичний аналіз.

### Вступ

Удосконалення будь-якого виробництва неминує породжує проблемну ситуацію, пов'язану з перманентною високою якістю продукту виробництва. Кон'юнктура ринку і посилення конкуренції об'єктивно ставлять задачу розробки та вдосконалення методів забезпечення високої якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва з подальшим менеджментом всього виробничого циклу (PDCA, Plan-Do-Check-Act cycle [1]) відповідно до цільового профілю якості продукту TPQP (Target Product Quality Profile) [2].

Одним з актуальних шляхів вирішення цього завдання є методологія "якість через дизайн" QbD (Quality-by-Design) [2, 3]. Дана методологія зміщує акценти забезпечення якості продукту в напрямку інформаційних технологій статистичних досліджень і ретельного планування експерименту на етапі розробки продукту і проектування процесу виробництва (процесу).

Концепція QbD об'єднує категорії під загальним терміном "критичні атрибути якості": критичні матеріальні атрибути CMAs (Critical Material Attributes), критичні параметри процесу CPPs (Critical Process Parameters) і критичні атрибути якості продукту CQAs (Critical Quality Attributes) з TPQP. У свою чергу TPQP визначає кількісні параметри безпеки та ефективності продукту [2] і дозволяє

зіставити їх з вимогами стандартів, як показано на рис. 1.

Залежність критичних атрибутів якості продукту від критичних параметрів процесу виробництва і критичних матеріальних атрибутів трактується як функція якості:  $CQAs = F(CPP_i)$ . Ця функція якості структурована відповідно основним етапам виробничого/технологічного процесу QFD (Quality Function Deployment) [4], для яких визначені критичні атрибути якості і застосовні принципи QbD, як показано на рис. 1.

Важливим інструментом QbD є аналітична технологія PAT (Process Analytical Technology) [5, 6], яка активно використовує інформаційні технології MSA для забезпечення і підтримки критичних атрибутів якості в межах встановлених стандартами значень простору розробки (design space).

Результати MSA даних багатofакторного експерименту на етапі проектування дозволяють встановити допустимі діапазони змінності CPPs і CMAs виходячи зі ступеня впливу на CQAs.

Слід зауважити, що при жорстких вимогах стандартів (ISO 9001 [7], ISO 22000 [8]) до CMAs, частіше розглядають вплив CPPs на CQAs [5]. При цьому часові багатовимірні статистичні дані CPPs у загальному випадку надають груповий/об'єктний вплив на CQAs і тому потребують програмної факторизації комп'ютерного формату часових багатовимірних даних.

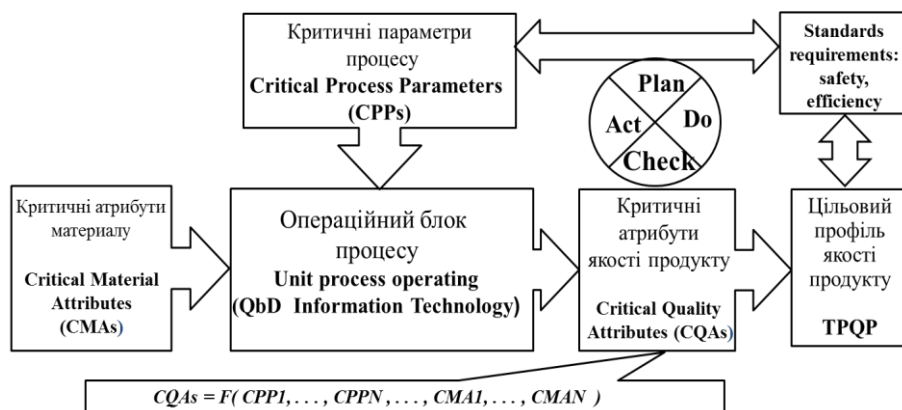


Рис. 1. Структура зв'язку категорій критичних атрибутів якості з TPQP згідно з концепцією QbD та удосконалення процесу забезпечення якості за циклом PDCA

Відповідно до вищевикладеного завдання забезпечення якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва конкретизуємо як визначення CPPs і їх об'єктів, які суттєво впливають на CQAs. Запропоновано рішення цього завдання реалізувати послідовним застосуванням таких методів MSA:

- визначення структури та ієрархії часових багатовимірних даних: CPPs і CQAs;
- визначення якісної та кількісної міри відношення між сформованими об'єктами (факторами) CPPs і CQAs.

Разом з комп'ютерно-інтенсивними інформаційними технологіями (computer-intensive information technologies) статистичного канонічного аналізу [9], факторизовані багатовимірні дані критичних атрибутів якості дають додаткові принципові можливості для багатовимірного статистичного аналізу впливу CPPs на CQAs тобто дозволяють урахувувати додаткову змінну у вигляді факторних даних.

Відомий метод Г. Тагути (Genichi Taguchi) вирішення подібної задачі шляхом дробного факторного планування експерименту з суб'єктивними тестовими наборами параметрів проектування і факторів завод. Ці дані формують матрицю ортогональних розташувань [10]. За результатами впливу факторів завод на групи ортогональних параметрів проектування оцінюють їх робастність і аналізують можливі втрати якості за квадратичною функцією.

На відміну від такого рішення запропоновано застосувати MSA і комп'ютерно-інтенсивні об'єктно-орієнтовані інформаційні технології [11] для проведення саме статистичного повнофакторного експерименту з безпосередньою кластеризацією кожної з таблиць спостережень після проведення розвідувального аналізу даних. При цьому статистичні оцінки багатовимірного кластерного, а потім і факторного аналізу адекватно доповнюються оцінками компонентного впливу CPPs на CQAs.

Запропонований в статті метод MSA критичних атрибутів якості процесу виробництва з факторизацією даних доцільно розглядати як розвиток

концепції QbD забезпечення якості продукту на етапі проектних розробок. Метод спрямований на експериментальне дослідження ступеня впливу CPPs на CQAs, що дозволить застосовувати результати у процесі виробництва.

### Постановка проблеми

Статистика експерименту оперує даними об'єктно-орієнтованих  $n$  спостережень, сформованих в два масиви випадкових багатовимірних змінних (величин)  $X$  і  $Y$ ,  $X \rightarrow Y$ .

$X$  – близький до постійного або випадково варійований масив спостережень змінних процесу виробництва. Компоненти (складові)  $X$  – предиктори, екзогенні (пояснюючі) змінні – критичні параметри процесу виробництва – CPPs.

$X^j = \{x_1, \dots, x_m\}$  –  $m$ -мірний вектор  $j$ -го ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) спостереження  $m$  критичних параметрів процесу або  $j$ -те значення випадкової багатовимірної величини  $X \supset \{X^j\}$ .

Випадкова величина  $X$  потенційно визначає властивості випадкової величини  $Y$ , де  $Y$  – масив з  $n$  спостережень випадкових багатовимірних відгуків процесу виробництва.

Компоненти (складові)  $Y$  – ендегенні, залежні змінні – атрибути критичного якості продукту – CQAs.

Категорія  $X \rightarrow Y$  описується функцією якості процесу виробництва –  $CQAs = F(CPPi)$ ,  $CQAs \supset \{CQA_k\}$ .

Спостереження  $Y^j = \{y_1, \dots, y_k\}$  ( $k$  – число складових атрибутів критичного якості продукту) однозначно відповідають спостереженням  $X^j = \{x_1, \dots, x_m\}$   $m$  критичних параметрів процесу і складають масив  $Y \supset \{Y^j\}$ .

З формальної точки зору результати моніторингу (вибірки) випадкових багатовимірних величин  $X$  і  $Y$  є даними простору розробки QbD, проте не є

категоризованим інформаційним простором відношення  $X \rightarrow Y$ .

Для визначення і характеристики каузальних відносин  $X \rightarrow Y$  в інформаційному просторі змінних  $X$  і  $Y$  необхідно досліджувати структуру та ієрархію їх даних, а також якісну і кількісну міри відношення між ними.

Об'єктивною проблемою вирішення цього завдання є те, що емпіричні масиви часових даних критичних атрибутів якості  $X$  і  $Y$  мають комп'ютерний формат у вигляді часових взаємопов'язаних але не структурованих матриць, які не підготовлені для статистичного аналізу.

Важливою для практики проблемою є встановлення зв'язку між змінністю критичних атрибутів якості та дією зовнішніх і внутрішніх факторів, явний вплив яких прагнуть мінімізувати у процесі виробництва. З практичної точки зору це ускладнює формування факторних змінних у фреймі досліджуваних даних, без яких каузальний аналіз буде неповним. Між тим змінність параметрів має місце, що робить фактори об'єктом прихованого впливу і потребує дослідження методів аналізу цього впливу.

Запропонований метод пропонує варіант вирішення цих проблем послідовним застосуванням інструментів MSA.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Процесна методологія QFD [4, 12], метод досягнення TRQP за допомогою детального проектування QbD [2, 5, 13] і ризик орієнтований процесний підхід [4, 14, 3] – є домінантами сучасних систем менеджменту якості [7].

Високі вимоги до якості продукції і посилення конкуренції призводять до необхідності забезпечення якості продукції на стадії проектних розробок QbD [13, 5] при процесній декомпозиції функції якості (QFD) [4]. Адекватним інструментом QbD є аналітичні методи PAT [6, 15], в основу яких покладені інформаційні технології MSA. На етапі проектування методи PAT сфокусовані на дослідженні багатofакторних зв'язків між CPPs і CQAs, факторами середовища і їх впливом на якість кінцевого продукту [12, 16].

В роботі [17] наведено актуальний систематичний огляд великої кількості джерел з тематики застосування методів MSA. Відомі методи визначення номінальних значень CQAs, CPPs і допусків на них пропонують статистичні рішення вибору багатовимірних змінних (VS variable selection). Статистичні методи VS (по суті методи MSA) досліджують внесок екзогенних факторів в змінювання значень функції якості (багатовимірної ендегенної змінної).

Таким чином, методи MSA створюють адекватну аргументовану основу для перетворення функціональних вимог у параметри проектування та обґрунтування їх допусків (DP, design parameter) [18]. Адекватні CPPs і CMAs визначаються на основі

прийнятної зміни даних функції якості і чутливості цієї функції до змінювання значень CPPs і CMAs.

Дана проблематика також може розглядатися з позицій системної інженерії [19, 20, 21], коли моделі відіграють ключову роль на одному або декількох етапах процесу розробки і є частиною проектування систем або процесів на основі MBSE (model based systems engineering) [22]. Основні етапи дослідження та конструювання продукту/процесу виробництва: від загальних вимог – до системи [21] в рамках робастного проектування [23] неминуче приводять до архітектури (структура + логіка) проектування/експерименту [16, 21, 24]. Однією із загальних тенденцій цієї логіки є декомпозиція функції якості (QFD) [3, 4, 18] з використанням технології дизайну експерименту DoE (Design of Experiments) [19] подібно методології ретельного планування експерименту (QdD) [2, 3, 5] з інструментами PAT [6].

Важливо відзначити також одну з особливостей сучасного проектування, яка полягає у використанні технологій (наприклад, методів MSA) безпосередньо не пов'язаних з розробкою (NDI, non-development item) [24]. На рівні проектування і проведення експериментів цей напрямок розвивається в зв'язку з інтенсивним впровадженням інформаційних технологій об'єктно-орієнтованого MSA і високої довіри інженерів до розроблених і апробованих програмних пакетам.

Таким чином, огляд літератури дозволяє акцентувати такі особливості завдання дослідження:

- визначення вимог до методів технологічного наближення до заданих значень атрибутів CQAs, як певної функції якості від значень CPPs, проводиться на етапі первинного проектування процесу виробництва;

- гарантована і сертифікована якість продукту на ієрархічному рівні первинного проектування процесу виробництва досягається за залученням інформаційних технологій комп'ютерно-інтенсивного багатовимірного статистичного аналізу (MSA) даних критичних атрибутів якості процесів і продукту в багатовимірному просторі їх проектування.

#### Формулювання мети статті

Мета статті – навести результати застосування запропонованого методу визначення особливостей і характеристик залежності змінювання критичних атрибутів якості продукту CQAs ( $Y$ ) від зміни критичних параметрів процесу виробництва CPPs ( $X$ ).

Завдання дослідження:

1. Попередня обробка даних у вигляді статистичних процедур розвідувального аналізу (exploratory data analysis), кластеризації, факторизації та інтерпретації отриманих результатів для визначення структури та ієрархії часових багатовимірних даних критичних параметрів процесу виробництва CPPs ( $X$ ) та критичних атрибутів якості продукту CQAs ( $Y$ ).

2. Дослідження каузальних відносин  $X \rightarrow Y$  у інформаційному просторі дизайну (design space) змінних  $X$  і  $Y$  для визначення якісної та кількісної мір відношення між сформованими об'єктами зазначених параметрів за допомогою статистичного апарату багатовимірної ординації, а також використання процедури побудови дерев регресії з багатовимірним відгуком MRT (Multivariate Regression Trees).

Процедури 1 і 2 узагальнено формулюють завдання статистичного дослідження структури і ієрархії багатовимірних даних спостережень  $X$  і  $Y$ , а також якісної і кількісної мір відносин між ними.

На практиці спостереження екзогенних змінних  $X^j$  не є незалежними, а уявляють собою групи зв'язаних CPPs. Ці групи утворюють кластери з інтерпретованою залежністю змінних, для яких представляє профільний інтерес оцінювання впливу на багатовимірні відгуки процесу –  $Y^j$ .

Запропоновано провести кластеризацію часових випадкових багатовимірних даних CPPs ( $X^j$ ) і ототожнити їх з факторами впливу на багатовимірні відгуки процесу CQAs ( $Y^j$ ). Ці операції дозволяють визначити потенційні закономірності і зв'язки між

кластеризованими спостереженнями змінних  $X$  і масивом багатовимірних відгуків  $Y$ , а також розширюють можливості застосування MSA для дослідження залежності  $X \rightarrow Y$  як функції якості  $CQAs = F(CPPi)$ .

### Матеріали та методи

Для забезпечення стандартизованої якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва завдання полягає у визначенні за даними  $n$  спостережень  $m$  критичних параметрів процесу виробництва –  $\{x_1, \dots, x_m\}$  і їх об'єктів (факторів), які суттєво впливають на  $k$  критичних атрибутів якості продукту –  $\{y_1, \dots, y_k\}$  (багатовимірний відгук процесу).

Методи кластерного аналізу об'єднують вибірки сукупності даних, яка спостерігається, в групи однорідних у певному сенсі об'єктів, які називають кластерами або класами, як показано на рис. 2.

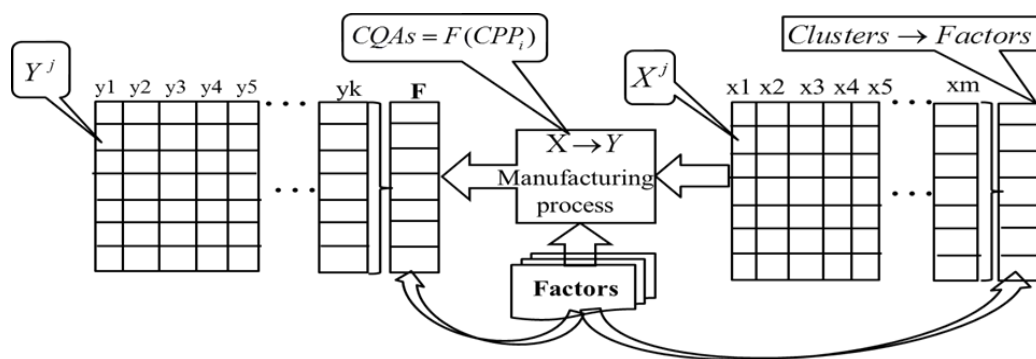


Рис. 2. Схема формування факторів часових багатовимірних даних  $X^j$  і  $Y^j$

Нехай кожне з спостережень  $X^j$  задається як точка –  $X_v^j$  в  $s$ -вимірному просторі ознак  $X_1^j, X_2^j, \dots, X_s^j$ . Сукупність цих точок можна трактувати як вибірку –  $q \times m$  ( $q=1, 2, \dots, n$  – число спостережень відповідних  $v$ -ій ознаці) з багатовимірної генеральної сукупності ознаки  $v$ .

Деяке число спостережень  $q$  ознаки  $v$  утворюють об'єкт (кластер), який є фактором однорідного впливу  $q$  спостережень на CQAs. Деякі спостереження  $Y^j$  групуються в об'єкти за цією ознакою шляхом проведення прямої ординації. За результатами такого аналізу будується діаграма – "ординаційний триплет", яка показує варіабельність критичних атрибутів якості продукту по відношенню до двох осей проектування CCA1-CCA2 (canonical correspondence analysis) і статистичні зв'язки з кожним критичним параметром процесу –  $x_m$ .

При дослідженні були використані алгоритми неієрархічного розподілу спостережень (partitioning algorithms) мови R, які здійснюють декомпозицію набору даних  $n$  спостережень на  $s$  кластерів із заздалегідь невідомими параметрами. При цьому

виконується пошук центроїдів тобто максимально віддалених один від одного центрів ущільнень точок з мінімальним розкидом всередині кожного кластера та з перевіркою якості кластеризації [11].

Взаємозв'язок між компонентами багатовимірних даних масивів  $X$  і  $Y$  встановлювався в ході багатовимірного статистичного канонічного аналізу за допомогою пакетів прикладних програм мови R [11]. Зокрема був використаний статистичний апарат багатовимірної канонічної ординації: канонічний аналіз відповідностей CCA і неметричне багатовимірне шкалювання NMDS (nonmetric multidimensional scaling). Ці методи позиціонуються як розширення багатовимірного статистичного регресійного аналізу при моделюванні багатовимірного відгуку процесу виробництва (змінна  $Y^j$ ) на багатовимірне значення критичного параметра процесу (змінна  $X^j$ ).

Отже, послідовне виконання визначених процедур MSA даних CPPs і CQAs складає метод багатовимірного каузального аналізу, який дає можливість проведення повнофакторного

експерименту для дослідження ступеня впливу CPPs на CQAs.

У даному випадку експеримент за запропонованим методом передбачає дослідження причинно-наслідкових або каузальних, залежностей багатовимірних змінних  $X^j$  і  $Y^j$ , для чого повинні виконуватися три умови [25]:

1. Події і факти, пов'язані зі змінною  $X^j$  повинні передувати подіям і фактам, пов'язаним із змінною  $Y^j$ .

2. Зміна даних  $X^j$  повинна супроводжуватися зміною даних  $Y^j$ .

3. Повинно бути виключено вплив третьої змінної, яка передбачає альтернативне, конкуруюче пояснення емпіричних спостережень і статистично підтверджений зв'язок між змінними  $X^j$  і  $Y^j$ .

Таким чином, на основі вищевикладеного запропонований метод аналізу каузальних відносин  $CPPs \rightarrow CQAs$ , який складається з наступних кроків:

1. Проведення розвідувального аналізу даних екзогенних змінних  $X^j$ : визначення корельованих змінних, оцінка тенденції кластеризації.

2. Проведення кластеризації пояснюючих змінних  $X^j$  і оцінка якості цієї кластеризації.

3. Трансформація однорідних таблиць даних спостережень змінних  $X^j$  і  $Y^j$  у таблиці з факторними змінними.

4. Проведення та оцінка непрямої ординації відгуків  $Y^j$  і прямої ординації відгуків  $Y^j$  за факторами екзогенних змінних масиву  $X$ .

4а. Порівняння результатів непрямої і прямої ординації багатовимірних відгуків  $Y^j$  (без урахування і з урахуванням факторів екзогенних змінних  $X^j$ ).

4б. Порівняння оцінок прямої ординації відгуків  $Y^j$  з оцінками канонічного аналізу методами CCA і NMDS.

4с. Побудова дерев регресії MRT (Multivariate Regression Trees) масиву екзогенних змінних  $X$  з багатовимірним відгуком  $Y$ .

5. Оцінка результатів багатовимірному статистичного аналізу зв'язку масиву екзогенних змінних  $X$  з масивом багатовимірних відгуків  $Y$ .

У загальному випадку даний алгоритм відповідає також методології SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, and Assess) [26] визначення фізичних закономірностей при статистичному аналізі. SEMMA орієнтована на структурування процесів (подібно QFD), а також застосування методів статистичного аналізу та візуалізації результатів на кожному з етапів процесу і дає розробнику свободу вибору концепції і реалізації досліджень.

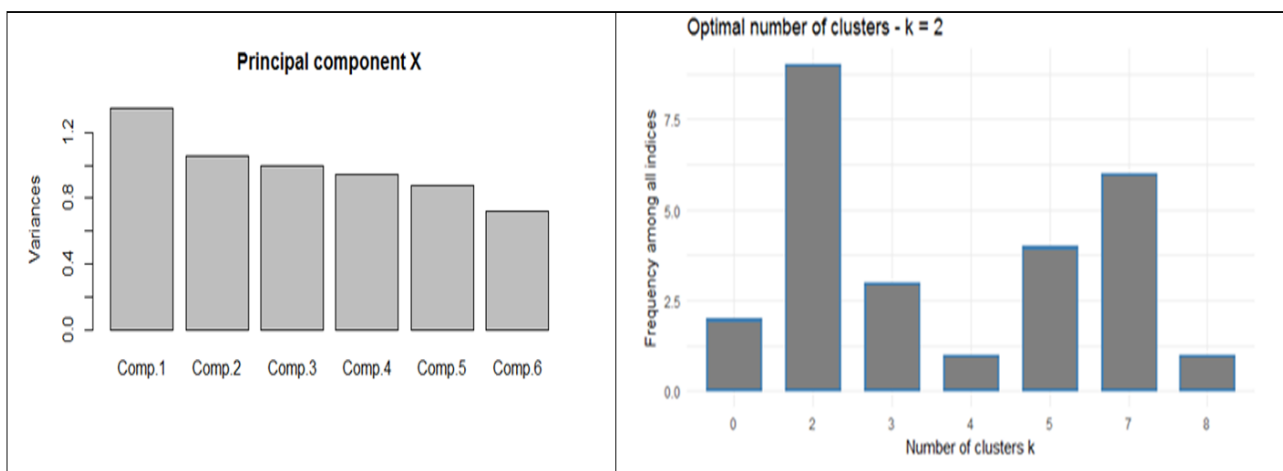
### Результати досліджень

Наведені результати відповідають багатовимірному статистичному аналізу масивів часових даних предикторів  $X$  і відгуків  $Y$ , заданих у вигляді рівномірно розподілених випадкових величин простору розробки в межах допусків передбачених стандартом.

Розвідувальний аналіз даних використовувався для описової статистики властивостей вибірок. Цей аналіз включав: обробку та систематизацію емпіричних даних, наочне представлення багатовимірних даних у формі таблиць і графіків, а також визначення кількісних характеристик основних статистичних показників.

Оцінка ваги або "важливості" предикторів  $X$  (variable importance) і "схильність" їх до кластеризації з урахуванням міри мультиколінеарності оцінювалися за допомогою методу головних компонент PCA (principle components analysis) і візуалізації тенденцій утворення кластерів VAT (Visual Assessment of cluster Tendency), як показано відповідно на рис. 3, а, б.

Пошук оптимальної схеми об'єднання предикторів  $X^j$  у кластери проводився перебором різних комбінацій числа груп, метрик дистанцій і методів кластеризації за допомогою 30 індексів якості. За результатами обчислень було вибрано оптимальне число кластерів, як показано на рис. 3, б.



а

б

Рис. 3. Результат оцінки ваги компонент предикторів – а. Результат визначення оптимального числа кластерів за оцінками різних індексів – б

Операція трансформації однорідних масивів чисельних змінних  $X$  і  $Y$  в таблиці з факторними (кластерними) ознаками проводилася шляхом ототожнення фактора з кластером групи спостережень  $X^j$  і його присвоєння відповідній групі багатовимірних відгуків  $Y^j$ . В результаті формувалися таблиці (data.frame) з факторизованими масивами даних  $X$  і  $Y$ , як показано на рис. 2.

На відміну від непрямої (unconstrained) ординації, пряма (constrained) ординація дозволяє зв'язати змінність багатовимірних значень відгуків  $Y^j$  з впливом предикторів  $X^j$ . На рис. 4, а, б показана ординація складових багатовимірних відгуків  $Y$  на площині головних компонент (непряма ординація, рис. 4, а) і розподіл цих значень по об'єктах факторів масиву  $X$  на площині головних компонент PCA (пряма ординація, рис. 4, б).

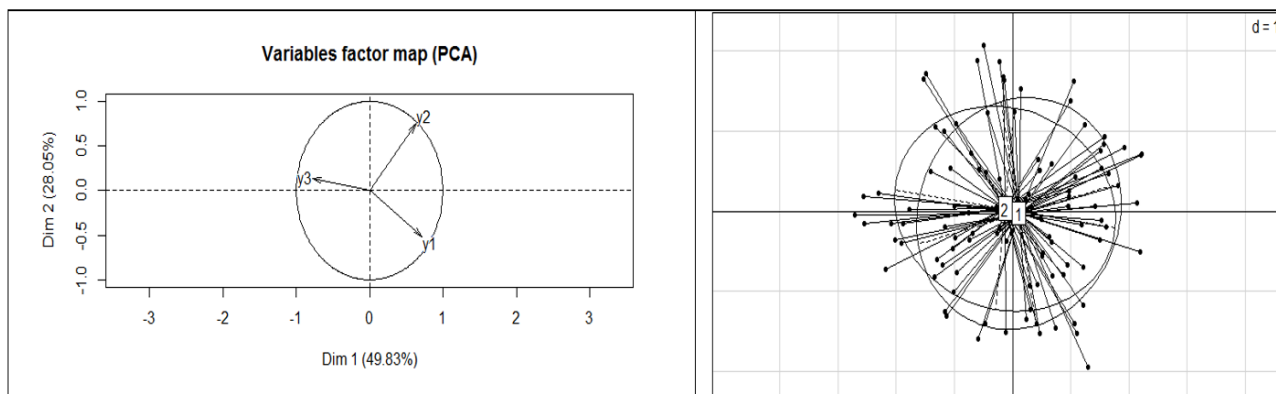


Рис. 4. Діаграми непрямої – а й прямої – б ординації масиву відгуків  $Y$  на площині головних компонент PCA

Непрямий ординаційний аналіз матриці відгуків  $Y$  дозволяє отримати відображення в ортогональній системі координат тільки деяких окремих структурних особливостей досліджуваного масиву даних у формі графічних проєкцій складових багатовимірних відгуків  $Y^j$  на площині головних компонент, як показано на рис. 4, а.

На діаграмі рис. 4, б показана угруповання спостережень  $Y^j$  за факторними ознаками на тлі пояснюють складових  $x_m$  (пунктирні лінії) зв'язаних з власними векторами масиву  $X$  (ординаційний триплот).

Відзначимо, що використання ординації PCA представляє собою метод згладжування випадкових флуктуацій даних і сприяє побудові більш стабільних (робастних) кластерних структур. Застосування прямої ординації дозволяє поєднати операції ієрархічного утворення об'єктів по розділяючим предикторам масиву  $X$  і проєціювання багатовимірних

даних масиву відгуків  $Y$  у просторі головних компонент.

Для оцінювання компонентного взаємозв'язку між двома масивами багатовимірних змінних  $X$  і  $Y$  використовувалися статистичні процедури канонічної ординації: канонічний аналіз відповідностей (CCA) і неметричне багатовимірне шкалювання (NMDS).

Наведемо результати NMDS, коли визначається найменш перекручена метрика дистанцій між двовимірними проєкціями значень  $Y^j$  на осі головних компонент. Дана метрика відстані визначається за коефіцієнтом кореляції Спірмена для кожного з варіантів метрики дистанцій у просторах відгуків  $Y^j$  і предикторів  $X^j$ . Результати NMDS: проєкції значень відгуків  $Y^j$  на осі ординації NMDS1-NMDS2 і зв'язок з компонентами предикторів  $\{x_1, \dots, x_m\}$  показані на рис. 5.

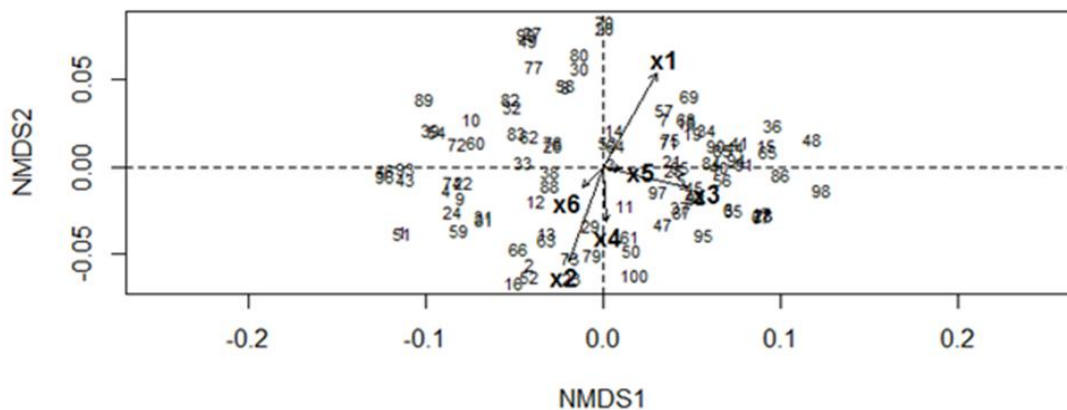


Рис. 5. Результати ординації значень відгуків  $Y^j$  на осі NMDS1-NMDS2 і зв'язок з компонентами предикторів  $\{x_1, \dots, x_m\}$

При побудові дерев регресії масиву екзогенних змінних  $X$  з багатовимірними відгуками  $Y$  (MRT) вирішується задача оцінювання впливу складових екзогенних змінних  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на сукупну змінність складових багатовимірних відгуків  $\{y_1, \dots, y_k\}$ , як показано на рис. 6.

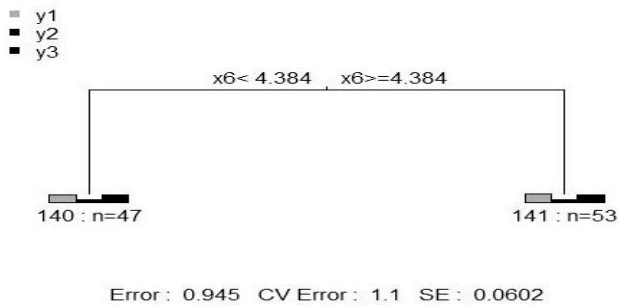


Рис. 6. MRT з багатовимірним відгуком і розділяючими компонентами масиву екзогенних змінних  $X$

MRT формуються в результаті рекурсивної операції поділу рядків масиву даних відгуків  $Y$  на однорідні підмножини з використанням масиву екзогенних змінних  $X$  як розділяючих параметрів.

Дерева MRT дають візуалізацію впливу складових екзогенних змінних  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на формування масиву багатовимірних відгуків  $Y$  і показують, які складові масиву  $X$  ініціюють розбиття досліджуваної сукупності  $Y$  в вузлах регресійного дерева а також визначають склад сформованих об'єктів  $Y$ .

Результати свідчать про значні можливості MSA при аналізі часових багатовимірних даних для

Таблиця 1. Параметри очікуваного внеску компонент  $x_m$  у загальну варіацію даних масиву  $X$

Parameters	Comp.	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5	Comp.6
Standard deviation		1.1597	1.0287	0.9966	0.9712	0.9378	0.8486
Proportion of Variance		0.2264	0.1781	0.1672	0.1588	0.1480	0.1212
Cumulative Proportion		0.2264	0.4046	0.5718	0.7306	0.8787	1.0000

В основу критерію результативності кластеризації покладено метрична гіпотеза компактності. Якщо вдається знайти таке розбиття спостережень на групи, що відстані між спостереженнями з однієї групи (intra-cluster distances) будуть менше деякого значення  $\varepsilon > 0$ , а між спостереженнями з різних груп (cross-cluster distance) – більше  $\varepsilon$ , то кластеризація успішна. За цим критерієм отримані результати оцінки якості кластеризації за тестом Загоруйко для кластерів масиву багатовимірних даних  $X$  (рис. 3б), як показано в табл. 2.

У табл. 2 по головній діагоналі розміщені середні внутрішньокластерні відстані, які менше, ніж міжкластерні відстані (недіагональні елементи таблиці), що говорить про допустимість розбиття простору значень масиву  $X$  на два кластери. Операція

практичного застосування забезпечення якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва.

### Обговорення результатів дослідження

У статті представлені результати дослідження на етапі проектування процесу виробництва, в ході якого проводився багатовимірний статистичний аналіз причинно-наслідкових зв'язків між змінністю компонентів відгуку процесу і дією певних факторів, які ототожнюються з технологічними параметрами процесу. Дослідження містить елементи розвідувального, описового та аналітичного статистичного аналізу.

Оцінка "важливості" предикторів  $\{x_1, \dots, x_m\}$  (variable importance) і тенденція до кластеризації масиву  $X$  з урахуванням можливої мультиколінеарності компонент оцінювалися за допомогою методу головних компонент PCA і візуалізації тенденцій утворення кластерів (VAT). Метод PCA дає значення відносного очікуваного вкладу кожної компоненти (Comp.m) у загальну варіацію даних, як показують дані в табл. 1.

Відзначимо, що всі компоненти багатовимірних масиву  $X$  характеризуються практично рівним внеском (proportions of variance 16.6%) в очікуваний розкид і разом дають сумарний внесок 100%. Доступна в цьому тесті оцінка тенденції кластеризації характеризується статистикою Хопкінса (The Hopkins statistic, 0.5087), яка показує помірну схильність до утворення кластерів при випадковому розкиді даних.

трансформації однорідної таблиці спостережень ендogenous змінних  $Y$  в таблицю з факторними змінними була проведена після дослідження особливостей цього масиву.

Таблиця 2. Результати оцінки якості кластеризації за тестом Загоруйко

№	Cl. dist.	Cl. dist. 1	Cl. dist. 2
1		3.044665	3.623451
2		3.623451	3.009617

Результати проєкції в ортогональній системі координат головних компонент деяких внутрішніх особливостей зв'язку складових масиву багатовимірних відгуків  $Y$  (непряма ординація) показані в табл. 3.

**Таблиця 3.** Результати непрямой ординації масиву даних  $Y$  на осі головних компонент

Dim.	Dim. 1	Dim. 2	Dim. 3
$y_1$	43.56287	10.7237730	45.71336
$y_2$	8.30943	88.6417708	3.04880
$y_3$	48.12770	0.6344562	51.2378

З табл. 3 видно, що складові масиву відгуків  $Y - \{y_1, \dots, y_k\}$  за ступенем свого вкладу в компоненти розкладання Dim1, Dim2, Dim3 фактори не утворюють і мають слабку кореляцію. Непряма ординація обмежується тільки оцінкою розподілу складових  $\{y_1, \dots, y_k\}$  на площині головних компонент і інтерпретацією вкладу кожної складової. Пряма ординація дозволяє встановити відповідність змінювання багатовимірних значень відгуків  $Y$  з впливом екзогенних змінних  $\{x_1, \dots, x_m\}$ .

Пряма ординація масиву відгуків (рис. 4б) показана на тлі складових  $\{x_1, \dots, x_m\}$  (пунктирні лінії) і пов'язує внутрішні закономірності відгуків  $Y^j$  з факторизованим впливом критичних параметрів процесу  $Y^j$ . Попадання відгуків  $Y^j$  у обидва факторних об'єкти свідчить про слабку кореляцію складових  $\{y_1, \dots, y_k\}$  і переважання випадкових впливів компонент  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на змінність складових відгуків. Цей факт обумовлює необхідність провести дослідження компонентного впливу пре дикторів  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на змінність складових багатовимірної залежної випадкової величини  $Y^j$ .

Результат переважання впливу випадкової складової варіабельності компонент  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на компоненти багатовимірних відгуків  $Y^j$  підтверджується неметричним багатовимірним шкалюванням (NMDS) проєкцій значень масиву  $Y$  на осі ординації NMDS1-NMDS2.

Метод NMDS найбільш застосовується для масивів даних з істотним впливом випадкових або неврахованих факторів, як у даному випадку. Результати застосування методу NMDS зведені в табл. 4.

**Таблиця 4.** Результати NMDS масиву відгуків  $Y$  на осі NMDS1-NMDS2 і зв'язок з предикторами  $\{x_1, \dots, x_m\}$ 

NMDS	NMDS1	NMDS2	r2	Pr(>r)
$x_1$	0.48665	0.87360	0.0329	0.201
$x_2$	-0.33369	-0.94268	0.0292	0.239
$x_3$	0.97049	-0.24114	0.0213	0.327
$x_4$	0.06534	-0.99786	0.0087	0.665
$x_5$	0.99269	-0.12071	0.0010	0.960
$x_6$	-0.71850	-0.69552	0.0024	0.900

З табл. 4 випливає, що при низькій статистичній значущості впливу екзогенних змінних на відгуки  $Y^j$

має місце висока кореляція деяких складових  $\{x_1, \dots, x_m\}$  з осями ординації (наприклад,  $x_5$  з NMDS1 і  $x_4$  з NMDS2).

При інтерпретації (рис. 5) необхідно мати на увазі, що на результат неметричного шкалювання багатовимірних відгуків  $Y^j$  накладаються складові екзогенних змінних  $\{x_1, \dots, x_m\}$  у залежності від розрахованих коефіцієнтів кореляції кожної зі складових  $x_m$  з осями ординації NMDS1-NMDS2. З рис. 5 видно, що модель NMDS навіть при невеликій кількості компонент багатовимірних даних  $X$  і  $Y$  дає тільки умовне уявлення про вплив екзогенних змінних  $\{x_1, \dots, x_m\}$  на відгук  $Y^j$ .

Деталізація впливу компонент  $\{x_1, \dots, x_m\}$  здійснюється шляхом проєкції на ординацію відгуків  $Y^j$  ізоліній згладжених компонент  $x_m$  за даними масиву  $X$ . Відзначимо, що при збільшенні числа компонент а також при слабкій тенденції значень масивів  $X$  і  $Y$  до кластеризації аналіз ускладнюється.

На заключному етапі аналізу було сформовано MRT масиву екзогенних змінних  $X$  з багатовимірним відгуком  $Y$ , як показано на рис. 6. Для даного MRT "листя" є кластери об'єктів  $Y$  з мінімальними відмінностями між даними в багатовимірному просторі у межах кожного кластера. Зауважимо, що для пояснення впливу змінних  $x_m$  на відгуки  $Y^j$  програмний пакет MRT має опцію вибору різного числа кластерів. Для даного MRT (рис. 6) розділяючою змінною є компонента  $x_6$ , яка утворює рівнозначні кластери з практично рівним числом спостережень (47 і 53) при відсутності явного домінування складових  $y_k$ .

Обговорення показує, що експериментальні дані комп'ютерного формату потребують на процедури обробки, аналізу та інтерпретації, які визначають потенційно можливі закономірності і залежності між окремими компонентами і об'єктами часових багатовимірних даних з метою практичної інтерпретації і застосування на етапі проектних розробок процесу виробництва.

## Висновки

У статті запропоновано та розкрито метод вирішення актуального завдання забезпечення якості продукції на етапі первинного проектування процесу виробництва відповідно до сучасної процесно-аналітичної методології – "якість через дизайн" QbD.

Наукова новизна запропонованого методу полягає в послідовному використанні процедур кластеризації і факторизації критичних атрибутів якості для аналізу характеру і міри впливу критичних параметрів виробництва на критичні атрибути якості товару. При цьому важливо, що кластеризація критичних параметрів виробництва ототожнюється з факторами зовнішнього і внутрішнього впливу на процес виробництва, який виражається в змінності досліджуваних параметрів.

Ідея конструювання функції якості процесу виробництва на кожному з його етапів з метою отримання передбачуваних значень атрибутів критичної якості продукту при варіабельності значень критичних параметрів процесу в межах допусків реалізується за допомогою методів багатовимірного статистичного аналізу. Ці методи застосовуються в ході проведення статистичних експериментів з багатовимірними масивами критичних атрибутів якості для забезпечення якості продукції вже на етапі первинного проектування процесу виробництва.

Результати проведених досліджень є наслідком комбінування каузальних методів багатовимірного статистичного аналізу, які дозволяють отримувати кількісні показники з адекватною практичною інтерпретацією впливу критичних параметрів процесу на критичні атрибути якості продукту.

Перспектива подальших досліджень полягає в синтезі або застосуванні робастних методів забезпечення стандартних показників критичних атрибутів якості продукції, які стійкі до впливу різних факторів середовища і до варіабельності критичних параметрів процесу виробництва.

### Список літератури

- Deming W. E. Out of the crisis. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 507 p.
- Lionberger R. A., Lee S. L., Lee L. M., Raw A., Lawrence X. Yu. Quality by Design: Concepts for ANDAs. *American Association of Pharmaceutical Scientists journal*. Jun. 2008. No. 10 (2). P. 268–276. DOI: <https://doi.org/10.1208/s12248-008-9026-7>.
- ICH Q8. Pharmaceutical Development. URL: <http://www.ich.org/products/guidelines/quality/quality-single/article/pharmaceutical-development.html> (Last accessed: 12.08.2018).
- Eshan S. J. A Case Study on Quality Function Deployment (QFD). *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. Nov-Dec. 2012. Vol. 3. Issue 6. P. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.9790/1684-0362735>.
- Zhang L., Mao S. Application of quality by design in the current drug development. *Asian journal of pharmaceutical sciences*. 12 (2017). No. 103. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2016.07.006>.
- Guidance for Industry PAT – A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance. URL: <http://www.fda.gov/cder/OPS/PAT.htm> (Last accessed: 12.08.2018).
- ISO 9001: 2015. Quality management systems. URL: <https://www.iso.org/standard/62085.html> (Last accessed: 02.08.2018).
- ISO 22000: 2005. Food safety management systems. URL: <https://www.iso.org/standard/35466.html> (Last accessed: 02.08.2018).
- Legendre P. Short course on Advanced spatial ecology. Research Center of Plant Ecology and Biodiversity Conservation. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. 1-5 July 2006. P. 575–600. URL: [http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre\\_Canonical.pdf](http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre_Canonical.pdf) (Last accessed: 12.08.2018).
- Rao S., Samant P., Kadampatta A., Shenoy R. An Overview of Taguchi Method: Evolution, Concept and Interdisciplinary Applications. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. October 2013. Vol. 4, Issue 10. P. 621–626. URL: <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?An-Overview-of-Taguchi-Method-Evolution-Concept-and-Interdisciplinary-Applications.pdf> (Last accessed: 02.08.2018).
- Coghlan A. A Little Book of R for Multivariate Analysis, Release 0.1. 19 2017. 47p. URL: <http://a-little-book-of-r-for-time-series.readthedocs.org/> (Last accessed: 12.08.2018).
- Food and Drug Administration. Final Report on Pharmaceutical cGMPs for the 21st Century – A Risk Based Approach. URL: <https://www.fda.gov/downloads/drugs/developmentapprovalprocess/manufacturing/questionsandanswersoncurrentgoodmanufacturingpracticescgmppfordrugs/ucm176374.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).
- Kannissery P., Tahir M. A., Charoo N. A., Ansari S. H., Ali J. Pharmaceutical product development: A quality by design approach. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*. Jul-Sep 2016. No. 6 (3). P. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.4103/2230-973X.187350>.
- ISO 31000 Risk management. URL: <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html> (Last accessed: 02.08.2018).
- Guidance for Industry. PAT – A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance. URL: <https://www.fda.gov/downloads/drugs/guidances/ucm070305.pdf> (Last accessed: 02.08.2018).
- Mohamed I. Progressive Modeling: The Process, the Principles, and the Applications. *Procedia Computer Science*. 2013. Vol. 16. P. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.005>.
- Araujo F. Variable selection methods in multivariate statistical process control: A systematic literature review. Department of Industrial Engineering: Federal University of Rio Grande do Sul, 90035-190 Porto Alegre, RS, Brazil. *Computers & Industrial Engineering*. January 2018. Vol. 115. P. 603–619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.12.006>.
- Göhler S. M., Husung S., Howard T. J. The Translation between Functional Requirements and Design Parameters for Robust Design. *Procedia College International pour la Recherche en Productique (CIRP)*. 2016. Vol. 43. P. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.028>.
- Gausemeier J., Gaukster T., Tschirner C. Systems Engineering Management Based on a Discipline-Spanning System Model. *Procedia Computer Science*. 2013. Vol. 16. P. 303–312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.032>.
- MacCalman A., Kwak H., McDonald M., Upton S. Capturing Experimental Design Insights in Support of the Model-based System Engineering Approach. *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 44. P. 315–324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.030>.
- Kaiser L., Bremer C., Dumitrescu R. Exhaustiveness of Systems Structures in Model-Based Systems Engineering for Mechatronic Systems. *Procedia Technology*. 2016. Vol. 26. P. 428–435. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.055>.
- MacCalman A., Lesinski G., Goerger S. Integrating External Simulations Within the Model-Based Systems Engineering Approach Using Statistical Metamodels. *Procedia Computer Science*. 2016. Vol. 95. P. 436–441. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.309>.

23. Lemazurier L., Chapurlat V., Grossetête A. An MBSE Approach to Pass from Requirements to Functional Architecture. *International Federation of Accountants (IFAC): Papers OnLine*. July 2017. Vol. 50, Issue 1. P. 7260–7265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1376>.
24. Clement S., Register A., Wise R. Key Enablers for Leveraging Non-Development Items in a System. *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 44. P. 164–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.009>.
25. Cohen J., Cohen P., West S. G., Aiken L. S. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. Mahwah, New Jersey, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. Third Edition. 2003. 703 p.
26. Azevedo A., Santos M. F. KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview. IADIS European Conference on Data Mining: Amsterdam, the Netherlands, 22-27 July 2008. Proceedings of the IADIS European Conference on Data Mining, 2008. P. 182–185. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/7dfe/3bc6035da527deaa72007a27cef94047a7f9.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).

## References

1. Deming, W. E. (1986), *Out of the crisis*, Cambridge University Press, Cambridge, 507 p.
2. Lionberger, R. A., Lee, S. L., Lee, L. M., Raw, A., Lawrence, X. Yu. (2008), "Quality by Design: Concepts for ANDAs", *American Association of Pharmaceutical Scientists journal*, No. 10 (2), P. 268–276. DOI: <https://doi.org/10.1208/s12248-008-9026-7>.
3. ICH Q8, "Pharmaceutical Development", available at: <http://www.ich.org/products/guidelines/quality/quality-single/article/pharmaceutical-development.html> (Last accessed: 02.08.2018).
4. Eshan, S. J. (2012), "A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)", *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, Vol. 3, Issue 6, P. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.9790/1684-0362735>.
5. Zhang, L., Mao, S. (2017), "Application of quality by design in the current drug development", *Asian journal of pharmaceutical sciences*, No. 103, P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2016.07.006>.
6. "Guidance for Industry PAT – A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance", available at : <http://www.fda.gov/cder/OPS/PAT.htm> (Last accessed: 02.08.2018).
7. ISO 9001: 2015, "Quality management systems", available at : <https://www.iso.org/standard/62085.html> (Last accessed: 02.08.2018).
8. ISO 22000: 2005, "Food safety management systems", available at : <https://www.iso.org/standard/35466.html> (Last accessed: 02.08.2018).
9. Legendre, P. (2006), "Short course on Advanced spatial ecology", Research Centre of Plant Ecology and Biodiversity Conservation. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, P. 575–600, available at : [http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre\\_Canonical.pdf](http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre_Canonical.pdf) (Last accessed: 12.08.2018).
10. Rao, S., Samant, P., Kadampatta, A., Shenoy, R. (2013), "An Overview of Taguchi Method: Evolution, Concept and Interdisciplinary Applications", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 4, Issue 10, P. 621–626, available at : <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?An-Overview-of-Taguchi-Method-Evolution-Concept-and-Interdisciplinary-Applications.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).
11. Coghlan, A. (2017), *A Little Book of R for Multivariate Analysis*, Release 0.1, available at : <http://a-little-book-of-r-for-time-series.readthedocs.org/> (Last accessed: 12.08.2018).
12. "Food and Drug Administration. Final Report on Pharmaceutical cGMPs for the 21st Century – A Risk Based Approach", available at : <https://www.fda.gov/downloads/drugs/developmentapprovalprocess/manufacturing/questionsandanswersoncurrentgoodmanufacturingpracticescgmppfordrugs/ucm176374.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).
13. Kannissery, P., Tahir, M. A., Charoo, N. A., Ansari, S. H., Ali, J. (2016), "Pharmaceutical product development: A quality by design approach", *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, No. 6 (3), P. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.4103/2230-973X.187350>.
14. ISO 31000, "Risk management", available at : <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html> (Last accessed: 12.08.2018).
15. "Guidance for Industry. PAT – A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance", available at : <https://www.fda.gov/downloads/drugs/guidances/ucm070305.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).
16. Mohamed, I. (2013), "Progressive Modeling: The Process, the Principles, and the Applications", *Procedia Computer Science*, Vol. 16, P. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.005>.
17. Araujo, F. (2018), "Variable selection methods in multivariate statistical process control: A systematic literature review", Department of Industrial Engineering: Federal University of Rio Grande do Sul, 90035-190 Porto Alegre, RS, Brazil, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 115, P. 603–619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.12.006>.
18. Göhler, S. M., Husung, S., Howard, T. J. (2016), "The Translation between Functional Requirements and Design Parameters for Robust Design", *Procedia College International pour la Recherche en Productique (CIRP)*, Vol. 43, P. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.028>.
19. Gausemeier, J., Gaukster, T., Tschirner, C. (2013), "Systems Engineering Management Based on a Discipline-Spanning System Model", *Procedia Computer Science*, Vol. 16, P. 303–312, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.032>.
20. MacCalman, A., Kwak, H., McDonald, M., Upton, S. (2015), "Capturing Experimental Design Insights in Support of the Model-based System Engineering Approach", *Procedia Computer Science*, Vol. 44, P. 315–324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.030>.
21. Kaiser, L., Bremer, C., Dumitrescu, R. (2016), "Exhaustiveness of Systems Structures in Model-Based Systems Engineering for Mechatronic Systems", *Procedia Technology*, Vol. 26, P. 428–435. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.055>.
22. MacCalman, A., Lesinski, G., Goerger, S. (2016), "Integrating External Simulations Within the Model-Based Systems Engineering Approach Using Statistical Metamodels", *Procedia Computer Science*, Vol. 95, P. 436–441. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.309>.
23. Lemazurier, L., Chapurlat, V., Grossetête, A. (2017), "An MBSE Approach to Pass from Requirements to Functional Architecture", *International Federation of Accountants (IFAC): Papers OnLine*, Vol. 50, Issue 1, P. 7260–7265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1376>.

24. Clement, S., Register, A., Wise, R. (2015), "Key Enablers for Leveraging Non-Development Items in a System", *Procedia Computer Science*, Vol. 44, P. 164–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.009>.
25. Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., Aiken, L. S. (2003), *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*, Mahwah, New Jersey, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Third Edition, 703 p.
26. Azevedo, A., Santos, M. F. (2008), "KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview", IADIS European Conference on Data Mining : Amsterdam, the Netherlands, 22-27 July 2008, *Proceedings of the IADIS European Conference on Data Mining*, P. 182–185, available at : <https://pdfs.semanticscholar.org/7dfe/3bc6035da527deaa72007a27cef94047a7f9.pdf> (Last accessed: 12.08.2018).

Надійшла (Received) 20.08.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Гаврилко Євген Володимирович** – доктор технічних наук, доцент, Державний університет телекомунікацій, професор кафедри комп'ютерної інженерії, м. Київ, Україна; e-mail: [dut.aspirantura@ukr.net](mailto:dut.aspirantura@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6107-8918>.

**Гаврилко Евгений Владимирович** – доктор технических наук, доцент, Государственный университет телекоммуникаций, профессор кафедры компьютерной инженерии, г. Киев, Украина.

**Navrylko Yevhen** – Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, State University of Telecommunications, Professor at the Department of Computer Sciences, Kyiv, Ukraine.

**Курченко Олег Анастасійович** – кандидат технічних наук, доцент, Державний університет телекомунікацій, завідувач кафедри управління інформаційною та кібернетичною безпекою, м. Київ, Україна; e-mail: [kuro1@ukr.net](mailto:kuro1@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3507-2392>.

**Курченко Олег Анастасиевич** – кандидат технических наук, доцент, Государственный университет телекоммуникаций, заведующий кафедрой управления информационной и кибернетической безопасности, г. Киев, Украина.

**Kurchenko Oleg** – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, State University of Telecommunications, Head at the Department of Management of Information and Cyber Security, Kyiv, Ukraine.

**Терещенко Ігор Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри інфокомунікаційної інженерії, м. Харків, Україна; e-mail: [iter@ukr.net](mailto:iter@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6197-1914>.

**Терещенко Игорь Владимирович** – кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент кафедры инфокоммуникационной инженерии, г. Харьков, Украина.

**Tereshchenko Igor** – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, Kharkiv National University of Radio Electronics, Assistant Professor at the Department of Infocommunication Engineering, Kharkiv, Ukraine

**Терещенко Антон Ігорович** – Державний університет телекомунікацій, аспірант кафедри управління інформаційною та кібернетичною безпекою, м. Київ, Україна; e-mail: [vti62@ukr.net](mailto:vti62@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3507-2392>.

**Терещенко Антон Игоревич** – Государственный университет телекоммуникаций, аспирант кафедры управления информационной и кибернетической безопасности, г. Киев, Украина.

**Tereshchenko Anton** – State University of Telecommunications, Post-graduate Student at the Department of Management of Information and Cyber Security, Kyiv, Ukraine.

## МЕТОД МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ МНОГОМЕРНЫХ КРИТИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА С ФАКТОРИЗАЦИЕЙ ДАННЫХ

**Объектом** исследования является процесс обеспечения качества продукции на этапе первоначального проектирования процесса производства. **Предметом** исследования являются информационные технологии оценки факторного влияния критических параметров процесса производства (CPPs, critical process parameters) на критические атрибуты качества продукта (CQAs, critical quality attributes). **Цель** – применение предложенного метода для определения особенностей и характеристик зависимости изменения критических атрибутов качества продукта от изменения критических параметров процесса производства. **Задача**: определение структуры и иерархии временных многомерных данных критических параметров процесса производства и критических атрибутов качества продукта, а также качественной и количественной мер отношений между сформированными объектами указанных параметров. **Методы**. Последовательно используются: статистические процедуры разведывательного многомерного анализа данных; преобразование однородных наблюдаемых матриц значений CPPs и CQAs в таблицу с факторизованными данными; построение деревьев регрессии многомерных CPPs с многомерными ответами CQAs. Методы реализуют программное обеспечение пакетов языка R. Получены следующие **результаты**. Предложен метод решения задачи обеспечения качества продукции на этапе первоначального проектирования процесса производства в соответствии с актуальной процессно-аналитической технологии конструирования современных сертифицированных производств – "качество через дизайн" QbD (Quality-by-Design). Предложенный метод факторизации временных многомерных критических параметров процесса производства и критических атрибутов качества продукта позволяет увеличить число степеней свободы для многомерного статистического анализа MSA (Multivariate Statistical Analysis) влияния факторов (классов) критических параметров процесса производства на многомерные критические атрибуты качества продукта. Приведены и проанализированы результаты использования метода на примере массивов данных с применением пакетов объектно-ориентированного языка программирования R. **Выводы**. Предложенный метод статистического анализа совместно со статистическим многомерным каноническим анализом представляют актуальную

информационную технологию детального оценивания влияния объектов временных многомерных данных критических параметров процесса производства и отдельных составляющих на критические атрибуты качества продукта. Метод ориентирован на практическое применение с целью обеспечения качества продукции на этапе проектирования (совершенствования) производств.

**Ключевые слова:** качество через дизайн; атрибуты критического качества; критические параметры процесса; дизайн эксперимента; многомерный статистический анализ.

## THE METHOD OF MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS OF TIME MULTIVARIATE CRITICAL ATTRIBUTES OF MANUFACTURING QUALITY WITH DATA FACTORIZATION

The **object** of the study is the process of product quality assurance at the stage of the initial design of the manufacturing process. The **subject** matter is informational technologies for assessing the factor influence of critical parameters of the process of manufacturing (CPPs) on the critical quality attributes of a product (CQAs). The **goal** of the study is to use the method of multivariate statistical analysis for assessing the character and features of the influence of time multivariate critical process parameters on time multivariate critical quality attributes at the stage of designing the manufacturing process. The **task** of the study is to determine the structure and hierarchy of time multivariate data of CPPs and CQAs and to determine qualitatively and quantitatively the relationship among the formed objects of the specified parameters. The following **methods** were consistently used – statistical procedures of the exploratory analysis of multivariate data; transforming the homogeneous observed values matrices of CPPs and product CQAs into the data table with factorized data; deriving the regression trees of multivariate CPPs with multivariate responses (CQAs). The methods implement the software packages of the R language. The following **results** were obtained – the method to solve the problem of product quality assurance at the stage of designing the initial manufacturing process in accordance with the process-analytical technology for designing modern certified manufacturing standards such as QbD (Quality-by-Design) is suggested. The method uses the information technologies of multivariate statistical analysis (MSA) to evaluate the influence of time multivariate critical process parameters (CPPs) on the time product critical quality attributes (CQAs). Preparatory transformation of clusters of critical process (manufacture process) parameters into factors of product critical quality attributes was carried out. Factorized time multivariate CPPs enable using the methods of multivariate statistical analysis for assessing the impact of CPP factors on the time multivariate CQAs. **Conclusions.** This method of statistical analysis along with statistical multivariate canonical analysis present the up-to-date information technology for the detailed assessment of the influence of time multivariate CPP objects and some CPP components on CQAs. The method is oriented to practical application to assure the quality of products at the stage of designing (improving) manufacturing processes.

**Keywords:** quality-by-design; critical quality attributes; critical process parameters; the design of experiments; multivariate statistical analysis.

---

А. А. ДОРОХІНА, А. Ю. СТАРОСТИНА, Р. В. АРТЮХ, В. ГОПЄНКО

## РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ ЗМІСТУ ПОРТФЕЛЮ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ

**Предметом** дослідження в статті є процеси планування змісту портфелю будівельних проектів. **Мета** роботи - виявлення зв'язків між основними елементами змісту будівельних проектів у складі портфелю з урахуванням інтересів зацікавлених сторін. В статті вирішуються наступні завдання: визначення структури цілей та робіт портфеля будівельних проектів, зв'язків між елементами вказаних структур, побудова матриць взаємозв'язків "цілі-роботи", "цілі-стейкхолдери", обчислення матриці зв'язків "стейкхолдери-роботи". Використовуються такі **методи**: методології управління проектами, теорія цінностей, системний підхід, теорія графів, матриці відповідності. Отримано наступні **результати**: Розглянуто вимоги до складання попереднього плану залучення зацікавлених сторін проекту. Виділено чинники середовища проекту, які можуть впливати на планування залучення зацікавлених сторін. Перелічено основні етапи систематизації компонентів змісту портфеля інвестиційно-будівельних проектів. Для формалізованого подання структури цілей та робіт портфеля будівельних проектів розроблено структурні ієрархічні моделі. Зв'язки між елементами вказаних структур реалізовано у вигляді графових структур. Запропоновано формалізований опис взаємозв'язку між зазначеними моделями у вигляді матричних проекцій. Побудовані матричні проекції взаємозв'язків "цілі-роботи" (на першому та другому рівнях уявлення) та "цілі-стейкхолдери" (та другому рівні). Обчислено матрицю зв'язків "стейкхолдери-роботи". **Висновки**: Таким чином, вдосконалено уявлення змісту портфеля інвестиційно-будівельних проектів шляхом систематизації його елементів, що дає можливість визначити відповідність цілей, робіт і стейкхолдерів проекту для підвищення ефективності досягнення цілей і задоволення зацікавлених осіб портфеля проектів. Наступним кроком дослідження планується кількісне визначення ступеню зацікавленості стейкхолдерів у виконанні відповідних робіт. На основі отриманих оцінок можна здійснювати управління залученням зацікавлених сторін та певних фазах життєвого циклу портфеля проектів.

**Ключові слова**: зв'язки між елементами проекту; матриці взаємозв'язків; інтереси стейкхолдерів проекту; роботи проекту будівництва.

### Вступ

В останні роки в Україні активізувалася будівельна галузь. Актуального значення набуває управління процесами в швидко мінливих умовах, вміння своєчасно адаптуватися до дійсності, відповідати сучасним вимогам якісного продукту. Керівництво нашої держави в значній мірі звертає увагу на вивчення зарубіжного досвіду в формуванні нормативної бази будівництва, включаючи як технічні, так і економічні підходи, на використання передових методик управління вартістю інвестиційно-будівельних проектів.

Інвестиційно-будівельні проекти – це один з видів проектів, що утворюють, як правило, великий бізнес. З точки зору обсягів капітальних витрат саме будівельний бізнес є показовим для створення проектно-орієнтованих холдингів і структур. Безумовно, можна уявити собі процесно-орієнтований будівельний бізнес, але в реальності навіть, наближені до нього компанії є проектно-орієнтованими.

В умовах ринкових відносин актуальною стає проблема системного управління проектами. Це означає вирішення завдання переходу від застосування розрізаних методів та інструментів, які не дають вже необхідного ефекту, до побудови комплексної і взаємозалежної системи управління.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сей час авторами публікацій з управління будівельними проектами приділяється увага формалізації опису впливу факторів зовнішнього оточення будівельного проекту, з урахуванням їх

нестабільності, на хід підготовки будівництва та спорудження будівельних об'єктів [1, 2].

Відзначається вплив інжинірингових компаній, що використовують проектно-орієнтовану систему управління, на ефективність використання інвестиційних ресурсів, якості, надійності і безпеки проектів. Ці компанії є координатором взаємодій всіх учасників життєвого циклу проекту [3].

Приділяється увага портфельному підходу до реалізації інвестиційно-будівельних проектів. До процесу відбору проектів у портфель залучається "оцінка проекту бенефіціарами" – зацікавленими сторонами [4].

Для організації інформації про зацікавлені сторони та їхні стосунки один з одним використовують метод асоціативних карт [5], але для портфеля будівельних проектів він непридатний зважаючи на велику кількість асоціативних зв'язків.

### Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

На відміну від інших проектів, саме інвестиційно-будівельні проекти зачіпають велику кількість зацікавлених сторін (стейкхолдерів), з різними очікуваннями від проекту, які в інших типах проектів взагалі не присутні, не виявляються або не можуть з'явитися в силу специфіки проектів. У будівельні проекти залучені різні типи стейкхолдерів:

- регулюючі органи;
- платники податків;
- інвестори;
- виконавці;
- жителі;

- роботодавці;
- ділове оточення бізнесу в цілому.

Таке залучення зацікавлених сторін обумовлено тим, що будівельний проект може дати поштовх розвитку економіки міста або регіону, а також створити ланцюг кластерно-мережних комунікацій, що ведуть до підвищення активності населення і рівня його задоволеності.

У будівельних проектах доводиться враховувати також наслідки будівництва і пуску в експлуатацію даного об'єкта з позиції впливу на навколишнє середовище і майбутні покоління. Кожна група стейкхолдерів має свої інтереси, які можуть бути виражені в цілях проекту. Так, для замовника проект – це центр генерації витрат або інвестицій. Для виконавця, такий проект – це об'єкт прибутку.

Залишається не вирішеним питання структурного опису та аналізу міри зацікавленості окремих стейкхолдерів на певні роботи портфелю проекту для залучення їх до управління проектом на окремих етапах життєвого циклу проекту.

Тому **метою** даної статті виявлення зв'язків між основними елементами змісту будівельних проектів у складі портфелю з урахуванням інтересів зацікавлених сторін.

Для цього слід вирішити наступні завдання:

- на основі структурованого уявлення цілей, робіт та стейкхолдерів будівельного портфелю проектів визначення зв'язків між їх елементами;
- побудова матриць взаємозв'язків "цілі-роботи", "цілі-стейкхолдери";
- на основі побудови вказаних матриць обчислення матриці зв'язків "стейкхолдери-роботи".

### Матеріали та методи

Розробка змісту проекту, що враховує різноманітні інформаційні потреби стейкхолдерів, здійснюється на ранньому етапі його життєвого циклу і оновлюється з урахуванням змін в співтоваристві зацікавлених сторін.

Попередній план залучення зацікавлених сторін розробляється після початкової ідентифікації складу стейкхолдерів. Для цього пропонується складання матриці відповідності "цілі-стейкхолдери", яка відображає ті цілі проекту, в яких зацікавлені окремі групи стейкхолдерів, а отже, беруть участь в їх досягненні. Якщо в процесі управління проектом для виконання окремих робіт активно залучати зазначених стейкхолдерів, то ефективність досягнення цілей проекту буде значно підвищена [6].

Стейкхолдери проекту впливають не тільки на цілі проекту в його змісті, але і на окремі роботи, що становлять розклад проекту. Розклад проекту містить операції, які можуть бути пов'язані з конкретними зацікавленими сторонами, які виступають в ролі або власників, або виконавців.

Ризики проекту також пов'язані з конкретними зацікавленими сторонами, які або виступають як джерела ризиків, або піддаються їх впливу.

Внесення оновлень в попередній план залучення зацікавлених сторін слід проводити:

- на початку нової фази життєвого циклу проекту;
- коли в організаційній структурі організації або в галузі відбуваються зміни;
- коли зацікавленими сторонами стають нові люди або групи, тобто діючі зацікавлені сторони виходять зі складу співтовариства зацікавлених сторін або змінюється значення тих чи інших зацікавлених сторін для успіху проекту;
- коли результати інших процесів проекту (наприклад управління змінами або управління ризиками) вимагають перегляду стратегії залучення зацікавлених сторін.

Результатами цих коригувань можуть бути зміни відносної важливості ідентифікованих раніше зацікавлених сторін для виконання конкретних робіт проекту.

Іноді вирішення проблем, що виникають в ході виконання проекту вимагає додаткових комунікацій із зацікавленими сторонами, на які ці проблеми впливають.

Слід враховувати також чинники середовища проекту, які можуть впливати на планування залучення зацікавлених сторін [7]:

- соціо-культурне, політичне середовище і модель керівництва організації;
- політику адміністрування персоналу;
- схильність до ризику зацікавлених сторін;
- встановлених каналів комунікацій;
- глобальні, регіональні або місцеві тенденції, практики або звичаї;
- географічний розподіл виробничих об'єктів і ресурсів.

### Результати досліджень

Виходячи зі складності портфелю будівельних проектів і неможливості повного опису його властивостей в рамках однієї структури, для формалізованого подання змісту портфелю проектів сформуємо такі структурні моделі [8]:

- модель структури цілей (обумовлених інтересами стейкхолдерів  $\{P\}$ ,  $p_i \in P, i = \overline{1, n}$ , модель структури цілей (обумовлених інтересами стейкхолдерів);
- модель структури портфелю проектів,  $\{W\}$ ,  $w_j \in W, j = \overline{1, m}$ , яка описує множина проектів, етапів і робіт, необхідних для досягнення цілей портфелю проектів;
- модель структури зацікавлених осіб (включаючи організаційну структуру виконавців проектів)  $\{S\}$ ,  $s_k \in S, k = \overline{1, t}$ , описує множина стейкхолдерів, інтереси яких відповідають цілям портфелю проектів.

В якості основних етапів побудови моделей змісту портфелю інвестиційно-будівельних проектів вкажемо:

- табличний опис WBS-структури портфеля проектів;  
 - графове уявлення структурних моделей портфеля проектів;  
 - формалізований опис елементів моделей портфеля проектів;

- матричне уявлення взаємозв'язків моделей портфеля проектів.

В таблиці 1 приведено приклад ієрархічної структури цілей портфеля проектів будівництва громадських будівель і споруд [9].

**Таблиця 1.** Ієрархічна структура цілей портфеля проектів будівництва

Назва цілі	Позначення цілі
Успішне виконання портфелю проектів будівництва громадських будівель і споруд	$P^{PP}$
1. Успішне виконання всіх підрозділів інвестиційного проекту у встановлені для нього терміни і бюджет	$P_1^{Proj}$
1.1 Підвищення ефективності інвестицій	$P_1^{GrTask}$
1.1.1 Своєчасне планування і розробка ідеї, маркетингової та функціональної концепції	$P_1^{Task}$
1.1.2 Своєчасний підбір земельної ділянки, об'єкта нерухомості для інвестування	$P_2^{Task}$
1.1.3 Своєчасний вибір схем фінансування інвестиційного проекту	$P_3^{Task}$
1.1.4 Своєчасна підготовка документів по бюджету, бізнес-плану	$P_4^{Task}$
1.2 Забезпечення експлуатаційних норм	$P_5^{Task}$
2. Успішне виконання всіх підрозділів девелоперського проекту у встановлені для нього терміни і бюджет	$P_2^{Proj}$
2.1 Успішне управління контрактами	$P_2^{GrTask}$
2.1.1 Своєчасна підготовка документів технічних завдань	$P_6^{Task}$
2.1.2 Успішне укладення контрактів з проектними організаціями	$P_7^{Task}$
2.1.3 Успішне планування, координація та контроль за проектно-будівельними контрактами	$P_8^{Task}$
2.1.4 Дотримання термінів і якості проектних робіт	$P_9^{Task}$
2.2 Своєчасне погодження та затвердження передпроектної та проектно-кошторисної документації	$P_3^{GrTask}$
2.3 Успішне управління інвестиціями	$P_4^{GrTask}$
2.3.1 Дотримання термінів будівництва	$P_{10}^{Task}$
2.3.2 Дотримання бюджету	$P_{11}^{Task}$
2.3.3 Своєчасна участь у здаванні об'єкта	$P_{12}^{Task}$
3. Успішне виконання всіх підрозділів будівельного проекту у встановлені для нього терміни і бюджет	$P_3^{Proj}$
3.1 Забезпечення технічних умов	$P_5^{GrTask}$
3.1.1 Своєчасне укладення контрактів з будівельними організаціями	$P_{13}^{Task}$
3.1.2 Своєчасна підготовка технічних умов на будівельне проектування спільно з проектною організацією і їх узгодження	$P_{14}^{Task}$
3.1.3 Своєчасне оформлення технічних умов на приєднання до зовнішніх інженерних мереж	$P_{15}^{Task}$
3.2 Своєчасна організація будівельного виробництва	$P_6^{GrTask}$
3.2.1 Своєчасна організація експертизи проектно-кошторисної документації	$P_{16}^{Task}$
3.2.2 Своєчасне оформлення дозволу на виконання будівельно-монтажних робіт	$P_{17}^{Task}$
3.2.3 Підвищення якості і скорочення термінів виконання робіт завдяки підрядникам і субпідрядникам	$P_{18}^{Task}$
3.2.4 Забезпечення якості робіт	$P_{19}^{Task}$
3.3 Своєчасне введення в експлуатацію	$P_7^{GrTask}$

WBS-структура містить кілька ієрархічних рівнів робіт проекту, і їх можна розділити на окремі

підмножини:  $W^{Proj}$ ,  $W^{GrTask}$ ,  $W^{Task}$  (приклад структури приведено в табл. 2).

Таблиця 2. WBS-структура портфеля проектів будівництва громадських будівель і споруд

Назва роботи	Позначення роботи
Портфель проектів будівництва громадських будівель і споруд	$W^{PP}$
1. Інвестиційний проект	$W_1^{Proj}$
1.1 Планування інвестицій	$W_1^{GrTask}$
Планування і розробка ідеї, маркетингової та функціональної концепції	$W_1^{Task}$
1.1.2 Підбір земельної ділянки, об'єкта нерухомості для інвестування	$W_2^{Task}$
1.1.3 Вибір схем фінансування інвестиційного проекту	$W_3^{Task}$
1.1.4 Складання бюджету, бізнес-плану	$W_4^{Task}$
1.2 Планування експлуатації об'єкту	$W_5^{Task}$
2. Девелоперський проект	$W_2^{Proj}$
2.1 Управління контрактами	$W_2^{GrTask}$
2.1.1. Підготовка технічних завдань	$W_6^{Task}$
2.1.2 Укладення контрактів з проектними організаціями	$W_7^{Task}$
2.1.3 Планування, координація та контроль за проектно-будівельними контрактами	$W_8^{Task}$
2.1.4 Управління проектуванням	$W_9^{Task}$
2.2 погодження та затвердження передпроектної та проектно-кошторисної документації	$W_3^{GrTask}$
2.3 Управління інвестиціями	$W_4^{GrTask}$
2.3.1 Контроль термінів будівництва	$W_{10}^{Task}$
2.3.2 Бюджетний контроль	$W_{11}^{Task}$
2.3.3 Участь у здаванні об'єкта	$W_{12}^{Task}$
3. Будівельний проект	$W_3^{Proj}$
3.1 Визначення технічних умов	$W_5^{GrTask}$
3.1.1 Укладення контрактів з будівельними організаціями	$W_{13}^{Task}$
3.1.2 Підготовка технічних умов на будівельне проектування спільно з проектною організацією і їх узгодження	$W_{14}^{Task}$
3.1.3 Оформлення технічних умов на приєднання до зовнішніх інженерних мереж	$W_{15}^{Task}$
3.2 Організація будівельного виробництва	$W_6^{GrTask}$
3.2.1 Організація експертизи проектно-кошторисної документації	$W_{16}^{Task}$
3.2.2 Оформлення дозволу на виконання будівельно-монтажних робіт	$W_{17}^{Task}$
3.2.3 Відбір (тендер) підрядників, субпідрядників, постачальників	$W_{18}^{Task}$
3.2.4 Технічний нагляд і контроль якості робіт	$W_{19}^{Task}$
3.3 Введення в експлуатацію	$W_7^{GrTask}$

Склад стейкхолдерів даного портфеля наведено в табл. 3 [7].

Для представлення структур моделей портфеля проектів та їх взаємозв'язку будемо використовувати основні поняття і методи теорії графів [6], які

дозволяють проводити структурний аналіз досліджуваного об'єкта, визначити зв'язність структури, її надмірність і компактність, ступінь централізації в структурі, ранг елемента і структурне сполучення елементів (рис. 1).

Таблиця 3. Склад та сутність зацікавлених сторін проекту

Зацікавлені сторони	Позначення
1	2
Споживачі	$S_1$
Органи влади	$S_2$
Інвестори	$S_3$

Закінчення таблиці 3

1	2
Девелопери	$S_4$
Замовники	$S_5$
Забудовники	$S_6$
Проектні інститути	$S_7$
Виробники (постачальники) матеріалів	$S_8$
Орендодавці будівельних машин і устаткування	$S_9$
Будівельно-монтажні організації (підрядник)	$S_{10}$
Реєстратори прав	$S_{11}$
Саморегульовані організації, галузеві асоціації (СРО)	$S_{12}$
Оператори управління нерухомістю	$S_{13}$

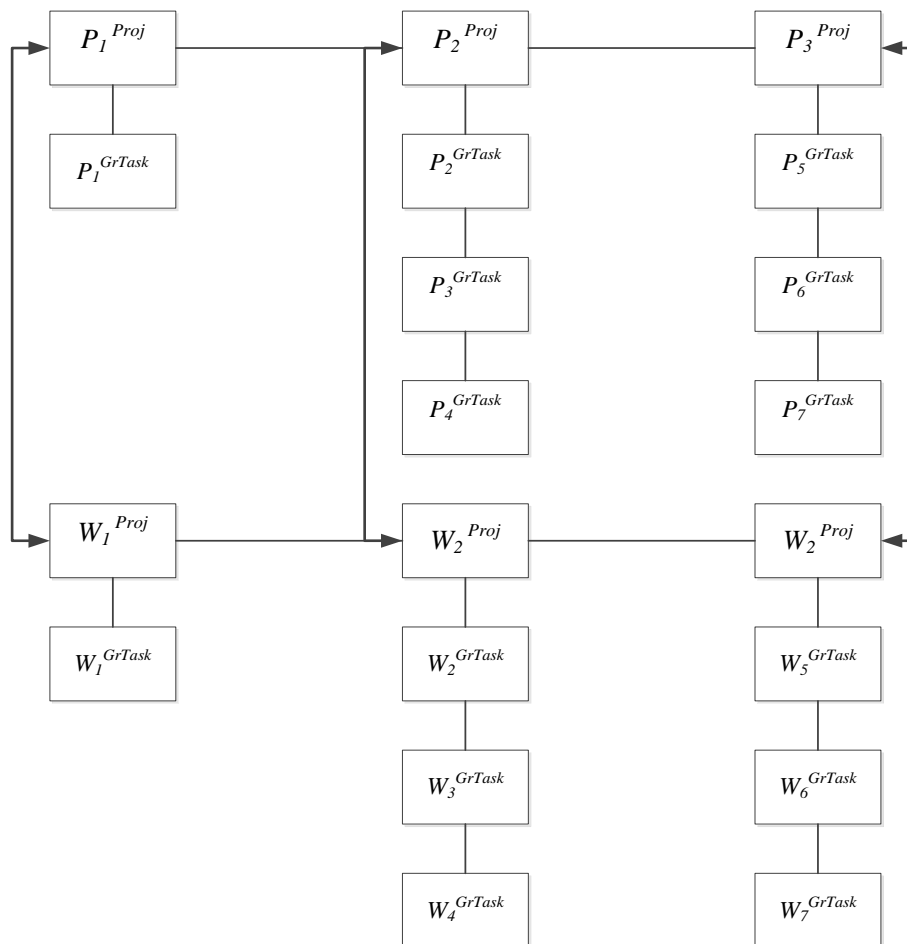


Рис. 1. Графове уявлення зв'язку елементів структур цілей та робіт портфелю проектів

Для формалізованого опису взаємозв'язку між зазначеними моделями портфелю будівельних проектів введемо такі матричні проекції:

- матрична проекція між моделлю структури цілей  $\{P\}$  і моделлю структури робіт  $\{W\}$ , яка встановлює відповідність робіт цілям портфелю:  
 $\|r(p, w)_{ij}\|, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ ,

$$r(p, w)_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{якщо } j - \text{а робота сприяє досягненню } i - \text{ї мети} \\ 0 & \text{якщо } j - \text{а робота не сприяє досягненню } i - \text{ї мети} \end{cases}; (1)$$

- матрична проекція між моделлю структури цілей (інтересів)  $\{P\}$  і моделлю структури стейкхолдерів  $\{S\}$ , яка встановлює відповідність цілей проекту інтересам стейкхолдерів:  
 $\|r(p, s)_{ik}\|, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, t}$ ,

$$r(p,s)_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{якщо } i - \text{а мета відображає інтерес } k - \text{го стейкхолдеру} \\ 0 & \text{якщо } i - \text{а мета не відображає інтерес } k - \text{го стейкхолдеру} \end{cases} \quad (2)$$

Приклади матричних проекцій "цілі-роботи" для першого рівня ієрархії приведено в табл. 4, а для другого рівня – в табл. 5.

Приклад матричної проекції "цілі-стейкхолдери" для другого рівня ієрархії цілей приведено в табл. 6.

**Таблиця 4.** Приклад матричної проекції "цілі-роботи" першого рівня

Проекції	Цілі першого рівня		
	$P_1^{Proj}$	$P_2^{Proj}$	$P_3^{Proj}$
$W_1^{Proj}$	1	0	0
$W_2^{Proj}$	0	1	0
$W_3^{Proj}$	0	0	1

**Таблиця 5.** Приклад матричної проекції "цілі-роботи" другого рівня

Групи робіт	Цілі другого рівня						
	$P_1^{GrTask}$	$P_2^{GrTask}$	$P_3^{GrTask}$	$P_4^{GrTask}$	$P_5^{GrTask}$	$P_6^{GrTask}$	$P_7^{GrTask}$
$W_1^{GrTask}$	1	0	0	0	0	1	0
$W_2^{GrTask}$	0	1	0	0	0	1	1
$W_3^{GrTask}$	0	0	1	1	0	0	0
$W_4^{GrTask}$	0	0	1	1	0	0	0
$W_5^{GrTask}$	1	0	0	0	1	0	0
$W_6^{GrTask}$	0	1	0	0	0	1	0
$W_7^{GrTask}$	0	1	0	0	0	0	1

**Таблиця 6.** Приклад матричної проекції "цілі-стейкхолдери" другого рівня

Стейкхолдери	Цілі другого рівня						
	$P_1^{GrTask}$	$P_2^{GrTask}$	$P_3^{GrTask}$	$P_4^{GrTask}$	$P_5^{GrTask}$	$P_6^{GrTask}$	$P_7^{GrTask}$
$S_1^{Proj}$	0	0	0	0	0	0	1
$S_2^{Proj}$	1	0	0	0	0	0	1
$S_3^{Proj}$	1	1	0	1	0	0	1
$S_4^{Proj}$	1	1	0	1	0	0	1
$S_5^{Proj}$	1	1	0	0	0	0	1
$S_6^{Proj}$	1	1	0	0	0	0	1
$S_7^{Proj}$	1	0	1	0	1	0	0
$S_8^{Proj}$	0	0	1	0	0	1	0
$S_9^{Proj}$	0	0	1	0	0	1	0
$S_{10}^{Proj}$	0	0	1	0	0	1	0
$S_{11}^{Proj}$	0	1	0	0	1	0	0
$S_{12}^{Proj}$	1	0	0	1	1	0	0
$S_{13}^{Proj}$	0	0	0	0	0	0	1

Шляхом множення отриманих матриць  $(R(P,W))$  і  $(R(P,S))$  можна обчислити матрицю з елементами:

$$\|r(w,s)_{jk}\|, j = \overline{1,m}, k = \overline{1,t},$$

$$r(w,s)_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{якщо } j - \text{а робота виконується в інтересах } k - \text{го стейкхолдеру} \\ 0 & \text{якщо } j - \text{а робота не торкається інтереси } k - \text{го стейкхолдеру} \end{cases} \quad (3)$$

Тобто

$$(R(P,W) \times (R(P,S))) = R(W,S) \quad (4)$$

Для прикладу матричних проекцій, що приведені в табл. 5 та табл. 6 маємо результат множення матриць (табл. 7).

Видно, що деякі елементи мають значення "2". Це можна інтерпретувати як подвійний інтерес стейкхолдерів до даної групи робіт. Таким чином, взаємозв'язок елементів "стейкхолдери-роботи" можна виміряти в якісній шкалі з множиною значень  $\{0, 1, 2\}$ . Цій шкалі співставимо множину лінгвістичних значень {"не має відношення", "середній інтерес", "значний інтерес"}.

Для даного прикладу можна зробити висновок, що групи робіт "Планування експлуатації об'єкту" та "Організація будівельного виробництва" викликають значний інтерес у інвесторів, девелоперів, замовників та забудовників.

Таблиця 7. Множення матриць

Групи робіт	Стейкхолдери												
	$S_1^{Proj}$	$S_2^{Proj}$	$S_3^{Proj}$	$S_4^{Proj}$	$S_5^{Proj}$	$S_6^{Proj}$	$S_7^{Proj}$	$S_8^{Proj}$	$S_9^{Proj}$	$S_{10}^{Proj}$	$S_{11}^{Proj}$	$S_{12}^{Proj}$	$S_{13}^{Proj}$
$W_1^{GrTask}$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
$W_2^{GrTask}$	1	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	0	1
$W_3^{GrTask}$	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
$W_4^{GrTask}$	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
$W_5^{GrTask}$	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	1	2	0
$W_6^{GrTask}$	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
$W_7^{GrTask}$	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1

Таким чином, за допомогою сформованих моделей взаємозв'язків визначено роботи, які будуть виконуватися в проекті для забезпечення інтересів окремих (або множини) стейкхолдерів.

Аналізуючи параметри зазначених робіт, та узгоджуючи їх з конкретними зацікавленими особами можна підвищити ефективність управління будівельним проектом.

### Висновки

Для опису проектної діяльності по будівництву громадських будівель і споруд розроблена група моделей змісту портфеля проектів. Таким чином, виходячи зі складності портфеля інвестиційно-будівельних проектів, і неможливості повно описати всі його властивості в рамках однієї структури, розроблений комплекс взаємопов'язаних моделей

портфеля, визначені склад і послідовність їх формування. Зазначені структурні моделі та матричні проекції між ними є основою для побудови мережових моделей плану управління портфелем проектів з урахуванням інтересів зацікавлених сторін.

Таким чином, вдосконалено уявлення змісту портфеля інвестиційно-будівельних проектів шляхом систематизації його елементів, що дає можливість визначити відповідність цілей, робіт і стейкхолдерів проекту для підвищення ефективності досягнення цілей і задоволення зацікавлених осіб портфеля проектів.

Наступним кроком дослідження планується кількісне визначення ступеню зацікавленості стейкхолдерів у виконанні відповідних робіт. На основі отриманих оцінок можна здійснювати управління залученням зацікавлених сторін на певних фазах життєвого циклу портфеля проектів.

### Список літератури

- Лагуніна З. В. Альтернативні моделі забезпечення надійності державного інвестування будівельних проектів. Від формалізації до програмних продуктів. *Економіка та держава*. № 2/20. С. 54–56.
- Ушацький С. А. Іноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів: монографія. Київ, 2008. 208 с.
- Гусева, Ю.Ю., Мартиненко, О.С., Чумаченко, І.В. Матрична модель 4R & WS для класифікації стейкхолдерів проекту. *Вісник НТУ "ХПІ"*. 2017. № 2 (1224). С.18-21. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2017.1224.3>.
- Кучма О. А., Сологуб І. А. Моделирование организационных структур управления инвестиционными строительными проектами. *Вісник НТУ "ХПІ"*. 2016. № 2 (1174). С. 72–77.
- Aruninta, A. (2009), "WiMBY : A comparative interests analysis of the heterogeneity of redevelopment of publicly owned vacant land", *Landscape and Urban Planning*, No. 93, P. 38–45.
- Kononenko, I., Bukrieva, K. (2009), "Project Portfolio Selection Method Considering Possibilities and Influence of Project Stakeholders", *The Human Side of Projects in Modern Business, International Project Management Association, Scientific Research Paper Series*. Helsinki, Finland, P. 559–570.
- Фесенко Т. Г. Формування змісту портфеля інвестиційно-будівельних проектів. *Вісник НТУ "ХПІ"*. 2014. № 2 (1045). С. 47–52.
- Spinning the Semantic Web : Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*. Edited by Dieter Fensel, James A. Hendler, Henry Lieberman and Wolfgang Wahlster, Foreword by Tim Berners-Lee, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2003, 503 p.
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide), Sixth edition, USA : PMI Inc, 2017, 735 p.
- Скачков О., Скачкова І. Теоретико-методический инструментарий управления заинтересованными сторонами проекта. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2018. № 1 (3), С. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.048>.
- Дорохіна А. А., Старостіна А. Ю., Артюх Р. В. Концептуальна модель проекту будівництва з урахуванням інтересів стейкхолдерів. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. № 2 (2). С. 17–22. DOI: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.03>.
- Дорохіна А. А., Старостіна А. Ю., Артюх Р. В. Структурні моделі портфелю інвестиційно-будівельних проектів. Монографія науково-практичної конференції "Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2018)". Харків-Коблево, 2018. С. 233–242.

## References

1. Lagutina, Z. "Alternative models of reliability of state investment in construction projects. From formalization to software products", *Economics and the state*, No. 2/20, P. 54–56.
2. Ushatsky, S. (2008), *Innovative conceptual and formal analytical tools for the substantiation, preparation and implementation of construction investment projects* : Monograph, Kyiv : Publishing House of the European University, 208 p.
3. Husieva, Yu. Yu., Martynenko, O. S., Chumachenko, I. V. (2017), "Matrix model 4R & WS for the classification of project stakeholders" ["Matrychna model 4R & WS dlia klasyfikatsii steikholderiv proektu"], *Bulletin of the NTU KhPI*, No. 2 (1224), P. 18–21. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2017.1224.3>
4. Kuchma, O., Sologub, I. (2016), "Modeling the organizational structures of management of investment construction projects", *Bulletin of the NTU KhPI*, No. 2 (1174), P. 72–77.
5. Aruninta, A. (2009), "WiMBY: A comparative interest's analysis of the heterogeneity of redevelopment of publicly owned vacant land", *Landscape and Urban Planning*, No. 93, P. 38–45.
6. Kononenko, I., Bukrieieva, K. (2009), Project Portfolio Selection Method Considering Possibilities and Influence of Project Stakeholders. *The Human Side of Projects in Modern Business. International Project Management Association*. Scientific Research Paper Series. Helsinki. Finland. P. 559 - 570.
7. Fesenko, T. (2014), "Formation of the content of the portfolio of investment-construction projects", *Bulletin of the NTU KhPI*, No. 2 (1045), P. 47–52.
8. *Spinning the Semantic Web. Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*. Edited by D. Fensel, J. A. Hendler, H. Lieberman and W. Wahlster, Foreword by T. Berners-Lee, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2003, 503 p.
9. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide)*, Sixth edition, USA : PMI Inc., 2017, 735 p.
10. Skachkov, O., Skachkova, I. (2018), "Theoretical and methodological tools for managing project stakeholders", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (3), P. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.048>.
11. Dorokhina, A., Starostina, A., Artyukh, R. (2018), "Conceptual model of construction project taking into account the interests of stakeholders", *Modern information systems*, No. 2 (2), P. 17–22. DOI: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.03>.
12. Dorokhina, A., Starostina, A., Artyukh, R. (2018), "Structural models of the portfolio of investment and construction projects", *Monograph Scientific-Practical conference "Mathematical modeling of processes in economics and management of projects and programs (MMP-2018)*, Kharkiv-Koblevo, P. 233–242.

Received 19.08.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Дорохіна Анна Анатоліївна** – Державне підприємство "Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості", провідний архітектор, Харків, Україна; e-mail: [annadorokhina2018@ukr.net](mailto:annadorokhina2018@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-7383>.

**Дорохина Анна Анатольевна** – Государственное предприятие "Южный государственный проектно-конструкторский и научно-исследовательский институт авиационной промышленности", ведущий архитектор, Харьков, Украина.

**Dorokhina Anna** – State Enterprise "National Design & Research Institute of Aerospace Industries", Lead Architect, Kharkiv, Ukraine.

**Старостіна Альона Юрївна** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, начальник науково-дослідної частини кафедри управління проектами в міському господарстві і будівництві, Харків, Україна; e-mail: [Starostina-2010@yandex.ua](mailto:Starostina-2010@yandex.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4923-0320>.

**Старостина Алёна Юрьевна** – кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Харьков, Украина.

**Starostina Alona** – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Head of the Research Center at the Department of Project Management in Municipal Services and Building, Kharkiv, Ukraine.

**Артюх Роман Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, Державне підприємство "Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості", директор, м. Харків, Україна; e-mail: [roman.artiyuh77@gmail.com](mailto:roman.artiyuh77@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5129-2221>.

**Артюх Роман Владимирович** – кандидат технических наук, доцент, Государственное предприятие "Южный государственный проектно-конструкторский и научно-исследовательский институт авиационной промышленности", директор, Харьков, Украина.

**Artiukh Roman** – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, State Enterprise "National Design & Research Institute of Aerospace Industries", Director, Kharkiv, Ukraine.

**Гопенко Віктор** – доктор технічних наук, професор, ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, проректор з наукової роботи, Рига, Латвія; e-mail: [viktors.gopejenko@isma.lv](mailto:viktors.gopejenko@isma.lv); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7783-4519>.

**Гоепенко Виктор** – доктор технических наук, профессор, ISMA Высшая школа менеджмента информационных систем, проректор по научной работе, Рига, Латвия.

**Gopejenko Viktors** – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, ISMA University, Vice-rector for research issue, Riga, Latvia.

## РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА СИСТЕМАТИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ПОРТФЕЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

**Предметом** исследования в статье являются процессы планирования содержания портфеля строительных проектов. **Цель** работы - выявление связей между основными элементами содержания строительных проектов в составе портфеля с учетом интересов заинтересованных сторон. В статье решаются следующие **задачи**: определение структуры целей и работ портфеля строительных проектов, связей между элементами указанных структур, построение матриц взаимосвязей "цели-работы", "цели-стейкхолдеры", вычисление матрицы связей "стейкхолдеры-работы". Используются следующие **методы**: методологии управления проектами, теория ценностей, системный подход, теория графов, матрицы соответствия. Получены следующие **результаты**: рассмотрены требования к составлению предварительного плана привлечения заинтересованных сторон проекта. Выделены факторы среды проекта, которые могут влиять на планирование привлечения заинтересованных сторон. Перечислены основные этапы систематизации компонентов содержания портфеля инвестиционно-строительных проектов. Для формализованного представления структуры целей и работ портфеля строительных проектов разработаны структурные иерархические модели. Связи между элементами указанных структур реализованы в виде графовых структур. Предложено формализованное описание взаимосвязи между указанными моделями в виде матричных проекций. Построены матричные проекции взаимосвязей "цели-работы" (на первом и втором уровнях представления) и "цели-стейкхолдеры" (на втором уровне). Вычислено матрицу связей "стейкхолдеры-работы". **Выводы**: Таким образом, усовершенствовано представление содержания портфеля инвестиционно-строительных проектов путем систематизации его элементов, что дает возможность определить соответствие целей, работ и стейкхолдеров проекта для повышения эффективности достижения целей и удовлетворения заинтересованных лиц портфеля проектов. Следующим шагом исследования, планируется количественное определение степени заинтересованности стейкхолдеров в выполнении соответствующих работ. На основе полученных оценок можно осуществлять управление привлечением заинтересованных сторон на определенных фазах жизненного цикла портфеля проектов.

**Ключевые слова**: связи между элементами проекта; матрицы взаимосвязей; интересы стейкхолдеров проекта; работы проекта строительства.

## DEVELOPING THE MECHANISM FOR SYSTEMATIZING THE COMPONENTS OF THE CONTENT OF THE CONSTRUCTION PROJECTS PORTFOLIO

The **subject** matter of the article is the process of planning the content of the portfolio of construction projects. The **goal** of the study is to identify the relations between the main elements of the content of construction projects in the portfolio, taking into account the interests of stakeholders. The following **tasks** were solved in the context of studies: the structure of goals and work of the portfolio of construction projects was determined as well as relations between the elements of these structures, the matrices of "goal-work" interrelations and "goal-stakeholders" were built, the matrix of "stakeholder-work" relationship was calculated. The following **methods** were used: the methodologies of project management, the value theory, systems approach, graph theory, correspondence matrices. The following **results** were obtained: requirements for preparing a preliminary plan for involving project stakeholders were considered; the factors within the project can affect the plans of attracting stakeholders were singled out; the main stages of the systematization of the components of the portfolio of investment and construction projects were listed; structural hierarchical models were developed to represent the structure of goals and the work of a construction projects portfolio in a formalized form; the relations between the elements of the specified structures were presented as graph structures; a formalized description of the relationship between these models in the form of matrix projections was suggested; the matrix projections of the "goal-work" interrelations (at the first and second levels of the presentation) and the "goals-stakeholders" (at the second level) were built; "stakeholder-work" relationship matrix was calculated. **Conclusions**. The presentation of the content of the portfolio of investment and construction projects was improved by systematizing its elements, which enabled determining whether the goals, activities and stakeholders of the project are able to increase the efficiency of achieving the goals and satisfying the stakeholders of the project portfolio. Further studies will be aimed at quantifying the degree of the interest of stakeholders in doing appropriate work. On the basis of the obtained estimates, the process of engaging stakeholders at certain phases of the life cycle of the project portfolio can be managed.

**Keywords**: relations between the project elements; interrelation matrices; interests of project stakeholders; construction project works.

А. М. КАМІНСЬКА, С. А. НАЗАРОВЕЦЬ

## CROSSREF ЯК ДЖЕРЕЛО НАУКОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ СОЦІАЛЬНИХ ТА ГУМАНІТАРНИХ НАУК

Сучасна наукометрія успішно використовує низку аналітичних методів для дослідження наукових публікацій, проте, застосування навіть найбільш розвинених аналітичних методів до помилкових або неповних даних призводить до хибних результатів. **Предметом** дослідження в статті є сучасні підходи та технології отримання бібліографічних даних з надійних відкритих джерел наукової інформації для проведення наукометричних досліджень. **Метою** даної роботи є презентація розробленого модулю ScientoMiner ICR, що розширює функціональні можливості аналітичної платформи Gephi та дозволяє імпортувати бібліографічні дані з загальнодоступних записів Crossref для проведення наукометричних досліджень у сфері аналізу цитувань, якість яких гарантовано застосуванням системи ідентифікації DOI. У статті вирішуються наступні **завдання**: оцінити перспективи розвитку Initiative for Open Citations для створення некомерційних відкритих інструментів відслідковування наукових цитувань; обґрунтувати використання системи DOI та бази даних реєстраційного агентства Crossref, як надійного джерела бібліографічних даних і механізму отримання метаданих наукових видань; розкрити можливості модулю ScientoMiner ICR для відкритої платформи Gephi для імпорту бібліографічних даних. Використані **методи дослідження** – візуалізація та аналіз мережі наукових цитувань. **Висновок** – запропонований модуль ScientoMiner ICR для платформи Gephi спрощує процес автоматичного експорту даних Crossref безпосередньо в Gephi, зокрема, для потреб проведення наукометричного аналізу. Отримані **результати** можуть бути використані в процесі створення нових некомерційних інструментів відстежування цитованості наукових робіт, насамперед, у галузях соціальних та гуманітарних наук, що недостатньо добре представлені в базах даних комерційних наукометричних продуктів.

**Ключові слова:** наукометрія; DOI; Crossref; Open Citations; Gephi; ScientoMiner.

### Вступ

Необхідною умовою для проведення вірогідних наукометричних досліджень щодо аналізу цитувань між науковими роботами є можливість їх вірної ідентифікації для однозначного їх пов'язання з роботами, які вказано в списках бібліографії в інших наукових роботах. Хоча, на перший погляд, дана проблема видається тривіальною, однак складність структури бібліографічних записів, технічні помилки, що трапляються під час реєстрації бібліографічних записів та велика кількість стилів цитувань створюють значні труднощі в процесі встановлення подібних зв'язків між науковими документами [1]. У багатьох країнах наукометричні показники використовують для потреб прогнозування розвитку наукових досліджень, проте, для того, щоб такі дані можна було використовувати в процесі прийняття таких важливих рішень, вони повинні бути розраховані на основі надійних джерел. Створення великих бібліографічних баз даних з особливою увагою до надійності зібраної інформації призвело до комерціалізації подібних проектів. Найбільш відомими прикладами таких продуктів стали бази даних платформи Web of Science та Scopus. Ці реферативні бази даних забезпечують широке охоплення наукової літератури, що дозволяє проводити наукометричні дослідження у галузях природничих наук. Однак, результати досліджень показують, що використання згаданих ресурсів для оцінювання продуктивності та впливовості видань, вчених, підрозділів та установ, що працюють у багатьох галузях соціальних та гуманітарних наук, має свої суттєві обмеження.

Представлення тез та матеріалів конференцій і наукових монографій у Web of Science та Scopus далеко не повне, а для багатьох дисциплін у галузі соціальних та гуманітарних наук монографії

посідають дуже важливе місце в процесі наукової комунікації. Результати наукових досліджень у природничих дисциплінах, як правило, публікуються англійською мовою у рецензованих журналах та орієнтовані на міжнародну аудиторію вузькоспеціалізованих фахівців. Значна ж частина результатів у суспільних та гуманітарних науках присвячена регіональній тематиці, скерована на національну аудиторію, відтак результати соціогуманітарних досліджень часто публікуються у регіональних журналах та монографіях різними мовами, а не лише англійською, і доступні для розуміння ненауковій громадськості. Результати соціогуманітарних досліджень, які отримані в одній країні, можуть бути некорисними для дослідників з інших країн через певні суспільні та культурні відмінності [2]. При цьому, соціогуманітарні науки не є однорідними, деякі дисципліни подібні до природничих наук в плані частоти публікацій та цитувань, але для частини права, лінгвістики, літературознавства, соціології, державного управління та політології згадані особливості є надзвичайно суттєвими [3]. Таким чином, практика офіційного використання наукометричних показників у соціальних і гуманітарних науках відіграє не таку важливу роль, як в природничих науках, і може суттєво відрізнятись у різних країнах. Так, результати опитування вчених-гуманітаріїв в австралійських та шведських університетах щодо використання ними наукометричних показників показали, що 62% австралійських науковців зверталися до наукометричних метрик у своїх грантових заявках та резюме, водночас, для шведських вчених цей показник становив лише 14% [4].

Дослідження публікаційної активності вчених, які працюють у галузях соціальних та гуманітарних наук у неангломовних європейських країнах показало,

що частка їх журнальних англомовних публікацій зростає, при чому в країнах, де на державному рівні вже тривалий час використовуються формалізовані підходи до оцінки наукової продуктивності, англійською мовою публікується переважна більшість соціогуманітарних досліджень країни – понад 60% у Фінляндії, Данії і Норвегії та майже 80% – у Фландрії [5]. Водночас, виявилось, що публікаційна поведінка вчених у соціогуманітарних дисциплінах тісно пов'язана з культурною та історичною спадщиною країни. Так, попри суттєве збільшення кількості англомовних публікацій у Польщі, їх частка становить лише 17,2% від загальної кількості соціогуманітарних публікацій, і більшість польських вчених у даних галузях надають перевагу польській мові для представлення результатів своїх досліджень. Автори дослідження стверджують, що чеський та польський досвід засвідчив легкість впровадження змін у публікаційні практики науковців шляхом надання відповідних стимулів, проте наукова політика в неангломовних країнах, яка спрямована на збільшення кількості англомовних наукових публікацій, обов'язково повинна розроблятися з урахуванням поточних моделей публікацій, які функціонують у країні, адже надання таких стимулів може мати й негативні наслідки для розвитку соціальних та гуманітарних наук.

Стрімка зміна комунікаційних практик у соціогуманітарних науках на користь англомовних журналів, що представлені в базах Web of Science та Scopus, відбувається і в інших країнах-сусідах України. Як правило, дані зміни відбуваються внаслідок орієнтації наукової політики країн, що розвиваються на міжнародні рейтинги університетів, глобалізаційні процеси, покращення інформаційного та культурного обміну після падіння "залізної завіси", зниження ролі мовного фактору в процесі наукової комунікації та краще проведення процедури рецензування в англомовних міжнародних виданнях у порівнянні з більшістю наукових видань країн колишнього соцтабору [6].

В Україні ж впровадження ініціатив щодо зміни прийнятих публікаційних практик і використання наукометричних метрик у соціогуманітарних науках відбувається непослідовно і без проведення відповідних попередніх досліджень. Відтак, очікувано, дані ініціативи викликають опір з боку значної частини української наукової спільноти. Так, у квітні 2018 року до Міністерства освіти і науки України звернувся Науковий комітет Національної ради з питань розвитку науки і технологій з ініціативою внести зміни до наказу МОН від 17 жовтня 2012 року № 1112 "Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук". Серед запропонованих Науковим комітетом змін була вимога щодо наявності у здобувачів наукового ступеня публікацій у виданнях, які включені до баз Scopus, або Web of Science Core Collection. Враховуючи те, що Науковий комітет – це робочий колегіальний орган Національної ради з питань розвитку науки і технологій, що

представляє інтереси наукової громадськості, Міністерство освіти і науки України запропонувало для громадського обговорення наданий Науковим комітетом проект наказу Міністерства освіти і науки України "Про затвердження змін до наказу Міністерства освіти і науки України від 17 жовтня 2012 року № 1112".

У травні 2018 року з'явився відкритий лист представників українських соціогуманітарних дисциплін до Міністерства освіти і науки України щодо змін до наказу про оцінювання результатів досліджень (<https://www.petitions247.net/203462>), де було сказано, що "якість публікацій у соціогуманітарних науках не пов'язується з критерієм їх міжнародної цитованості – тут діють інші чинники, зокрема спрямованість вітчизняної науки на вирішення національних завдань і пріоритетів, її загостреність на національну проблематику. <...> Механізм оцінювання якості має бути продуманий і вдосконалений з урахуванням специфіки соціогуманітарної сфери, її принципової відмінності від точних і природничих наук". Автори даного звернення запропонували Міністерству освіти і науки України відхилити запропоновані Науковим комітетом зміни до оприлюднення результатів наукових досліджень і активніше працювати над усуненням чинників, які призводять до імітації науки. Невдовзі Колегія МОН прийняла рішення створити Робочу групу із залученням провідних представників соціогуманітарних дисциплін для доопрацювання змін до наказу про оцінювання результатів наукових досліджень.

### Постановка проблеми

Використання провідних наукометричних ресурсів для потреб аналізу українських рецензованих видань має свої додаткові обмеження, які пов'язані не тільки з особливостями соціогуманітарних дисциплін, а й зі слабкою представленістю українських журналів у загаданих базах. Станом на липень 2018 року в Scopus та Web of Science Core Collection представлено 99 українських наукових журналів. При цьому, в Journal Citation Reports вказано лише 15 назв, а переважна більшість українських журналів індексується у базі Emerging Sources Citation Index (ESCI), яка знаходиться ще на етапі вироблення чітких правил щодо включених наукових видань. Також, внаслідок різних причин, індексування нових випусків певних українських видань у Scopus та Web of Science вже припинена, тобто реальна кількість активних вітчизняних назв у провідних реферативних базах є ще меншою.

Водночас, на порталі "Наукова періодика України" Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського, що покликаний представляти електронні копії періодичних друкованих наукових видань України, станом на липень 2018 року було представлено 2633 назв українських наукових журналів. Проте, технічні можливості порталу дозволяють користувачам використовувати його дані

хіба що для проведення найпростіших кількісних досліджень, без встановлення зв'язків між науковими документами. Також невивченим залишається питання щодо критеріїв наповнення, оновлення та використання реферативної бази даних "Україніка наукова" і українського реферативного журналу "Джерело". У нещодавньому дослідженні європейських та ізраїльських реферативних баз даних, які використовують вчені у галузях соціальних та гуманітарних наук, було виявлено 21 національну базу даних, проте у даній роботі було сказано, що в Україні немає жодної бібліографічної бази даних [7, С. 4]. Така помилка вказує не лише на прорахунки авторів у процесі вибору респондентів дослідження, але й на невідомість українських реферативних наукових продуктів у світі, відсутність відповідного функціоналу, який би міг задовольнити потреби сучасних дослідників, приміром, надання даних у машиночитному форматі за допомогою відкритого API.

Отримати певні інформативні дані щодо продуктивності українських вчених, установ, журналів, встановити зв'язки між публікаціями українських вчених дозволяє інформаційно-аналітична система "Бібліометрика української науки", що розроблена та підтримується відділом бібліометрії та наукометрії Служби інформаційно-аналітичного забезпечення Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського і яка покликана надавати суспільству цілісну картину стану українського академічного середовища на основі даних отриманих з бібліометричних профілів учених в Google Scholar [8]. Проте, в даній системі частково залишилися проігнорованими усі недоліки та небезпеки використання даних Google Scholar. Вміст бази Google Scholar – непрозорий, за її наповнення відповідає комп'ютерний алгоритм, і достеменно не відомо, чому певні ненаукові документи представлені в базі, натомість відсутні деякі рецензовані джерела. Також, дуже часто Google Scholar вважає дублікати різними документами, особливо, коли на сайті видання бібліографічний опис документу представлений багатьма мовами [9]. Механізм підрахунку цитувань Google Scholar цілковито незахищений від маніпуляцій, і дослідники можуть керувати даними Google Scholar шляхом створення фейкових публікацій, які міститимуть велику кількість самоцитованим вченим [10]. Деякі дослідники переконують, що Google Scholar можна використовувати для наукометричних оцінок за умови ретельного попереднього очищення даних [11], проте таку попередню роботу доволі складно реалізувати для масштабного аналізу, оскільки Google Scholar надає обмежений доступ до своїх даних.

Таким чином, в Україні наразі відсутня надійна реферативна база даних, яку б можна було використати для проведення повноцінних наукометричних досліджень, при цьому представлення українських наукових видань у Scopus та Web of Science є дуже обмеженим, а процес

створення та наповнення нової національної бази даних та інструменту для відстеження наукових цитувань, за принципом роботи авторитетних комерційних продуктів, є доволі тривалим, коштовним і потребує значних витрат для подальшої підтримки. Виходом з цієї складної ситуації може стати пристосування для цих завдань інших спеціалізованих ресурсів та інструментів, які використовують сучасні наукові видавництва, зокрема системи DOI та баз даних реєстраційних агентств DOI, які зберігають метадані наукових документів. Мета даної статті – презентація розробленого модулю ScientoMiner ICR для імпорту бібліографічних записів з бази даних реєстраційного агентства DOI задля проведення наукометричних досліджень, зокрема в галузі соціальних та гуманітарних наук.

У цьому дослідженні розглядаються наступні питання:

- обґрунтування використання системи DOI, як механізму для отримання метаданих наукових видань;
- індикація ресурсів реєстраційного агентства CrossRef, як цінного публічного джерела бібліографічних даних;
- перспективи розвитку Initiative for Open Citations для створення некомерційних відкритих інструментів відслідковування наукових цитувань;
- можливості використання модулю ScientoMiner ICR відкритого інструменту Gephi для імпорту бібліографічних даних з CrossRef, візуалізації та аналізу мереж наукових цитувань.

### Система DOI

Впровадження системи DOI значно спростило авторам, рецензентам, видавцям, бібліотекарям та упорядникам реферативних баз даних роботу з бібліографічним записами на кожному етапі їх використання. Цифровий ідентифікатор DOI (Digital Object Identifier) – унікальний цифровий ідентифікатор об'єкта, що складається з цифр та літер і пов'язаний з посиланням на веб-сторінку, де знаходиться саме цей об'єкт, або інформація про нього. DOI-об'єкт – це дані, що складаються з унікального ідентифікатора, URL та певного набору метаданих. Ідентифікатор DOI реєструється для об'єкта одноразово і залишається незмінним, а метадані та URL-адреси об'єкта можуть змінюватись за запитом власника [12]. Діапазони ідентифікаторів (префікси) надаються видавцям спеціальними установами DOI Registration Agency. Хоча організація, яка підтримує систему DOI, є неприбутковою організацією, реєстраційні агенції збирають від видавців кошти, щоб покрити витрати на підтримку інфраструктури. Хоча усі реєстраційні агенції пропонують своїм клієнтам унікальні ідентифікатори, спектр їх додаткових послуг суттєво різниться. Повний перелік реєстраційних агенцій, а також короткий опис пропонованих ними додаткових послуг, доступний на офіційному веб-сайті DOI ([https://www.doi.org/registration\\_agencies.html](https://www.doi.org/registration_agencies.html)), і навіть побіжного аналізу даного переліку достатньо, щоб

зрозуміти, що саме агенція Crossref має першочергове значення для видавців наукової літератури.

Реєстраційна агенція CrossRef не лише присвоює унікальні ідентифікатори, але й дозволяє видавцям автоматично передавати бібліографічні дані публікацій різним бібліографічним базам даних, зокрема, списки використаної літератури, які містяться у цих роботах, що значно покращує представлення видань у світовому інформаційному просторі. Також, агенція Crossref пропонує своїм клієнтам взяти участь у безкоштовній програмі Cited-by (<https://www.crossref.org/services/cited-by/>), що дозволяє довідатись та підрахувати посилання між різними науковими документами з DOI, а також підтримати ініціативу Open Citations (I4OC), яка має на меті зробити дані про наукові цитування структурованими, відокремленими та відкритими для усіх (<https://i4oc.org>) [13].

Програма Cited-by від Crossref допомагає з'ясувати, хто процитував публікацію, підрахувати кількість цитувань та отримати докладну інформацію про документ, що цитує дану публікацію. Члени Crossref надають метадані про документи процитовані у публікаціях, які вони реєструють і, водночас, вони можуть дізнатися, які публікації цитують їхні видання. Таким чином, члени Crossref допомагають читачам легко знаходити потрібні дослідження, зрозуміти, які роботи виявились найбільш впливовими в науковій спільноті, та досліджувати зв'язки між науковими публікаціями. Для того, щоб взяти участь у програмі Cited-by, видавці повинні виконати три прості кроки: 1) Видавці подають у Crossref списки використаної літератури, як частину реєстрації звичайного контенту; 2) Crossref порівнює отримані метадані з посиланнями на DOI, щоб встановити зв'язки між документами в своїй базі; 3) Видавці та онлайн-платформи отримують метадані щодо цитування своїх публікацій та можуть вказувати їх кількість на веб-сайтах видань.

Якщо установа використовує сервіс Cited-by від Crossref, то вона також може долучитися до Initiative for Open Citations і відкрити всі свої посилання та інші метадані, що надсилаються у Crossref. Для цього видавцеві потрібно встановити відповідний елемент метаданих для кожного депозиту DOI (`<reference_distribution_opt> to "any"`), чи просто звернутися до служби підтримки Crossref. Як правило, дані щодо цитувань не представлені в машинозчитуваній формі і знаходяться "під захистом" непослідовних ліцензій. Initiative for Open Citations – це співпраця між науковими видавництвами, дослідниками та іншими зацікавленими сторонами задля сприяння необмеженій доступності даних про цитування в науковій літературі [14]. Дану ініціативу підтримали такі відомі академічні видавці, як American Geophysical Union, Association for Computing Machinery, BMJ, Cambridge University Press, Cold Spring Harbor Laboratory Press, EMBO Press, Royal Society of Chemistry, SAGE Publishing, Springer Nature, Taylor & Francis, Wiley. Також, частина метаданих бібліографічних посилань Crossref доступні у

OpenCitations Corpus (<http://opencitations.net>) – відкритому репозитарії, який спеціально створено для розміщення та збереження даних наукових цитувань, що систематично збирає ці дані з Crossref та інших джерел [15].

Бібліографічні дані, які доступні в базі CrossRef, можна отримати за допомогою відповідного запиту у текстовому форматі обміну даними JSON (JavaScript Object Notation), який може бути прочитаним як комп'ютером, так і людиною, навіть без додаткового опрацювання. Параметром такого запиту може слугувати назва видання, видавництва, ISSN, префікс DOI ітд. (докладна специфікація доступна за посиланням: [https://github.com/CrossRef/rest-api-doc/blob/master/api\\_format.md](https://github.com/CrossRef/rest-api-doc/blob/master/api_format.md)). Хоча видавці можуть передавати в Crossref доволі багато різноманітної бібліографічної інформації, багато атрибутів у записах не є обов'язковими, відтак повнота метаданих різних видавництв та журналів може суттєво różнитися. Варто окремо відзначити, що ідентифікатор – єдиний обов'язковий атрибут для пристатейних списків літератури, проте в документації нічого не сказано про його походження, чи можливість інтерпретації. Авторський досвід роботи з даними CrossRef показує, що якість бібліографічних даних буває різною, проте під час проведення цього дослідження нами спостерігалось покращення якості та повноти метаданих для нових документів, що дозволяє з оптимізмом дивитися на перспективи використання даних CrossRef для потреб проведення надійного бібліометричного аналізу.

## Методологія

Ми експортували з бази Crossref метадані двох наукових журналів видавництва, що підтримали Initiative for Open Citations і які станом на липень 2018 р. мають високі значення CiteScore серед видань у категорії Library and Information Sciences згідно з даними Scopus: European Journal of Information Systems (ISSN: 0960-085X) видавництва Springer Nature та Information Communication and Society (E-ISSN: 1369-118X) видавництва Taylor & Francis. Дані було експортовано за 2016 р. за допомогою спеціального модулю ScientoMiner ICR відкритого програмного інструменту Gephi (<https://gephi.org>), що призначений для візуалізації та аналізу мереж [16, 17]. Модуль ScientoMiner ICR доступний безкоштовно для використання з некомерційною метою за адресою <https://doi.org/10.5281/zenodo.1215008>.

Обсягом імпортованих даних у модулі ScientoMiner ICR можна керувати шляхом вказання ідентифікатора ISSN, а також встановлення відповідного діапазону дат для інформації, що аналізується. Користувачі, які не мають великого досвіду роботи з платформою Gephi, можуть скористатися опцією "predecorate graph", яка автоматично встановлює різні кольори та розміри вершин графа, що репрезентують цитовані документи і документи, які посилаються на інші документи. Дані

атрибути згодом можуть бути довільно модифіковані під час подальших досліджень.

За замовчуванням у модулі ScientoMiner ICR увімкнено опцію "DOIs only", що обмежує імпорт записів з бази Crossref лише тими документами, які ідентифіковано за допомогою DOI. Використовувати дану опцію потрібно обережно, попередньо перевіривши, чи видавець аналізованого журналу подбав про унікальну ідентифікацію документів, які згадані в списку використаної літератури та передав відповідні метадані в реєстраційне агентство.

Опція "Download data in chunks" модулю ScientoMiner ICR дозволяє задати розмір одноразових комунікативів, які буде отримано з бази Crossref – якщо вказати менший розмір, то час імпортування буде довшим, проте заданий більший розмір даних при невисокій пропускну здатності, або обмежених обчислювальних можливостях системи, може призвести до помилок з'єднання з базою даних Crossref. Загальний вигляд робочого інтерфейсу модулю ScientoMiner ICR для відкритої платформи Gephi показано на рисунку 1.

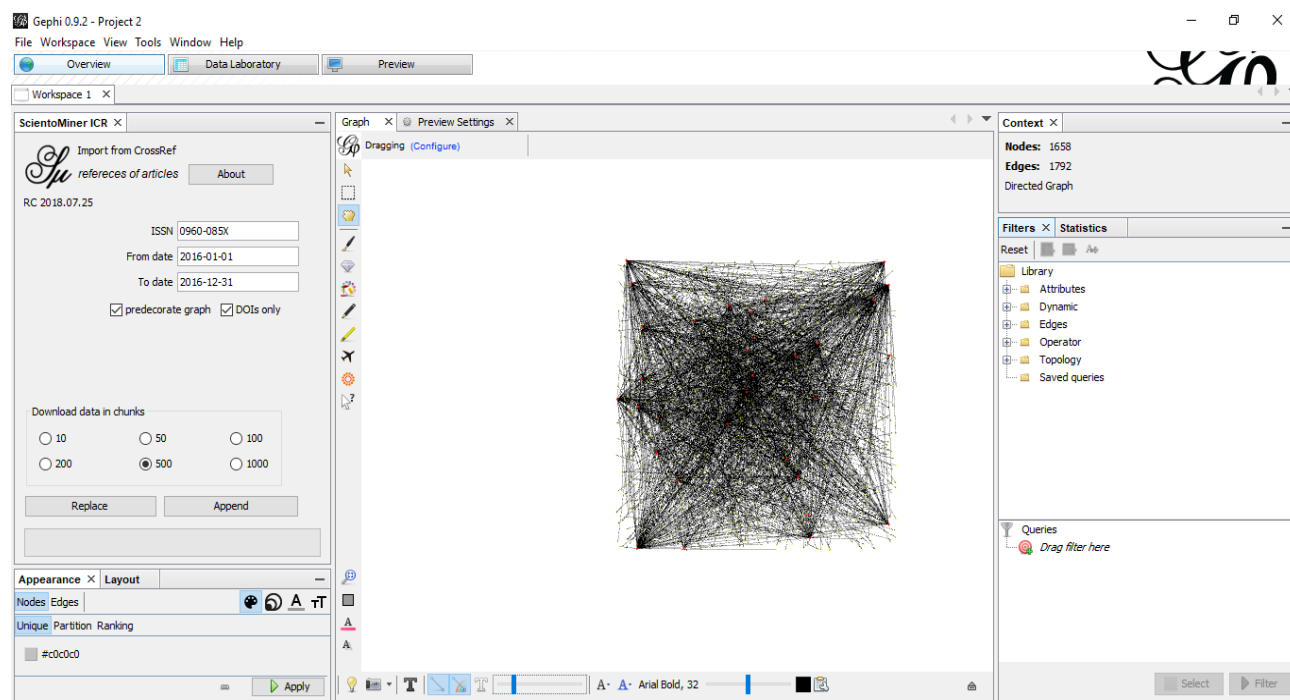


Рис. 1. Приклад робочого інтерфейсу модулю ScientoMiner ICR для Gephi

Процес імпорту даних у ScientoMiner ICR розпочинається за допомогою кнопки "Replace", яка запускає видалення усіх попередніх даних з робочої області, або кнопки "Append", що запускає розширення існуючого графу в робочій області новими даними, які імпортуються з бази Crossref. Друга опція, насамперед, потрібна для проведення аналізу спільних даних, які походять з різних видань, зокрема, для аналізу мережі цитувань. Оскільки граф цитувань є орієнтованим графом, то слід окремо зазначити, що імпорт даних можливий лише для проектів, які базуються на орієнтованих, або мішаних графах. По завершенні імпорту даних з'явиться граф з вершинами, які розміщено випадково на поверхні квадрату, і подальший аналіз якого обмежений лише уявою дослідника.

Експорт метаданих для потреб даного дослідження проводився 28 липня 2018 р. У модулі ScientoMiner ICR були встановлені відповідні часові інтервали та двічі було проведено імпорт даних Crossref, із вказанням ISSN обраних журналів та використанням параметра Append, що дозволило розмістити метадані обидвох проаналізованих журналів на одному графі. Також, для кращої візуалізації даних, нами було використано один з

алгоритмів Gephi для автоматичного розміщення вершин графа та відкидання вершин з незначною кількістю цитувань.

## Результати

Інструмент Gephi та модуль ScientoMiner ICR дозволили провести аналіз і візуалізацію експортованих даних двох обраних наукових журналів. Результат цієї візуалізації показано у вигляді графа на рисунку 2.

Мережу цитувань журналів European Journal of Information Systems та Information Communication and Society представлено різними кольорами (червоним та зеленим), де кулі – цитовані статті, які ідентифіковано завдяки ідентифікаторам DOI, що вказані у списках використаної літератури, при цьому, чим більший розмір кулі, тим частіше були цитовані дані публікації.

Цифрова версія даного рисунку, а також усі аналізовані дані представлено авторами у відкритому доступі за адресою: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1324030>. Окрім швидкого встановлення мережі цитувань між науковими документами, модуль ScientoMiner ICR

дозволяє користувачам переглянути усі експортовані дані у зручній табличній формі, швидко відшукати

ідентифікатор DOI потрібної публікації та отримати інформацію про даний документ на сторінці видавця.



Рис. 2. Приклад простого графу наукових цитувань статей обраних журналів (<https://doi.org/10.5281/zenodo.1324030>)

Візуалізація даних двох обраних наукових журналів з галузі бібліотекознавства проведено для демонстрації базових функціональних можливостей спеціального модулю ScientoMiner ICR виключно з ілюстративною метою і без наміру робити будь-які подальші висновки на підставі результатів даного аналізу.

### Висновки та обговорення

Платформа Gephi є відмінним відкритим інструментом для дослідження структур графів, а також надійною базою для проведення наукометричних досліджень. Попередні обмеження щодо використання Gephi, на які звертали увагу інші дослідники, полягали у відсутності інтеграції платформи з будь-яким джерелом бібліографічних даних [18]. Дану проблему вдалось успішно вирішити в цьому дослідженні шляхом використання спеціального модулю ScientoMiner ICR. Реалізована можливість автоматичного експорту даних Crossref безпосередньо в Gephi повинна значно спростити і полегшити клопітливий початковий етап проведення наукометричного аналізу, що включає експортування та форматування бібліографічних даних.

Все більше і більше українських наукових видавців, як у галузях природничих, так і соціальних та гуманітарних наук, передають свої бібліографічні дані в Crossref, відповідно, перспективи комп'ютерного аналізу цієї інформації повинні зацікавити дослідників і управлінців, які займаються питаннями стану та розвитку науки в Україні.

А, враховуючи слабше представлення вітчизняних соціогуманітарних публікацій у світових реферативних базах даних у порівнянні з природничими науками, насамперед, спеціалісти, які займаються проблемами оцінювання наукової продуктивності у соціальних та гуманітарних дисциплінах, повинні активно впроваджувати нові можливості використання платформи Crossref для отримання наукометричних даних. Зі свого боку, фахівці Crossref активно заохочують видавців скрупульозно вносити інформацію, що міститься в списках використаної літератури, вказувати DOI у списках використаних джерел, щоб потім дана інформація стала доступною для всіх зацікавлених сторін.

Зростання підтримки ініціативи надання постійного відкритого доступу до наукових цитувань серед видавців наукової літератури призвів до появи нових інструментів відстежування цитованості наукових робіт, що дозволяє сподіватися на зменшення залежності вчених-наукометристів від комерційних продуктів у майбутньому. Так, наприклад, у липні 2017 р. запущено Crossref Open Citation Index (COCI) – перший відкритий індекс наукових цитувань, який вдалось створити завдяки поширенню Initiative for Open Citations і який містить понад 300 мільйонів відкритих цитувань DOI-to-DOI з Crossref. До кінця 2018 р. Міністерство освіти та науки України, також планує запустити власний відкритий український індекс наукового цитування, що повинен використовувати метадані журналів та відкриті наукові цитування платформи Crossref [19].

Водночас, попри значний приріст прихильників ідеї поширення відкритих цитувань, такі великі наукові видавництва як American Chemical Society, Elsevier, IEEE та Wolters Kluwer Health досі не підтримали Initiative for Open Citations, відповідно, дані щодо цитувань видань згаданих видавництв є недоступні, що суттєво ускладнює проведення якісного наукометричного аналізу. Також, повнота переданих метаданих членів Crossref поки може суттєво різнитися. Проте, виявлене авторами зростання якості метаданих нових публікацій, найімовірніше, свідчить про те, що попередні прогалини в представлені бібліографічної інформації пов'язані з опануванням працівниками редакцій нових редакційно-видавничих процесів, відтак, якість метаданих видання покращується з набуттям редакцією відповідного досвіду.

Доступ громадськості до бібліографічних даних, зокрема тих, що містять дані щодо наукових цитувань, відкривають нові можливості, як для оцінки науки, так і для перевірки результатів опублікованих раніше досліджень, що були проведені за використання комерційних наукометричних інструментів. Прозорість процесу оцінювання продуктивності, впливовості науковців та відтворюваність результатів

досліджень надзвичайно важливі, особливо у випадку використання методів, що вимагають встановлення певних граничних значень параметрів, таких як метод класифікації, чи групування даних [20]. Доступність даних Crossref, зрозуміла модель їх створення, поширення та ліцензування для подальшого безперешкодного повторного використання робить Crossref перспективним джерелом даних для проведення наукометричних досліджень.

Зростання попиту на подібні види досліджень повинно сприяти розширенню функціональних можливостей середовища Gephi, зокрема інтеграції з іншими джерелами бібліографічних даних. Враховуючи той факт, що українські наукові видання, насамперед, у галузях соціальних та гуманітарних наук слабо представлені у міжнародних реферативних базах даних, редакціям варто докласти зусиль щодо створення та поширення метаданих своїх видань задля покращення їх представлення в інформаційному просторі. Водночас, національні реферативні бази даних наукової літератури повинні забезпечити користувачам можливість експорту бібліографічної інформації у популярних форматах для її подальшого аналізу, зокрема, й засобами платформи Gephi.

#### Список літератури

1. Kamińska, A. M. (2017), "ProBIT – perspektywna metoda tworzenia trawersowalnych indeksów cytowań a współczesne problemy organizacji przestrzeni informacji w tradycyjnych bibliograficznych bazach danych", *Zagadnienia Informacji Naukowej*, No. 1 (55), P. 66–82.
2. Moed, H. F., Luwel, M., Nederhof, A. J. (2002), "Towards indicators of research performance in the humanities", *Library Trends*, No. 50, P. 498–520.
3. Nederhof, A. J. (2006), "Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities : A review", *Scientometrics*, No. 1 (66), P. 81–100. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-006-0007-2>.
4. Hammarfelt, B., Haddow, G. (2018), "Conflicting measures and values: How humanities scholars in australia and sweden use and react to bibliometric indicators", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, No. 7 (69), P. 924–935. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.24043>.
5. Kulczycki, E., Engels, T. C. E., Pölonen, J. et al. (2018), "Publication patterns in the social sciences and humanities : evidence from eight European countries", *Scientometrics*, No. 1 (116), P. 463–486. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-018-2711-0>.
6. Стерлигов И. Отражение и преобразование, или гуманитарии под воздействием наукометрии. *Измерения науки*. 2018. Т. 6, № 1. С. 1–4.
7. Sīle L., Pölonen, J., Sivertsen, G. et al. (2018), "Comprehensiveness of national bibliographic databases for social sciences and humanities: Findings from a European survey", *Research Evaluation*. DOI: <http://doi.org/10.1093/reseval/rvy016>.
8. Симоненко Т. Глобальна бібліометрика: концептуальна модель. *Вісник Книжкової палати*. 2016. № 6. С. 12–14.
9. Halevi, G., Moed, H., Bar-Ilan, J. (2017), "Suitability of Google Scholar as a source of scientific information and as a source of data for scientific evaluation – Review of the Literature", *Journal of Informetrics*, No. 3 (11), P. 823–834. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.joi.2017.06.005>.
10. Delgado López-Cózar, E., Robinson-García, N., Torres-Salinas, D. (2014), "The Google Scholar experiment: How to index false papers and manipulate bibliometric indicators", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, No. 3 (65), P. 446–454. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.23056>.
11. Bornmann, L., Thor, A., Marx, W. et al. (2016), "The application of bibliometrics to research evaluation in the humanities and social sciences: An exploratory study using normalized Google Scholar data for the publications of a research institute", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, No. 11 (67), P. 2778–2789. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.23627>.
12. Соловяненко Д. Цифровий ідентифікатор об'єкта (DOI) : "ISBN суспільства знань". *Бібл. вісник*. 2009. № 4. С. 3–15.
13. Shotton, D. (2013), "Open citations", *Nature*, No. 7471 (502), P. 295–297. DOI: <http://doi.org/10.1038/502295a>.
14. Peroni, S., Dutton, A., Gray, T. et al. (2015), "Setting our bibliographic references free: towards open citation", *Journal of Documentation*, No. 2 (71), P. 253–277. DOI: <http://doi.org/10.1108/JD-12-2013-0166>.
15. Kamińska, A. M. (2017), "OpenCitations (I4OC) – otwarty indeks cytowań publikacji naukowych", *Biuletyn EBIB*, No. 6 (176), P. 1–9.
16. Bastian, M., Heymann, S., Jacomy, M. (2009), "Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks", *Proceedings of the Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, P. 361–362.
17. Kamińska, A.M. (In press), "ScientoMiner ICR – moduł importu danych bibliograficznych z zasobów Crossref dla platformy Gephi", *Zagadnienia Informacji Naukowej*.
18. Van Eck, N. J., Waltman L. (2014), "Visualizing bibliometric networks", *Measuring scholarly impact : Methods and practice*, Springer, P. 285–320. DOI: [http://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8\\_13](http://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13).

19. МОН планує запустити відкритий український індекс наукового цитування до кінця року. Міністерство освіти та науки України : Веб-сайт. URL : <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-planuye-zapustiti-vidkritij-ukrayinskij-indeks-naukovogo-cituvannya-do-kincy-a-roku>.

20. Gläser, J., Glänzel, W., Scharnhorst, A. (2017), "Same data–different results? Towards a comparative approach to the identification of thematic structures in science", *Scientometrics*, No. 2 (111), P. 981–998. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-017-2296-z>.

## References

- Kamińska, A. M. (2017), "ProBIT – prospektywna metoda tworzenia trawersowalnych indeksów cytowań a współczesne problemy organizacji przestrzeni informacji w tradycyjnych bibliograficznych bazach danych", *Zagadnienia Informacji Naukowej*, No. 1 (55), P. 66–82.
- Moed H. F., Luwel, M., Nederhof, A. J. (2002), "Towards indicators of research performance in the humanities", *Library Trends*, No. 50, P. 498–520.
- Nederhof, A. J. (2006), "Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities : A review", *Scientometrics*, No. 1 (66), P. 81–100. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-006-0007-2>.
- Hammarfelt, B., Haddow, G. (2018), "Conflicting measures and values : How humanities scholars in australia and sweden use and react to bibliometric indicators", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, No. 7 (69), P. 924–935. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.24043>.
- Kulczycki, E., Engels, T.C.E., Pölönen, J. et al. (2018), "Publication patterns in the social sciences and humanities: evidence from eight European countries", *Scientometrics*, No. 1 (116), P. 463–486. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-018-2711-0>.
- Sterligov, I. (2018), "Reflection and Transformation, or Humanities under the Influence of Scientometrics" ["Otrazhenie i preobrazhenie, ili gumanitarii pod vozdeystviem naukometrii"], *Measurements of Science*, No. 1 (6), P. 1–4.
- Sile L., Pölönen, J., Sivertsen, G. et al. (2018), "Comprehensiveness of national bibliographic databases for social sciences and humanities: Findings from a European survey", *Research Evaluation*. DOI: <http://doi.org/10.1093/reseval/rvy016>.
- Symonenko, T. (2016), "Global bibliometrics: conceptual model" ["Hlobal'na bibliometryka: kontseptual'na model'"], *Bulletin of the Book Chamber*, No. 6, P. 12–14.
- Halevi, G., Moed, H., Bar-Ilan, J. (2017), "Suitability of Google Scholar as a source of scientific information and as a source of data for scientific evaluation – Review of the Literature", *Journal of Informetrics*, No. 3 (11), P. 823–834. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.joi.2017.06.005>.
- Delgado López-Cózar, E., Robinson-García, N., Torres-Salinas, D. (2014), "The Google Scholar experiment: How to index false papers and manipulate bibliometric indicators", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, No. 3 (65), P. 446–454. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.23056>.
- Bornmann L., Thor A., Marx W. et al. (2016), "The application of bibliometrics to research evaluation in the humanities and social sciences: An exploratory study using normalized Google Scholar data for the publications of a research institute", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, No. 11 (67), P. 2778–2789. DOI: <http://doi.org/10.1002/asi.23627>.
- Solovyanenko, D. (2009), "The Digital Object Identifier (DOI) : ISBN of Knowledge Society" [Cyfrovjy identyfikatory ob'jekta (DOI) : ISBN suspil'stva znan'], *Library Bulletin*, No. 4, P. 3–15.
- Shotton, D. (2013), "Open citations", *Nature*, No. 7471 (502), P. 295–297. DOI: <http://doi.org/10.1038/502295a>.
- Peroni, S., Dutton, A., Gray, T. et al. (2015), "Setting our bibliographic references free: towards open citation", *Journal of Documentation*, No. 2 (71), P. 253–277. DOI: <http://doi.org/10.1108/JD-12-2013-0166>.
- Kamińska, A. M. (2017), "OpenCitations (I4OC) – otwarty indeks cytowań publikacji naukowych", *Biuletyn EBIB*, No. 6 (176), P. 1-9.
- Bastian, M., Heymann, S., Jacomy, M. (2009), "Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks", *Proceedings of the Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, P. 361–362.
- Kamińska, A. M. (In press), "ScientoMiner ICR – moduł importu danych bibliograficznych z zasobów Crossref dla platformy Gephi", *Zagadnienia Informacji Naukowej*.
- Van Eck, N. J., Waltman L. (2014), "Visualizing bibliometric networks", *Measuring scholarly impact : Methods and practice*, Springer, P. 285–320. DOI: [http://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8\\_13](http://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13).
- The Ministry of Education and Science of Ukraine plans to launch an Open Ukrainian Scientific Citation Index by the end of the year [online], available at : <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-planuye-zapustiti-vidkritij-ukrayinskij-indeks-naukovogo-cituvannya-do-kincy-a-roku> (Accessed: 30 July 2018).
- Gläser, J., Glänzel, W., Scharnhorst, A. (2017), "Same data–different results? Towards a comparative approach to the identification of thematic structures in science", *Scientometrics*, No. 2 (111), P. 981–998. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11192-017-2296-z>.

Надійшла (Received) 10.08.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Камінська Анна Малгожата** – Інститут бібліотекознавства і наукової інформації, Сілезький університет у Катовицях, ад'юнкт кафедри бібліотекознавства, Польща, e-mail: [anna.kaminska@us.edu.pl](mailto:anna.kaminska@us.edu.pl); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5411-5426>.

**Каминская Анна Малгожата** – Институт библиотековедения и научной информации, Силезский университет в Катовицах, ад'юнкт кафедри бібліотекознавства, Польща.

**Kamińska Anna Malgorzata** – Institute of Library and Information Science, University of Silesia in Katowice, Assistant Professor at the Department of Library Science, Poland.

**Назаровець Сергій Андрійович** – кандидат наук із соціальних комунікацій, Державна науково-технічна бібліотека України, заступник директора з наукової роботи, м. Київ, Україна; e-mail: nazarovets@gntb.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5067-4498>.

**Назаровец Сергей Андреевич** – кандидат наук по социальным коммуникациям, Государственная научно-техническая библиотека Украины, заместитель директора по научной работе, г. Киев, Украина.

**Nazarovets Serhii** – PhD (Social Communication Sciences), State Scientific and Technical Library of Ukraine, Deputy Director for Research, Kyiv, Ukraine.

## CROSSREF КАК ИСТОЧНИК НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

Современная наукометрия успешно использует ряд аналитических методов для исследования научных публикаций, однако, применение даже самых продвинутых аналитических методов к ошибочным или неполным данным приводит к ошибочным результатам. **Предметом** исследования в статье являются современные подходы и технологии получения библиографических данных из надежных открытых источников научной информации для проведения наукометрических исследований. **Целью** данной работы является презентация разработанного модуля ScientoMiner ICR, который расширяет функциональные возможности аналитической платформы Gephi и позволяет импортировать библиографические данные из общедоступных записей Crossref для проведения наукометрических исследований в области анализа цитирований, качество которых гарантировано применением системы идентификации DOI. В статье решаются следующие **задачи**: оценены перспективы развития Initiative for Open Citations для создания некоммерческих открытых инструментов отслеживания научных цитирований; обосновано использование системы DOI и базы данных регистрационного агентства Crossref, как надежного источника библиографических данных и механизма получения метаданных научных изданий; раскрыты возможности модуля ScientoMiner ICR для открытой платформы Gephi для импорта библиографических данных. Используются **методы исследования** – визуализация и анализ сети научных цитирований. **Вывод** – предложенный модуль ScientoMiner ICR для платформы Gephi упрощает процесс автоматического экспорта данных Crossref непосредственно в Gephi, в частности, для нужд проведения наукометрического анализа. Полученные **результаты** могут быть использованы в процессе создания новых некоммерческих инструментов отслеживания цитируемости научных работ, прежде всего, в области социальных и гуманитарных наук, которые недостаточно хорошо представлены в базах данных коммерческих наукометрических продуктов.

**Ключевые слова:** наукометрия; DOI; Crossref; Open Citations; Gephi; ScientoMiner.

## CROSSREF AS A SOURCE OF SCIENTOMETRIC DATA FOR SOCIAL & HUMAN SCIENCES

Modern scientometrics successfully uses a number of analytical methods for studying scientific publications, however, the application of even most advanced analytical methods to erroneous or incomplete data leads to false results. The **subject** matter of the article is modern approaches and technologies for obtaining bibliographic data from reliable open sources of scientific information for scientometric research. The **goal** of this work is to present the developed module ScientoMiner ICR, which extends the functionality of the analytical platform Gephi and enables importing bibliographic data from the public records of Crossref to conduct scientometric research in the field of citation analysis, the quality of which is guaranteed by using the DOI identification system. The following **tasks** are solved in the article: prospects for the development of the Initiative for Open Citations to create non-commercial open tools for tracking scientific citations; the use of the DOI system and the database of the Crossref registration agency is justified as a reliable source of bibliographic data and a mechanism for obtaining metadata of scientific publications; the capabilities of the ScientoMiner ICR module for the open Gephi platform for importing bibliographic data are revealed. The following **methods of research** are used - visualization and the analysis of the network of scientific citations. **Conclusion** – the suggested ScientoMiner ICR module for the Gephi platform simplifies the process of automatic export of Crossref data directly to Gephi, in particular, for the needs of scientometric analysis. The obtained **results** can be used in the process of creating new non-commercial tools for tracking the rate of scientific paper citation, especially in the social and human sciences, which are not presented in the databases of commercial scientometric products well enough.

**Keywords:** scientometrics; DOI; Crossref; Open Citations; Gephi; ScientoMiner.

В. І. КУВАЄВА, Х. В. ЛІП'ЯНИНА, В. О. БОЛТЪОНКОВ

## ОБРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ КОЛЕКТИВНОМУ ОЦІНЮВАННІ ТУРИСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Предметом** статті є процес обробки експертної інформації при колективному оцінюванні туристичної інфраструктури. Інфраструктура туризму є комплексом взаємопов'язаних видів діяльності та інституційних структур, що забезпечують умови для здійснення туристської діяльності. Експертне оцінювання як методологія вибору варіантів дій досить давно і успішно використовується в технологічній та економічній практиці. Основними вимогами до колективної експертної оцінки є її достовірність, що визначається узгодженістю індивідуальних експертних ранжирувань. **Мета** – формулювання методів, що підвищують узгодженість колективного ранжирування і практичне підтвердження їх коректності при оцінці туристичної інфраструктури регіону. **Задачі**, що вирішуються в статті: аналіз визначення поняття "інфраструктура туризму"; дослідження методів обробки експертної інформації в задачах побудови агрегованих консенсусних ранжирувань, демонстрація ефективності застосування експертних методів при оцінці туристичної інфраструктури регіону. Використовуються **методи**: системний аналіз, ранговий статистичний аналіз, експертне оцінювання. Отримано такі **результати**: Досліджено методи попередньої обробки та агрегування колективних оцінок в рангових шкалах. Запропоновано метод покрової редукації множини експертів з метою підвищення узгодженості індивідуальних експертних ранжирувань. Виклад проілюстровано конкретним прикладом колективної рангової оцінки для оцінки туристичної інфраструктури регіону. **Висновки**: Стан інфраструктури туризму – один з вагомих факторів, що визначають результати роботи галузі та ступінь досягнення стратегічних цілей її розвитку. Запропоновано метод формування колективної експертної оцінки складних об'єктів "випадковими" експертами, зокрема, оцінки туристичної інфраструктури регіону. Розроблений метод дозволяє суттєво підвищити узгодженість колективної оцінки і визначити "слабкі" місця в туристичній інфраструктурі. Правильність запропонованого методу та його ефективність підтверджені на реальній експертизі.

**Ключові слова**: туристична інфраструктура; експертне оцінювання; консенсусне агрегування; рангові переваги; коефіцієнт конкордації.

### Вступ

Україна має значний потенціал природних ресурсів та історико-культурних пам'яток та враховуючи велике значення туристичної галузі, на державному рівні задекларовано її одним з пріоритетних напрямів розвитку національної економіки. Проте, маючи усі передумови для розвитку туризму, не приділяючи належної уваги розвитку цієї сфери господарства. У зв'язку з такою ситуацією проблема підвищення туристичної інфраструктури залишається актуальною. Для її оцінки використаємо метод колективної експертної оцінки.

Задача побудови колективної оцінки або агрегування рангових переваг бере свій початок в теорії соціального вибору, перші формулювання якої відносяться до кінця XVIII століття і пов'язані з іменами Борда і Кондорсе, які запропонували перші теорії голосування [1]. Успішне вирішення задачі агрегування рангів залежить від попередньої обробки сформульованих учасниками колективного оцінювання індивідуальних переваг. Однак в літературі відсутнє систематичне, формалізоване і коректне викладення методів обробки експертної рангової інформації.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблему оцінювання туристичної привабливості території започатковано у працях Г.В. Ковалевського та М.О. Омуша [2]. Науковці Г.В. Бакурова та Д.В. Очеретін пропонують методіку оцінювання рекреаційної привабливості регіону [3]. Методика оцінювання природних чи інших

туристичних ресурсів розробили автори О.О. Бейдик [4], Л.С. Гринів, О.В. Живицький, В.С. Кравців, С.П. Кузик [5] та інші. Оцінювання матеріально-технічної бази туризму розглядається в роботі Л.О. Іванової [6].

Процеси побудови консенсусних агрегованих ранжирувань розглядаються досить давно [7, 8]. В останні роки вони отримали подальший розвиток [1, 10]. Проте питання попередньої обробки рангової експертної інформації розглянуті досить фрагментарно [9], а в роботах [10, 11] викладено методи, що призводять до некоректних результатів.

**Мета роботи.** Формулювання методів, що підвищують узгодженість колективного ранжирування і практичне підтвердження їх коректності при оцінці туристичної інфраструктури регіону.

Аналіз методів колективного експертного оцінювання. Нехай задано множину альтернатив  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , що підлягають упорядкуванню колективом з  $K$  експертів по якомусь критерію (або набором критеріїв). Кожен з експертів  $k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) впорядковує альтернативи і представляє свою індивідуальну перевагу у вигляді ранжирування

$$P^k = \{A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kn}\}. \quad (1)$$

При цьому утворюється множина з  $K$  індивідуальних ранжирувань

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_k\}. \quad (2)$$

Передбачається, що кожен з експертів може встановити в індивідуальній перевазі як строгий порядок на множині альтернатив, так і слабкий порядок, тобто ввести однакові ранги для

"нерозпізнаних" альтернатив. Наприклад, для множини  $\mathbf{A} = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$  може бути введено ранжирування  $\langle a_1 \rangle \succ a_2 \succ a_3 \sim a_4 \succ a_5 \succ$ , де знак  $\succ$  означає "краще, ніж ...", знак  $\sim$  - "рівнозначно з ...". Завданням формування агрегованої консенсусної рангової оцінки є побудова колективного ранжирування, найближчого за деякою введеною мірою до всіх індивідуальних ранжирувань, тобто

$$\arg \min_{\mathbf{P}} \sum_{k=1}^K d(\mathbf{P}^k, \mathbf{P}) \rightarrow \hat{\mathbf{P}}. \quad (3)$$

Рішення завдання (3) називається консенсусним ранжируванням і є результатом колективного експертного оцінювання.

Загальна схема обробки інформації при формуванні консенсусного ранжирування представлена на рис. 1.

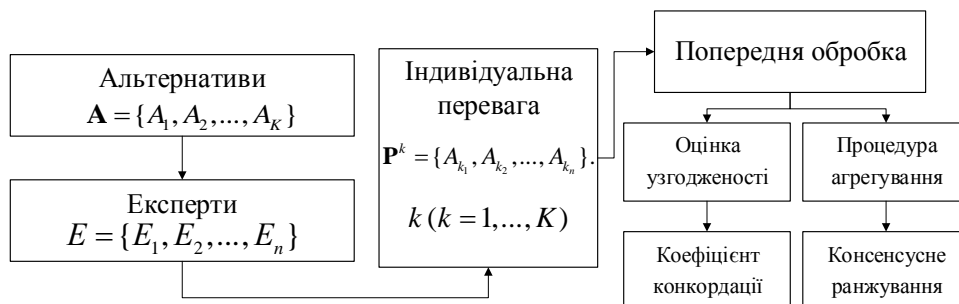


Рис. 1. Схема обробки інформації при формуванні консенсусного ранжирування

Після формування індивідуальних переваг експертів проводиться попередня обробка експертної інформації, що включає в себе стандартизацію рангів і оцінку узгодженості колективної рангової матриці, яка підлягає агрегуванню. Власне, процедура агрегування переваг не є предметом цього дослідження, їй присвячені численні публікації, наприклад [13]. Розглянемо необхідні процедури попередньої обробки, від коректності застосування яких істотно залежить достовірність подальшої агрегованої консенсусної оцінки в цілому.

Стандартизація рангів є обов'язковою процедурою обробки експертної інформації, хоча виконується далеко не завжди, а іноді виконується не зовсім коректно. При ранжируванні експерт має альтернативи в порядку, який представляється йому найбільш раціональним, і приписує кожній з них числа натурального ряду – ранги: 1, 2, 3 і так далі. Рангова шкала по визначенню має задовольняти умові рівності числа рангів числу ранжированих альтернатив [14]. Сума рангів, отримана в результаті ранжирування  $n$  альтернатив, має дорівнювати сумі  $n$  послідовних чисел натурального ряду (натуральної арифметичної прогресії):

$$\sum_{i=1}^n r_i = \frac{n(n+1)}{2}. \quad (4)$$

Як зазначено вище, якщо експерт не може віддати однозначної переваги одному з ранжированих елементів (оскільки експерт не є "ідеальним вимірювальним інструментом" і має свою індивідуальну "роздільну здатність"), він приписує їм однакові (зв'язані) ранги. Ця ситуація порушує правило (4) – кількість рангів виявляється не рівним числу альтернатив. У змістовному сенсі присвоєння  $m$  альтернативам рівних рангів є звуження експертом розмаху рангової шкали від  $n$  до  $m$ . У разі індивідуальної експертизи така ситуація не змінює кардинально її результат. У разі ж консенсусного

агрегування індивідуальних експертних ранжирувань при різній кількості пов'язаних рангів  $m$  у різних експертів агрегування підлягають  $n$  ранжирувань з різним розмахом рангової шкали, що неприпустимо. У таких випадках необхідно провести процедуру стандартизації рангів.

Куком і Сейфордом [7, 16] була запропонована концепція дрібних рангів: в разі коли  $s$  альтернатив мають в ранжируванні один і той же ранг  $p$ , тобто вони займають в ранжируванні позиції  $(p, p+1, \dots, p+s-1)$ , тоді їм призначається дробовий ранг, який визначається як середнє арифметичне значення:

$$t = \frac{p+(p+1)+\dots+(p+s-1)}{s} = \frac{2p+(s-1)}{2s} s = p + \frac{s-1}{2}. \quad (5)$$

Отримане за формулою (5) значення має вигляд  $v + \frac{1}{2}$  для будь-якого парного  $s$  і є цілим числом в іншому випадку ( $p, s, v$  – цілі числа). Дробний ранг  $v + \frac{1}{2}$  зручний для змістовного трактування: альтернатива з таким рангом займає в ранжируванні позицію між  $v$ -й і  $(v+1)$ -й.

Процедура стандартизації рангів (іноді звана "розв'язуванням рангів"), заснована на концепції дрібних рангів полягає в тому, що для кожної групи альтернатив, що мають один і той же повторюваний ранг, їм присвоюється ранг, що дорівнює середньому значенню займаних місць. Відзначимо, що після стандартизації рангів умова (4) виконується завжди.

Викладемо один з алгоритмів коректної стандартизації рангів [16]. Алгоритм передбачає здійснення наступних кроків:

1.  $M = \emptyset$ , де  $M$  – множина індексів, для яких вже проведена операція стандартизації. На першому кроці  $M$  – порожня множина.

2. Формується множина  $L = \{l : r_l = \max_{k \in M} r_k\}$ , що складається з максимальних рангів по множині не стандартизованих до даного кроку рангів. Підраховується кількість її елементів  $K(L)$ .

3. Проводиться стандартизація для всіх рангів з індексами із  $L$ .

$$K_l = \Delta_N - \frac{(K(L)-1)}{2}, \text{ де } \Delta N = \begin{cases} \Delta_1 = n, M = 0 \\ \Delta_N = \Delta_{N-1} - K(L). \end{cases}$$

4. Змінюємо множину  $M$ , так що  $M = M \cup L$ ; якщо  $M = \overline{1, n}$ , то робота алгоритму закінчується, в іншому випадку переходимо до кроку 2.

Крім консенсусного ранжирування в результаті агрегування індивідуальних переваг велике значення має достовірність колективної експертної оцінки. Оцінки достовірності колективної експертної оцінки базуються на коефіцієнті конкордації Кендалла, який характеризує несуперечливість рангової матриці  $\mathbf{R}$ . Розглянемо цей коефіцієнт більш детально з використанням результатів роботи [17].

Коефіцієнт конкордації Кендалла визначається як відношення дисперсії  $D$ , що відбиває реальний розкид між ранжуваннями, до величини  $D_{\max}$ , що характеризує максимально можливий розкид між ними:

$$W = D/D_{\max}. \quad (7)$$

Дисперсія розраховується як

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2, \quad (8)$$

$$\text{де } r_i = \sum_{j=1}^K r_{ij}, (i=1, \dots, n), \bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i.$$

Для спрощення обчислень, виразимо середній ранг  $\bar{r}$  через кількість оцінюваних альтернатив  $n$  і кількість експертів  $K$ , які взяли участь в експертизі. Для цього обчислимо суму рангів, які приписуються альтернативам кожним експертом:

$$r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} = \frac{n(n+1)}{2}, j=1, \dots, K \quad (9)$$

в зв'язку з виконаної раніше стандартизацією рангів. Середній ранг запишемо так:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^n r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^K \frac{n(n+1)}{2} = \frac{(n+1)K}{2} \quad (10)$$

Тепер з використанням очевидної рівності

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K r_{ij} = n\bar{r} \quad (11)$$

перетворимо вираз (8):

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^K r_{ij} \right)^2 - 2\bar{r} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K r_{ij} + n\bar{r}^2 \right] = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^K r_{ij} \right)^2 - n\bar{r}^2 \right]. \quad (12)$$

З (12) видно, що максимальне значення дисперсії досягається при найбільшому значенні першого члена в квадратних дужках. У свою чергу, найбільшого значення цей член досягає тоді, коли у всіх експертів оцінки виявилися однаковими, тобто всі індивідуальні ранжирування однакові. У разі однакових ранжирування кожен рядок в матриці буде містити однакові цілі ранги і, отже, величину, що зводиться в квадрат, можна представити у вигляді:

$$\sum_{j=1}^K r_{ij} = iK, \quad (13)$$

де  $i$  – величина середнього рангу, в даному випадку – ціле число.

Тепер величина першого члена в квадратних дужках може бути виражена через  $n$  і  $K$ :

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^K r_{ij} \right)^2 = K^2 \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{K^2(n+1)(2n+1)n}{6} \quad (14)$$

Це максимально можливе значення для випадку, коли оцінювалися  $n$  альтернатив групою з  $K$  експертів і ранжування повністю збіглися. Якщо зміниться хоча б одне з ранжирування, то сума зменшиться. Дійсно, перестановка рангів в одному з ранжирувань призведе до зміни деяких  $i$  під знаком підсумовування. Причому, якщо  $i_1 < i_2$ , то зросте  $i_1$  на величину  $(i_1 - i_2)/K$ , а  $i_2$  – зменшиться на цю ж величину. Тоді можна оцінити, як зміниться в цілому вся сума в залежності від тих змін, які відбулися з двома складовими:

$$\begin{aligned} & (i_1 + \frac{i_2 - i_1}{K})^2 + (i_2 - \frac{i_2 - i_1}{K})^2 = \\ & = i_1^2 + i_2^2 + 2(\frac{i_2 - i_1}{K})(-i_2 + i_1) + \frac{i_2^2 - i_1^2}{K}. \end{aligned} \quad (15)$$

З виразу (15) випливає, що сума зменшується на величину додаткової складової, яка завжди є негативною. Отже, дисперсія має максимальне значення тільки в разі повного збігу думок експертів. Остаточо, підставляючи (14) в (12) і розписуючи  $\bar{r}$ , отримуємо вираз для обчислення значення максимальної дисперсії.

$$D_{\max} = \frac{K^2(n+1)(2n+1)n}{6} - \frac{n(n-1)^2 K^2}{4} = \frac{K^2(n^3 - n)}{12(n-1)}. \quad (16)$$

Коли дисперсія дорівнює нулю, має сенс розглядати випадок  $K = n$ . Саме в цьому випадку виникає ситуація, коли один і той же об'єкт оцінюється експертами по-різному, тобто всі  $n$  ранжирувань різні. А для різних ранжирувань перший член у виразі (12) дорівнює

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^K r_{ij} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{K(K+1)}{2} \right)^2 = \frac{K^2(K+1)^2 n}{4}. \quad (17)$$

При  $K = n$  отриманий вираз повністю збігається з виразом для  $n\bar{r}^2$ , отже, величина дисперсії в даному випадку дорівнює нулю. Якщо ввести позначення

$$D = \frac{1}{n-1} S, \quad (18)$$

$$\text{де } S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^K r_{ij} - \bar{r} \right)^2,$$

отримаємо остаточний вираз Кендалла для коефіцієнта конкордації

$$W = \frac{12S}{K^2(n^3 - n)}. \quad (19)$$

Коефіцієнт конкордації  $W$  дорівнює 1 в тих випадках, коли індивідуальні ранжирування експертів по всіх об'єктах повністю збігаються, і дорівнює 0, коли всі ранжирування різні. В інших випадках його значення задовольняють нерівності  $0 < W < 1$ , причому чим ближче значення  $W$  до 1, тим тісніше зв'язок між ранжирування і надійніше агрегована консенсусна оцінка.

Коефіцієнт конкордації, обчислений за виразом (19), є статистичною точковою оцінкою істинного значення і являє собою випадкову величину. Тому виникає необхідність в перевірці значимості статистичної оцінки. Значимість оцінки коефіцієнта конкордації перевіряється за допомогою критерію  $\chi^2$ . Доведено [18], що величина

$$\chi^2 = WK(n-1) \quad (20)$$

має  $\chi^2$  – розподіл з  $\nu = n-1$  ступенями свободи.

Для перевірки значущості коефіцієнта конкордації обчислюється статистика  $\chi^2$  за виразом (20) і порівнюється з табличним значенням  $\chi^2_{табл}$  для заданого рівня значущості  $\alpha$  для  $\nu = n-1$  ступенів свободи. У разі  $\chi^2 > \chi^2_{табл}$  гіпотеза про значущість коефіцієнта конкордації приймається.

### Колективне експертне оцінювання привабливості факторів туристичної привабливості

Привабливість території для потенційних туристів значною мірою залежить від стану матеріально-технічної бази туристичних підприємств, розгалуженості та різноманітності їх мережі, якості та асортименту послуг, що вони пропонують тощо. Основною складовою матеріально-технічної бази туризму є засоби розміщення туристів, які забезпечують їх тимчасовим житлом і надають побутові та інші послуги під час подорожі. Поряд з основними послугами засоби розміщення туристів можуть надавати такі додаткові послуги: медичні, обслуговування ділових зустрічей, посередницькі, спортивні, банківські тощо.

Згідно [21] первинна пропозиція включає: природні особливості країни, соціально-культурні фактори і загальну інфраструктуру. Похідна пропозиція складається з туристської інфраструктури (яка поділяється в [21] на інфраструктуру, обумовлену розвитком туризму і власне туристську інфраструктуру) і туристської супраструктури. Інфраструктура, обумовлена розвитком туризму, що має багато спільного із загальною інфраструктурою (первинною пропозицією), включає в себе додаткові системи інфраструктури, які будуються і розширюються для забезпечення життєдіяльності туристів. Найважливішою складовою частиною туристичної інфраструктури є власне туристська інфраструктура, до якої відносяться транспортні засоби, споруди для розміщення туристів, розважальні установи, центри для проведення конгресів і семінарів, споруди для надання посередницьких послуг (служби обслуговування та інформації). Туристська супраструктура (готельні підприємства і підприємства харчування), що аналізується в [21], більшістю дослідників розглядається в складі індустрії туризму і не виділяється в якості окремого незалежного елемента. Для характеристики інвентарних ресурсів важливе значення має структура матеріально-технічної бази туризму або співвідношення окремих її груп. Одна частина інвентарних ресурсів приймає безпосередню участь в обслуговуванні туристів, інша – полегшує або робить можливою туристичну діяльність. Структура матеріально-технічної бази туризму відображає технічну оснащеність праці та ефективність інвестиційної діяльності. Вона залежить від особливості галузі, технології, обсягу виробництва, організації виробництва та місцезнаходження підприємства. Чим більша частка основних фондів у структурі матеріально-технічної бази, тим міцнішою є основа розвитку туризму.

Розглянемо конкретний приклад застосування експертних оцінок інфраструктури регіону. Нами була проаналізована оцінка інфраструктури м. Тернопіль за 2017 рік. Для цього було опитано постійних клієнтів туристичної агенції "Всюди разом" в м. Тернополі. Оскільки прості туристи під час подорожі, не бажають давати відповіді на громіздкі анкети, то нами було поставлено нами лише одне запитання, а саме "Як Ви оцінюєте: природні ресурси ( $R$ ), культурні ресурси гостинності ( $P$ ), матеріально-технічна база туризму ( $M$ )?".

Результати опитування наведені в табл. 1.

Виконаємо обробку експертної інформації, представленої в табл. 1, для визначення колективної оцінки туристами факторів привабливості об'єктів туризму в м. Тернопіль.

Перейдемо від бальної оцінки альтернатив  $R$ ,  $P$ ,  $M$  до рангової шкали. Для цього впорядкуємо бальні оцінки в кожному рядку матриці по спадаючій і замінимо кожну оцінку її рангом, тобто номером місця, яке вона займає в упорядкованому ряді в рядку. Результати переходу до рангової шкали представлені в табл. 2.

**Таблиця 1.** Бальна оцінка привабливості факторів туризму в м. Тернопіль (50 учасників експертного опитування (E1–E50))

$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M
E1	8	6	9	E11	8	9	8	E21	8	9	7	E31	8	5	9	E41	8	8	7
E2	9	8	7	E12	9	7	10	E22	9	7	7	E32	10	8	7	E42	6	9	9
E3	7	9	9	E13	7	8	5	E23	7	9	8	E33	5	6	7	E43	8	7	8
E4	9	7	7	E14	9	10	8	E24	9	7	9	E34	8	8	9	E44	9	9	9
E5	7	9	8	E15	7	5	9	E25	7	7	7	E35	6	9	5	E45	7	8	9
E6	8	7	10	E16	8	8	7	E26	8	8	8	E36	8	7	8	E46	9	9	5
E7	10	10	5	E17	10	9	9	E27	9	9	9	E37	9	9	6	E47	8	9	8
E8	5	5	8	E18	5	7	9	E28	7	7	7	E38	7	5	8	E48	9	5	9
E9	8	9	6	E19	8	9	7	E29	9	8	7	E39	9	8	9	E49	7	8	7
E10	6	7	6	E20	6	7	9	E30	7	10	8	E40	5	6	5	E50	9	6	9

**Таблиця 2.** Рангова оцінка привабливості факторів туризму в м. Тернопіль

$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M
E1	2	3	1	E11	2	1	2	E21	2	1	3	E31	2	3	1	E41	1	1	2
E2	1	2	3	E12	2	3	1	E22	1	2	2	E32	1	2	3	E42	2	1	1
E3	2	1	1	E13	2	1	3	E23	3	1	2	E33	3	2	1	E43	1	2	1
E4	1	2	2	E14	2	1	3	E24	1	2	1	E34	2	2	1	E44	1	1	1
E5	3	1	2	E15	2	3	1	E25	1	1	1	E35	2	1	3	E45	3	2	1
E6	2	3	1	E16	1	1	2	E26	1	1	1	E36	1	2	1	E46	1	1	2
E7	1	1	2	E17	1	2	2	E27	1	1	1	E37	1	1	2	E47	2	1	2
E8	2	2	1	E18	3	2	1	E28	1	1	1	E38	2	3	1	E48	1	2	1
E9	2	3	1	E19	2	1	3	E29	1	2	3	E39	1	2	1	E49	2	1	2
E10	2	1	2	E20	3	2	1	E30	3	1	2	E40	2	1	2	E50	1	2	1

Оскільки в таблиці 2 є пов'язані ранги, процедуру стандартизації рангів. Результати відповідно до викладеного вище алгоритму виконаємо стандартизації рангів наведені в табл. 3.

**Таблиця 3.** Бальна оцінка привабливості факторів туризму в м. Тернопіль зі стандартизованими рангами

$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M	$x_{ij}$	R	P	M
E1	2	3	1	E11	2,5	1	2,5	E21	2	1	3	E31	2	3	1	E41	1,5	1,5	3
E2	1	2	3	E12	2	3	1	E22	1	2,5	2,5	E32	1	2	3	E42	3	1,5	1,5
E3	3	1,5	1,5	E13	2	1	3	E23	3	1	2	E33	3	2	1	E43	1,5	3	1,5
E4	1	2,5	2,5	E14	2	1	3	E24	1,5	3	1,5	E34	2,5	2,5	1	E44	2	2	2
E5	3	1	2	E15	2	3	1	E25	2	2	2	E35	2	1	3	E45	3	2	1
E6	2	3	1	E16	1,5	1,5	3	E26	2	2	2	E36	1,5	3	1,5	E46	1,5	1,5	3
E7	1,5	1,5	3	E17	1	2,5	2,5	E27	2	2	2	E37	1,5	1,5	3	E47	2,5	1	2,5
E8	2,5	2,5	1	E18	3	2	1	E28	2	2	2	E38	2	3	1	E48	1,5	3	1,5
E9	2	3	1	E19	2	1	3	E29	1	2	3	E39	1,5	3	1,5	E49	2,5	1	2,5
E10	2,5	1	2,5	E20	3	2	1	E30	3	1	2	E40	2,5	1	2,5	E50	1,5	3	1,5

Для перевірки можливості отримання колективної експертної оцінки оцінимо для останньої матриці коефіцієнт конкордації за формулою (19). Отримуємо  $W = 0.0036$ . Близький до нуля коефіцієнт конкордації говорить про те, що матриця рангових експертних оцінок мало відрізняється від випадкової матриці за рахунок низької узгодженості індивідуальних експертних оцінок. Цей факт пояснюється тим, що в якості експертів в даному випадку виступали не професіонали-оцінювачі якості туристичного бізнесу, а туристи, які в своїх оцінках часто керувалися емоційними враженнями. Будемо таку експертизу називати експертизою з "випадковими" експертами. Для відсіву "шумової" інформації, пов'язаної з фактором випадковості, необхідно видалити з матриці оцінки тих експертів, думки яких істотно відрізняються від колективної думки. Для цього застосуємо наступний метод покрокової редукції експертної матриці, заснований на плідних ідеях, сформульованих в роботі [27].

Метод покрокової редукції експертної матриці.

Крок 1. Нехай  $E$  матриця експертних оцінок  $ME_i$  для повної множини номерів експертів розмірності  $K \times n$  (в нашому випадку  $K = 50$ ,  $n = 3$ ).

Крок 2. Вважаємо змінну-лічильник  $i = 1$ . Множина експертів, думка яких підлягає видаленню – порожня множина. Розраховується коефіцієнт конкордації  $W(ME_i)$  для цієї матриці.

Крок 3. З множини експертів  $E$  видаляємо експерта  $E_i$ , а з матриці  $ME_i$  викреслюємо рядок  $i$ . Отримуємо редуцировану матрицю  $ME_i^{RED}$ .

Крок 4. Розраховуємо коефіцієнт конкордації для цієї матриці  $W(ME_i^{RED})$ .

Крок 5. Якщо  $W(ME_i^{RED}) < W(ME_i)$ , то індивідуальна оцінка експерта  $i$  погіршує узгодженість колективної оцінки. В цьому випадку рядок  $i$  остаточно видаляється з матриці, а експерт з номером  $i$  видаляється з множини експертів. В іншому випадку рядок  $i$  повертається в матрицю, а множина номерів експертів залишається незмінним.

Крок 6. Вважаємо  $i = i + 1$ . Якщо  $i > K$ , обчислення закінчені. В іншому випадку переходимо до кроку 3.

Після обробки матриці з табл. 3 за вказаним методом після вилучення 19 "малокомпетентних" експертів отримуємо значення коефіцієнта конкордації  $W = 0.5463$ . Значення  $W > 0,5$  відповідає [23] сильній узгодженості. Значення обчисленого  $\chi^2 = 45.605974$  при  $\chi_{табл}^2 = 5,21$  для рівня значущості

$\alpha = 0,99$ , тобто  $\chi^2 > \chi_{табл}^2$ , і гіпотеза про значущість коефіцієнта конкордації приймається. В результаті застосування методу покрокової редукції експертної матриці її узгодженість вдалося підвищити на два порядки.

Остаточним етапом обробки експертної матриці є агрегування індивідуальних оцінок і побудова консенсусного колективного ранжування факторів-альтернатив. Для процедури агрегування були застосовані медіана Кемені [24] і два методи колективного вибору – голосування по протоколу Борда і голосування по протоколу Коупленда [25]. Деталі зазначених методів агрегування і алгоритми, що застосовуються при їх реалізації, досить детально викладені в [24, 25]. В результаті застосування всіх трьох методів отримано однакоове результуюче колективне ранжирування:

$$R > P > M. \quad (21)$$

Отримане колективне ранжирування інтерпретується наступним чином. Більшість туристів, які брали участь в експертизі в якості експертів, найбільш задоволені природними ресурсами ( $R$ ), в меншій мірі їх задовольняють культурні ресурси гостинності ( $P$ ), і найменш привабливою є матеріально-технічна база туризму ( $M$ ). Відповідно до результатів експертизи особам і організаціям, зацікавленим у прогресі і розвитку туристичної галузі, слід приділити особливу увагу розвитку чинників, які посіли останні місця в консенсусному ранжируванні – культурних ресурсів і матеріально-технічній базі туризму [26].

## Висновки

У сукупності з природними та трудовими ресурсами, інфраструктура туризму визначає туристський потенціал держави і регіону, місткість ринку туристичних послуг, його здатність приймати туристів і надавати послуги, розвивати додаткові види послуг в процесі туристського обслуговування. В значній мірі це залежить від наявності резерву потужностей інфраструктури. У статті досліджено процедури обробки експертної інформації в процесі оцінювання туристичної інфраструктури. Запропоновано метод покрокової редукції експертної матриці для випадку експертизи з "випадковими" експертами. На конкретному прикладі продемонстровано ефективність застосування методів колективної рангової оцінки для виявлення "слабких" місць в туристичній інфраструктурі регіону.

## Список літератури

1. Петровский А. Б. Теория принятия решений. М. : Академия, 2009. 400 с.
2. Ковалевский Г. В. Омуш М. О. Оценка туристической привлекательности региона (на примере Иордании). *Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина*. 2002. Вып. 564. С.266–269.
3. Бакурова Г. В., Очеретин Д. В. Оцінка рекреаційної привабливості регіону. *Збірник наук. праць*. Вип. 183 в 3-х томах, Т. III. Дніпропетровський ДНУ, 2002. С. 617–622.
4. Бейдик О. О. Рекреаційно-туристичні ресурси України: методологія і методика аналізу, термінологія, районування : монографія. К. : Вид.-поліграф. центр "Київ. університет", 2001. 395 с.

5. Кравців В. С. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери. Львів: НАН України. ІРД НАН України, 1999. 78 с.
6. Іванова Л. О. Оцінка маркетингових можливостей підприємств готельного господарства в окремих регіонах України. *Соц.- екон. досл. в перехідний період. Щорічн. наук. праць*. Львів : НАН України ІРД, 2003. Вип. XIV. С. 230–242.
7. Cook, W. D., Seiford, L. M. (1978), "Priority ranking and consensus formation", *Management Science*, Vol. 24. No. 16. P. 1721–1732.
8. Cook, W. D., Seiford, L. M. (1997), "A general framework for distance-based consensus in ordinal ranking models", *European Journal of Operational Research*, Vol. 96, No. 2, P. 392–397.
9. Самохвалов Ю. Я., Науменко Е. М. Экспертное оценивание. Методический аспект. Киев: ДУИКТ, 2007. 262 с.
10. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование : в 3 ч. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. Ч. 2 : Экспертные оценки, 2011. 486 с.
11. Кондратюк І. В., Сдвижкова Е. А. Выбор и обоснование значимых информативных факторов выбросоопасности угля и газа. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2013. № 40. С. 77-84.
12. Хэбе Н. А., Ковшов Е. Е. Модель лицензирования программных решений с открытым кодом. *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 6. С. 69.
13. Ronald, D. A., Cook, W. D., Lawrence, M. S. (1982), "Priority Ranking and Consensus Formation: The Case of Ties", *Management Science*, Vol. 28. P. 638–645.
14. Катаев А. В. Актуальные функциональные задачи маркетинговой товарной политики. Харьков : Издательский центр "Диалог", 2016. 124 с.
15. Bury, N., Wagner, D. (2008), "Group Judgement with Ties. Distance-Based Methods", *New Approaches in Automation and Robotics*, Vienna : I-Tech Education and Publishing, P. 153–173.
16. Писарева О. М. Методы социально-экономического прогнозирования. Москва, 2003. 396 с.
17. Давнис В. В., Тинякова В. И. Прогнозные модели экспертных предпочтений. Воронеж : Изд-во Воронеж, гос. ун-та, 2005. 248 с.
18. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
19. Куваева В. И., Позняк А. В., Болтенков В. А. Применение методов экспертного оценивания при построении систем поддержки принятия решений. *Системы та засоби штучного інтелекту* : тези доповідей Міжнародної наукової молодіжної школи. Київ, 2017. С. 104–108.
20. Папирян Г. А. Международные экономические отношения: Экономика туризма. М. : Финансы и статистика, 1999. 208 с.
21. Чудновский А. Д. Менеджмент туризма. М. : Федеральное агентство по туризму, 2014. 576 с.
22. Куваева В. И., Болтенков В. А., Позняк А. В. Предварительная обработка экспертной информации при формировании агрегированной консенсусной ранговой оценки. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського : Серія: технічні науки*. 2018. С. 155–162.
23. Kraska-Miller, M. (2014), *Nonparametric statistics for social and behavioral sciences*, CRC Press Taylor & Francis Group, 231 p.
24. Болтенков В. А., Куваева В. И., Позняк А. В. Анализ медианных методов консенсусного агрегирования ранговых предпочтений. *Інформатика та математичні методи в моделюванні*. Одеса: ОНПУ, 2017. Том 7, № 4. С. 307–317.
25. Болтенков В. А., Куваева В. И., Червоненко П. П. Применение методов социального выбора в задачах агрегирования оценок в ранговых шкалах. *Системные технологии : Региональный межвузовский сборник научных работ*. Вып. 2 (115). Днепро, 2018. С. 93–102.
26. Дурович А. П. Маркетинговые исследования в туризме. СПб. : Питер, 2008. 394 с.
27. Стенин А. А., Губский А. Н., Польшакова О. М. Экспертная оценка деятельности операторов эргатических систем. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2013. № 1. С. 141–143.

## References

1. Petrovsky, A. B. (2009), *Theory of decision making [Teoriya pryiniatyia reshenyi]*, Moscow Academy, 400 p.
2. Kovalevsky, G. V., Omush, M. O. (2002), "Evaluation of the tourist attractiveness of the region (on the example of Jordan)" ["Otsenka turystycheskoi pryvlekatelnosti rehyona (na prymere Yordanyy)"], *Bulletin of Kharkov National University of them V.N. Karazin*, Issue 564, P. 266–269.
3. Bakurova, G. V., Ocheretin, D. V. (2002), "Estimation of recreational attractiveness of the region" ["Otsinka rekreatsinyoi zapadblivosti regeonu"], *Zbirnik nauk. prap*, Dnipropetrovsk, Vol. 183 in 3 volumes, Vol. III, P. 617–622.
4. Beidik, O. O. (2001), *Recreational and Tourist Resources of Ukraine: Methodology and Methodology of Analysis, Terminology, District Planning* : Monograph [Rekreatsiino-turystychni resursy Ukrainy: metodolohiia i metodyka analizu, terminolohiia, raionuvannia : monografiya], Species-Poligraf. center "Kiev university", 395 p.
5. Kravtsiv, V. S. (1999), *Science-methodical ambushes reforming the recreational sphere [Naukovo-metodychni zasady reformuvannia rekreatsinyoi sfery]*, NAS of Ukraine. Lviv, 78 p.
6. Ivanova, L. O. (2003), "Estimation of marketing opportunities of hotel industry enterprises in some regions of Ukraine" ["Otsnika marketingvih mozlyvosty pidpriemstv gothal state in the regions of Ukraine"], *Socio-economic research in the transition period : Annual scientific papers*, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Issue XIV, P. 230–242.
7. Cook, W. D. (1978), "Priority ranking and consensus formation", *Management Science*, Vol. 24, No. 16, P. 1721–1732.
8. Cook, W. D. (1997), "A general framework for distance-based consensus in ordinal ranking models", *European Journal of Operational Research*, Vol. 96, No. 2, P. 392–397.
9. Samokhvalov, Y. Y. (2007), *Expert evaluation*, Methodological DUICT, Kiev, 262 p.
10. Orlov, A. I. (2011), *Organizational-economic modeling [Orhanyzatsyonno-ekonomycheskoe modelyrovanye]*, Expert assessments, 486 p.
11. Kondratyuk, I. V., Sdvizhkova, E. A. (2013), "Choice and substantiation of significant informative factors of coal and gas outburst hazard" ["Vybor y obosnovanye znachymukh ynformatyvnykh faktorov vubrosoopasnosty uhliia y haza"], *Zbirnik Naukovykh prac Natsionalnogo girnichogo university*, No. 40, P. 77–84.

12. Hebe, N. A., Kovshov, E. E. (2013), "The licensing model for open source software solutions," ["Model lytsenzuyovanyia prohrammnykh resheniy s otkrytym kodom"], *Modern Problems of Science and Education*, No. 6, P. 69.
13. Ronald, D. A., Cook, W. D. (1982), "Priority Ranking and Consensus Formation: The Case of Ties", *Management Science*, Vol. 28. P. 638–645.
14. Kataev, A. V. (2016), *Actual functional tasks of marketing commodity policy*, Dialog Publishing Center, Kharkov, 124 p.
15. Bury, H., Wagner, D. (2008), "Group Judgment with Ties. Distance-Based Methods. New Approaches in Automation and Robotics", *I-Tech Education and Publishing*, Vienna, P. 153–173.
16. Pisareva, O. M. (2003), *Methods of socio-economic forecasting*, 396 p.
17. Davnis, V. V., Tinyakova, V. I. (2005), *Forecast models of expert preferences*, Voronezh. 248 p.
18. Kobzar, A. I. (2006), *Applied Mathematical Statistics. For engineers and scientists [Prykladnaia matematycheskaia statystyka. Dlia ynzhenеров y nauchnykh rabotnykov]*, FIZMATLIT, 816 p.
19. Kuvaieva, V. I., Pozniak, A. V., Boltenkov, V. A. (2017), "Application of expert assessment methods in the construction of decision support systems" ["Prymenenye metodov ekspertnoho otsenyvaniya pry postroyenyy system podderzhky pryniatyia resheniy"], *Sistemi that zakobi piece of telecommunication : tezi dopovidey Mizhnorennoi naukovoï molodizhnoi schools*, Kiev, P. 104–108.
20. Papirian, G. A. (1999), *International Economic Relations: Tourism Economics, Finance and Statistics*, 208 p.
21. Chudnovsky, A. (2014), *Tourism Management*, Federal Agency for Tourism, 576 p.
22. Kuvaieva, V. I. (2018), "Preliminary processing of expert information in the formation of an aggregate consensus rank evaluation" ["Predvartelnaia obrabotka ekspertnoi ynformatsyy pry formirovaniy ahrehyrovannoi konsensusnoi ranhovoï otsenky"], *Vcheny note TNU : Series: technical science*, P. 155–162.
23. Kraska-Miller, M. (2014), *Nonparametric statistics for social and behavioral science*, CRC Press Taylor & Francis Group, 231 p.
24. Boltenkov, V. A., Kuvaieva, V. I., Pozniak, A. V. (2017) "Analysis of Median Methods of Consensus Aggregation of Ranking Preferences" ["Analyz medyannykh metodov konsensusnoho ahrehyrovanyia ranhovykh predpochteniy"], *Informatics and mathematical methods in modeling*, P. 307–317.
25. Boltenkov, V. A., Kuvaieva, V. I., Chervonenko, P. P. (2018), "Application of methods of social choice in tasks of aggregation of ratings in rank scales", *System technologies : Regional inter-university collections of scientific works*, P. 93–102.
26. Durovich, A. P. (2008), *Marketing research in tourism*, SPb., 394 p.
27. Stenin, A. A., Gubsky, A. N., Polshakova, O. M. (2013), "Expert evaluation of the activity of operators of erratic systems" ["Экспертная otsenka deiatelnosti operatorov erhatycheskykh system"], *Radioelektronika, informatics, management*, P. 141–143.

Надійшла (Received) 27.08.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Куваєва Варвара Ігорівна** – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри інформаційних систем, м. Одеса, Україна; e-mail: vkuvayeva@onu.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9350-1108>.

**Куваєва Варвара Ігорівна** – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри інформаційних систем, г. Одесса, Україна.

**Kuvaieva Varvara** – Odessa National Polytechnic University, Post-Graduate Student at the Department of Information Systems, Odessa, Ukraine.

**Ліп'яніна Христина Володимирівна** – Тернопільський національний економічний університет, викладач кафедри економічної кібернетики та інформатики, м. Тернопіль, Україна; e-mail: [xrustya.com@gmail.com](mailto:hrustya.com@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2441-6292>.

**Липьянина Кристина Владимировна** – Тернопольский национальный экономический университет, преподаватель кафедры экономической кибернетики и информатики, г. Тернополь, Украина.

**Lipyaniina Kristina** – Ternopil National Economic University, Lecturer at the Department of Economic Cybernetics and Informatics, Ternopil, Ukraine.

**Болтенков Віктор Олексійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем, Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна; e-mail: [vaboltenkov@gmail.com](mailto:vaboltenkov@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3366-974X>.

**Болтенков Виктор Алексеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем, Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина.

**Boltenkov Viktor** – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor at the Department of Information Systems, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine.

## ОБРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КОЛЛЕКТИВНОМ ОЦЕНИВАНИИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Предметом** статьи является процесс обработки экспертной информации при коллективной оценке туристической инфраструктуры. Инфраструктура туризма представляет собой комплекс взаимосвязанных видов деятельности и институциональных структур, обеспечивающих условия для осуществления туристской деятельности. Экспертная оценка как методология выбора вариантов действий достаточно давно и успешно используется в технологической и экономической практике. Основными требованиями к коллективной экспертной оценке является ее достоверность, что определяется согласованностью индивидуальных экспертных ранжирований. **Цель** – формулировка методов, повышающих согласованность коллективного ранжирования и практическое подтверждение их корректности при оценке туристической

инфраструктуры региона. **Задачи**, решаемые в статье: анализ определения понятия "инфраструктура туризма"; исследования методов обработки экспертной информации в задачах построения агрегированных консенсусных ранжирований, демонстрация эффективности применения экспертных методов при оценке туристической инфраструктуры региона. Используются **методы**: системный анализ, ранговый статистический анализ, экспертное оценивание. Получены следующие **результаты**: Исследованы методы предварительной обработки и агрегирования коллективных оценок в ранговых шкалах. Предложен метод пошаговой редукции множества экспертов с целью повышения согласованности индивидуальных экспертных ранжирований. Изложение проиллюстрировано конкретным примером коллективной ранговой оценки для оценки туристической инфраструктуры региона. **Выводы**: Состояние инфраструктуры туризма – один из весомых факторов, определяющих результаты работы отрасли и степень достижения стратегических целей ее развития. Предложен метод формирования коллективной экспертной оценки сложных объектов "случайными" экспертами, в частности, оценки туристической инфраструктуры региона. Разработанный метод позволяет существенно повысить согласованность коллективной оценки и определить "слабые" места в туристической инфраструктуре. Правильность предложенного метода и его эффективность подтверждены на реальной экспертизе.

**Ключевые слова**: туристическая инфраструктура; экспертная оценка; консенсусное агрегирование; ранговые преимущества; коэффициент конкордации.

## PROCESSING EXPERT INFORMATION IN THE CONTEXT OF COLLECTIVE ASSESSMENT OF A TOURIST INFRASTRUCTURE

The **subject** matter of the article is the process of processing expert information in the context of the collective assessment of a tourism infrastructure. The tourism infrastructure is a complex of interconnected actions and institutional structures that provide conditions for tourist activities. The expert assessment as a methodology for selecting the types of action has long been used successfully in technological and economic practice. The main requirement for the collective expert assessment is its reliability, which is determined by the consistency of individual expert ratings. The **goal** of the article is to suggest methods that increase the consistency of collective rankings and to prove practically their accuracy while assessing the tourist infrastructure of a region. The **objectives** of the article are to analyze the concept of "a tourism infrastructure"; to study the methods of processing expert information in the tasks of constructing aggregated consensus rankings, to demonstrate the effectiveness of expert methods in assessing the tourist infrastructure of a region. The following **methods** were used in the study – system analysis, rank data analysis, expert assessment. The following **results** were obtained: the methods of preliminary processing and aggregating collective assessments in rank scales were studied; the method of step-by-step reduction of a number of experts was suggested in order to increase the consistency of individual expert rankings. Specific examples of collective rankings for assessing the tourism infrastructure of a region were presented to illustrate the obtained results. **Conclusions**. The state of the tourism infrastructure is one of the important factors that determine the results of the industry and the degree of the achievement of the strategic goals of its development. The method of creating a collective expert assessment of complex objects by "random" experts, in particular, assessment of the tourist infrastructure of a region, is proposed. The developed method can significantly improve the consistency of a collective assessment and identify "weak" places in the tourism infrastructure. The accuracy of the proposed method and its effectiveness are proved by a real expert assessment.

**Keywords**: tourist infrastructure; expert assessment; consensus aggregation; rank privileges; concordance coefficient.

O. LOBACH, I. BABYCH, E. PERSIYANOVA

## INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE INTEGRATED ASSESSMENT OF EXPERT COMPETENCY

The **subject** matter of the study is the processes of selecting and assessing the competency of experts. The **goal** of the study is to increase the objectivity of expert assessment by developing and applying a model and information technology for the integrated assessment of the competency of experts, which will enable selecting experts for participation in expert groups on a high qualitative level. The following **tasks** were solved: methods and models for assessing the quality and competency of experts were reviewed; a model for the integrated assessment of the competency of experts was developed; an applied information technology for a comprehensive assessment of the competency of experts was designed and implemented in software. The methodology of the study was based on the following **methods**: methods of heuristic, test and statistical evaluation were used to develop the model for the integrated assessment of the competency of experts; principles of system analysis and methods of object-oriented design were used to develop the applied information technology for the integrated assessment of the competency of experts. The following **results** were obtained: the problem of assessing the quality of experts was considered; based on the authors' practical experience and analysis of literature sources, the structural diagram of the properties of experts and their assessment was developed; five main groups of existing methods for assessing the quality of experts were analyzed; existing models of an integrated assessment of the competency of experts were reviewed; a two-stage method for the integrated assessment of the competency of experts was developed by integrating the methods of heuristic, test and statistical assessment; the main groups of users and functional requirements to the information system for assessing the competency of experts were identified; the database and user interface of the information system were developed; the developed information technology of the integrated assessment of the competency of experts was tested on actual data for selecting an expert group to choose the methodology of project management. **Conclusions.** The problem of selecting and assessing the competency of experts is one of the most difficult in the theory and practice of expert surveys. It cannot be solved by applying singular methods of assessment; its solution requires that complex methods, including both quantitative and qualitative methods for assessing the competency of specialists should be applied. The applied information technology was developed for this purpose; it can be used at various enterprises, institutions and organizations that are interested in automating the process of expert survey and in building quality expert groups.

**Keywords:** information technology; complex assessment; expert competency; group of experts; methods for assessing the quality of experts.

---

### Problem statement

Expert surveys are an integral part of the process of project assessment and decision-making and they are applied at all stages of these processes, from problem statement to the evaluation of implementation.

While managing technical and social processes, there is always a need to find out expert opinions about complex problems that are difficult to formalize. Expert surveys are aimed specifically at studying estimates specialists make across a wide range of issues and forecasts for the development of complex non-standard situations. In some cases, an expert survey is the efficient and the only possible way to obtain the necessary information and choose a course of action for solving non-standard tasks.

At the same time, there is a problem of objectivity of information obtained from experts; this problem can be solved due to the proper selection of specialists to participate in the work of expert groups since the reliability of their assessments is largely determined by the competency of experts [1].

The use of singular methods to assess the competency of an expert does not always enable taking into account all the characteristics of a candidate. Therefore, it is important to formulate and apply complex methods which include both quantitative and qualitative methods of assessing the competency of specialists.

---

### The analysis of recent studies and publications

Selecting experts is an extremely complex process in which a large number of different qualities of a candidate [2] should be taken into consideration, for example awareness and competency in the subject area, practical experience and length of work, professional status, creativity, independence of mind, systematic thinking and the comprehensive vision of the problem, interest in expert study and so on.

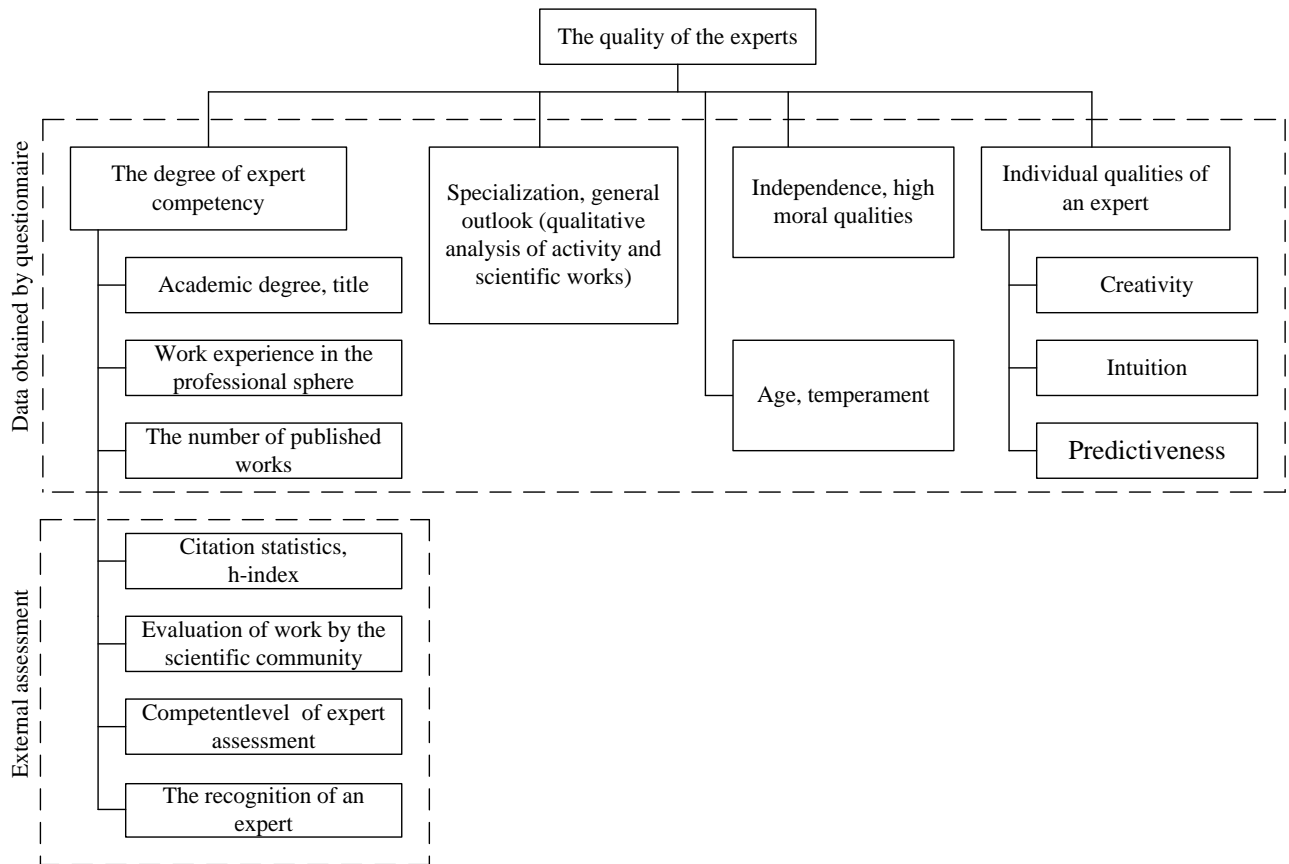
On the basis of the analysis of literary sources [1–6], the structural diagram is developed and presented (fig. 1).

The diagram shows that taking into consideration the specificity of activities, the quality of an expert is determined by such properties as competency, specialization, independence, personal features of an expert, age and temperament.

It should be noted that the quantitative assessment of the quality of an expert consists of an assessment of individual properties this quality depends on.

In the scientific literature, the suggested methods of assessment of the quality of experts are divided into five groups [5]:

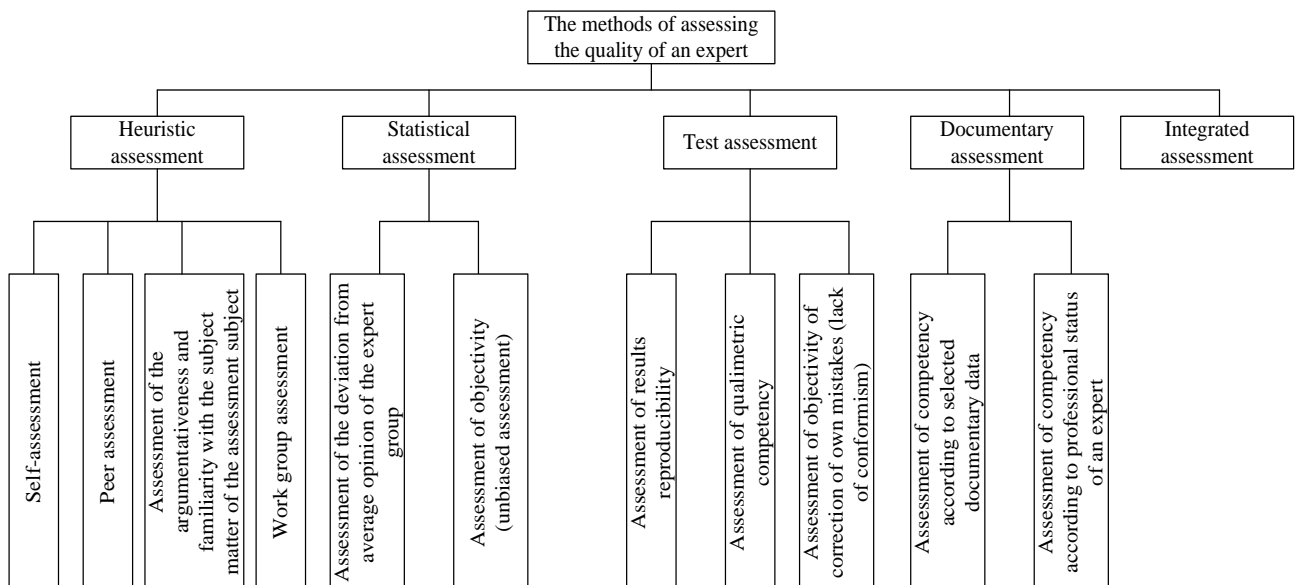
- heuristic assessments – those that are given by a human;
- statistical assessments – those that are obtained after the opinions of experts about the object of the assessment have been processed;



**Fig. 1.** Structural diagram of the basic features of experts

- test assessments – those that are obtained as a result of special tests conducted by experts;
- documentary assessments – those that are based on the analysis of documentary data about experts;
- integrated assessments – those that are obtained due to any combination of the listed methods.

Scientific paper [5] suggests the diagram of methods for obtaining private assessments of properties characterizing the quality of experts. Each group contains several private assessments and the methods used for obtaining them (fig. 2).



**Fig. 2.** Methods for obtaining private assessments of properties characterizing the quality of experts [5]

In scientific paper [1], the model of expert competency assessment was developed; it reduces the subjectivity of available heuristic methods of

selecting experts and includes two stages of expert competency assessment – heuristic assessment and test assessment.

Scientific paper [3] recommend that expert competency should be assessed by combining heuristic and statistical methods of expert competency assessment by using information on the scientific potential of experts that have been obtained in a documentary way.

It should be noted that except for the above methods, there are other methods to assess the quality of an expert. Scientific papers of many authors [7–18] deal with studies in this area.

Thus in the scientific paper [7], the competency of experts is proposed to be determined using the method of paired comparisons, and in [9] – by the method of peer assessment.

Scientific paper [8] suggests the technique that enables conducting the integrated assessment of expert competency taking into consideration the quality of an expert as well as the level of their arguments while assessing in the scientific and technological area.

Scientific paper [10] considers various procedures for determining the competency of experts.

Scientific paper [11] suggests the approach to formalizing the process of forming expert groups, that is based on the application of methods of combinatorics, the theory of sets and relations, the theory of matrices, metric algorithms for classification and logic of predicates.

Scientific paper [12] analyzes a great number of works on making managerial decisions and suggests considering the process of selecting the quantity and quality of expert group as a multistage process.

Scientific papers [13-14] suggest using the unified optimization framework based on the Facility Location Analysis, which is a well-known branch of the Operation Research for solving three types of problems to form a group of experts.

Scientific paper [15] presents a new approach for determining the weighting factors of experts in a group while solving problems. In this paper, the weighting factor of experts in a group is determined within the decision environment by using the projection method.

Scientific paper [16] considers how the expert group size affects the importance of expert competency while aggregating individual expert opinions.

Scientific paper [17] describes the Theory of Expert Competency that implies both analyzing experts and designing and using expert systems.

Scientific paper [18] deals with the approach to the complex assessment of the expert group competency. It considers an integrated approach to calculating the competency of the expert group in terms of the work complexity (types of work). The suggested approach extends the current methods and algorithms of assessment based on the proposed three-dimensional model which considers the professional knowledge in the given field of expertise, expert competency and sociometric status of the expert in the group.

### The goal and objectives of the study

The goal of the study is to increase the objectivity of the expert assessment by developing and applying a model and information system of an integrated assessment of the

expert competence, which enables selecting quality specialists to participate in the work of expert groups.

The tasks that are solved to achieve the goal of the study are as follows:

- to review methods and models of assessment of the quality and competency of experts;
- to develop a model of integrated assessment of the quality of experts;
- to design and implement in software applied information technology for the integrated assessment of expert competency.

### Materials and methods

The model of the integrated expert assessment of experts is proposed; this model is based on the combination of heuristic, test and statistical assessment methods. The developed model includes the following stages (fig. 3).

Stage 1 is implemented by the test method. An expert does the competency test in a specified speciality, for example in Project Management. The test has 40 questions, each one scores 2.5 points and the total score is 100. The passing score is 80–100, that means that an expert should answer correctly at least 32 questions from 40 ones.

Stage 2 lies in calculating the integrated assessment that comprises self-assessment of own competencies, which is calculated according to the formula suggested in [3]:

$$K_{self}^{ij} = \frac{\varphi_{ij}}{\varphi_{max}}, \quad (1)$$

where  $\varphi_{ij}$  is the value of the qualification in accordance with the position  $i$  and the academic degree  $j$  (the academic title of expert, registration in the state register of experts) of an expert ( $\varphi_{ij} \in [1, \dots, 12]$ ). The specific value of the indicator  $\varphi_{ij}$  is determined according to the data presented in table 1 [4];

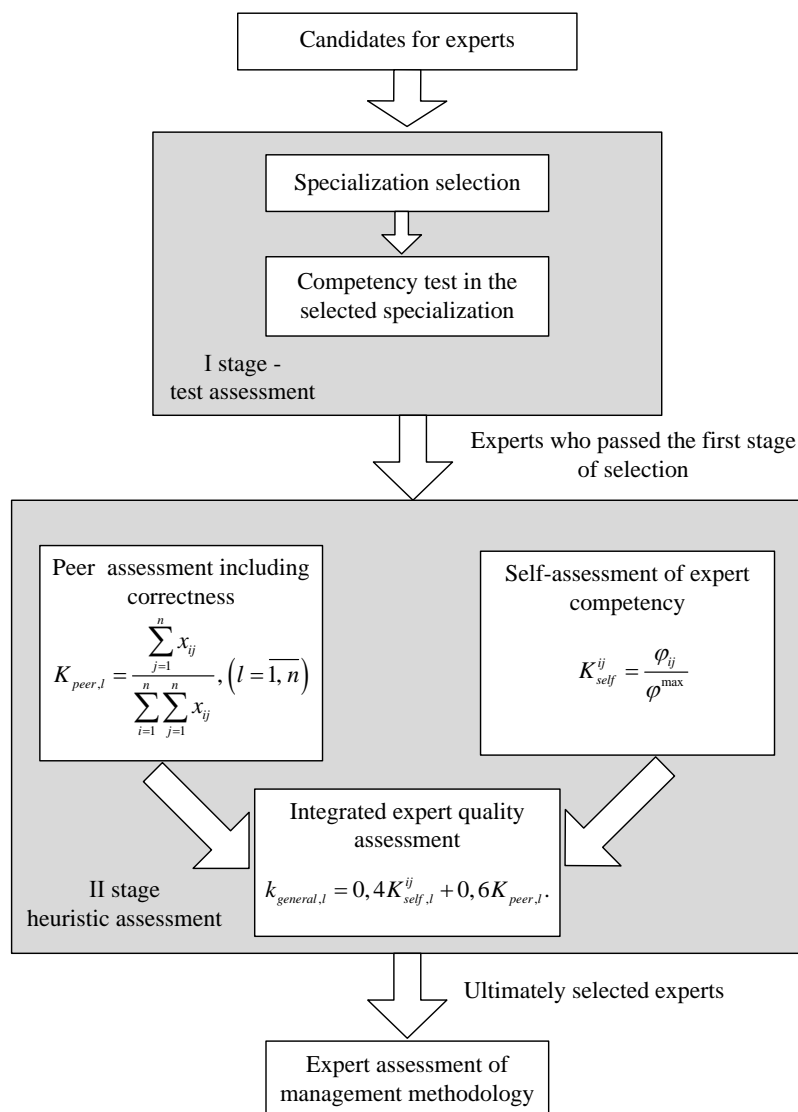
$\varphi_{max}$  is the maximal value of the qualification indicator.

Peer assessment within the specified speciality is conducted via questionnaires.

The competency coefficient of the  $l$ -th expert is a relative number of votes for including an expert in the group and is calculated by the formula [1]:

$$K_{peer,l} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad (l = \overline{1, n}), \quad (2)$$

where  $K_{peer,l}$  is the competency coefficient of the  $l$ -th expert that is determined by the method of peer assessment;  $x_{ij}$  is the assessment which is equal to 1 if the  $j$ -th expert added the  $i$ -th expert to the list or is equal to 0 in any other case.



**Fig. 3.** The method of integrated assessment of expert competency while selecting the methodology of management

**Table 1.** Verbal-numerical assessment scale of experts  $\varphi_{ij}$  [4]

Position	No scientific degree	PhD	PhD, associate professor / PhD, state expert	Doctor of Science	Doctor of Science, associate professor	Doctor of Science, professor / Doctor of Science, state expert	Doctor of Science, professor, state expert	Member of the Academy/ Corresponding Member
Junior research scientist (research scientist)	1	1,5	1,75	2	2,25	2,75	3	4
Senior scientific researcher	1,5	2,25	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Head of laboratory	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5,5	6
Leading researcher (deputy head of department)	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7
Head of department (chief researcher)	3	4	4,5	5	5,5	6	7	8
Chief of Bureau	3,5	4,5	5	6	7	8	9	10
Head of the Institute (center)	4	5	6	7	8	9	10	12

On the basis of two stages, the integrated assessment of an expert competency is calculated according to the formula [1]

$$k_{general,l} = 0,4K_{self,l}^{ij} + 0,6K_{peer,l} \quad (3)$$

Weighting factors are assigned taking into consideration the fact that the assessment of results reproducibility specifies the professional competency of an expert concerning issues that are of great significance for further expert assessments of objects.

**The discussion of the results of the study**

As a result of a detailed analysis of the subject area, the main users of the information system for the integrated assessment of expert competency were identified. Two types of users were specified, these are "Administrator" and "Expert". For each type of user, the basic functional capabilities were identified for dealing with the information system. All functional capabilities are presented as a diagram of use cases that are shown in fig. 4.

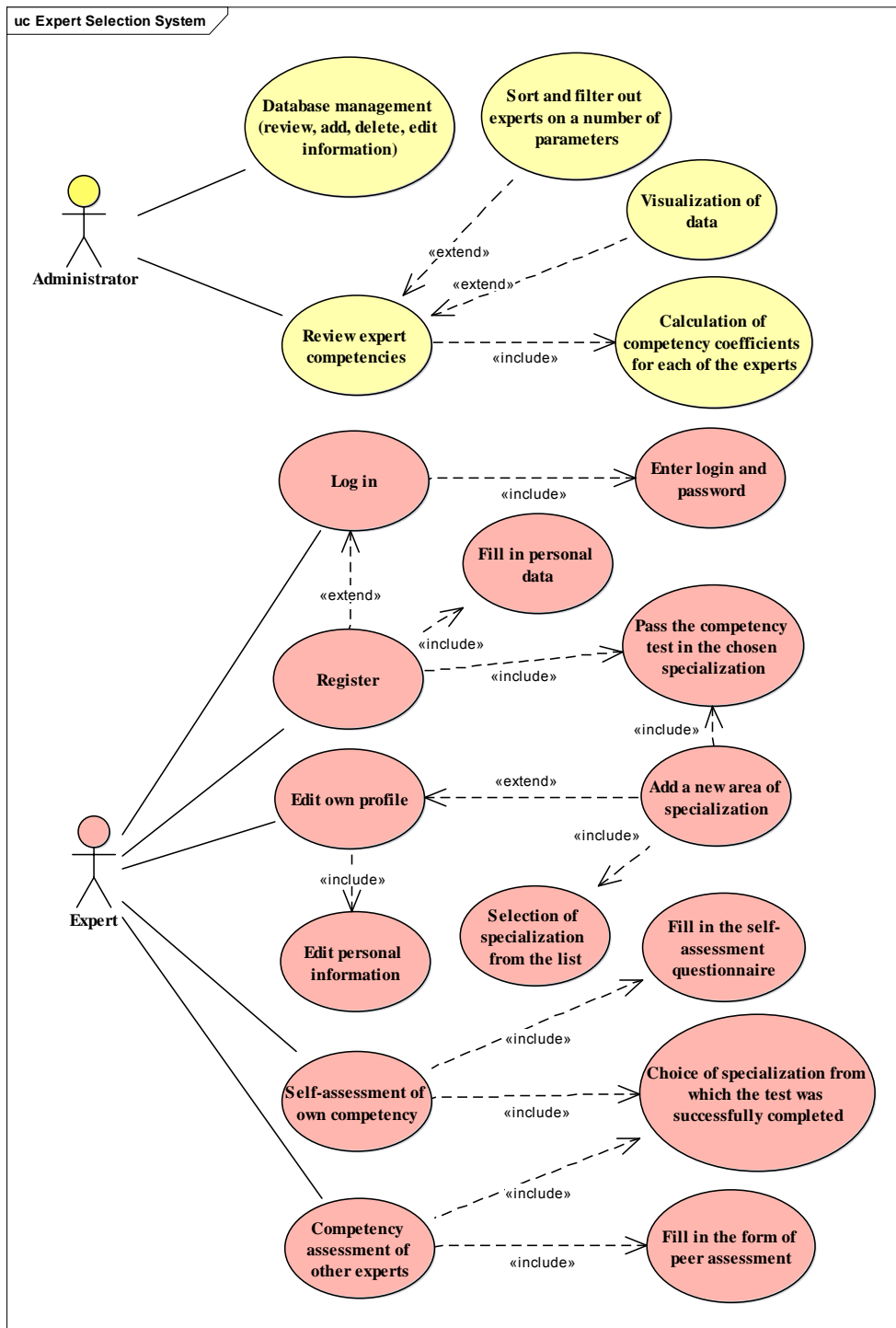


Fig. 4. The diagram of information system use cases

The diagram shows that the administrator has the following two basic functionalities – he can manage the information system database and review expert competencies.

As part of database management, the administrator can review, add, delete and edit any information including personal data of experts. When viewing the numerical values of expert competence, the administrator can sort or filter out experts by a number of parameters as well as visualize the calculations. Thus, sorting is possible according to the expert's surname and various components of competencies of an expert. Experts can be filtered out according to the organization, position, academic title/degree. It should be noted that the assessment of the competence of each expert is represented by four indicators – the coefficients of competence based on the results of self-assessment and peer assessment, integrated and complex coefficients of competency.

An expert within an information system can register or log in to the system, edit own profile (any personal information), carry out a self-assessment of own competency and assess the competency of other experts.

To log into the system, the expert must enter a login and password. If an expert is not registered in the system, he can do this by filling in personal data (name, position, organization, etc.), then he should create own login and password and successfully pass the test for any specialization. It should be noted that self-assessment and peer assessment are possible only in the list of specializations in which experts have successfully passed the competency test. In the case of an unsatisfactory result in the competency test for any specialization, re-testing is blocked by the system.

On the basis of the above described functional use cases of the information system, a conceptual (logical) and physical data model was developed. In total, 14 entities were specified in the data model, whose descriptions are given in table 2.

**Table 2.** Descriptions of Data Model Entities

Code	Entities	Descriptions
E-1	Expert	Detailed information about experts (full name, position, organization, photo, e-mail address, etc.)
E-2	Academic title	The list of all academic titles an expert can have (professor, senior scientific researcher, associate professor, no title)
E-3	Academic degree	The list of all academic degrees an expert can have (doctor of science, PhD, no degree)
E-4	Organization	Information of the organization (name, address, city) where experts work
E-5	City	The list of the cities where there are the organizations in which experts work
E-6	Competency self-assessment	The results of expert self-assessment according to a number of factors in the areas of his specialization
E-7	Self-assessment factor	A list of factors according to which the self-assessment of experts is conducted in various areas of specialization
E-8	Area of specialization	A list of the experts' areas of specialization
E-9	Factor assessment	A list of probable assessment values for each factor of self-assessment
E-10	Expert competency	The results of the calculation of four competency coefficients (self-assessment, peer assessment, integrated, complex) on each expert according to the areas of specializations
E-11	Competency peer assessment	The results of peer assessment according to the areas of specializations
E-12	Competency test	Information about the competency tests which experts have passed in the areas of specializations to prove the expert title in the specified area
E-13	Test questions	A list of competency test questions according to the areas of specializations
E-14	Variants of answers	The list of answers to the questions of competency tests and the designation whether the answer is correct or not

The physical data model is presented in fig. 5. The types of data for each attribute of the entities of the physical model are specified taking into account the use of the Microsoft SQL Server as a database management system.

The developed information system refers to the type of client-server architecture. The information system database was implemented using Microsoft SQL Server

Express relational database management system. The information system was developed using C# programming language, Microsoft Visual Studio was used as a development environment.

The basic screenshots of the developed information system are presented in fig.6–9.

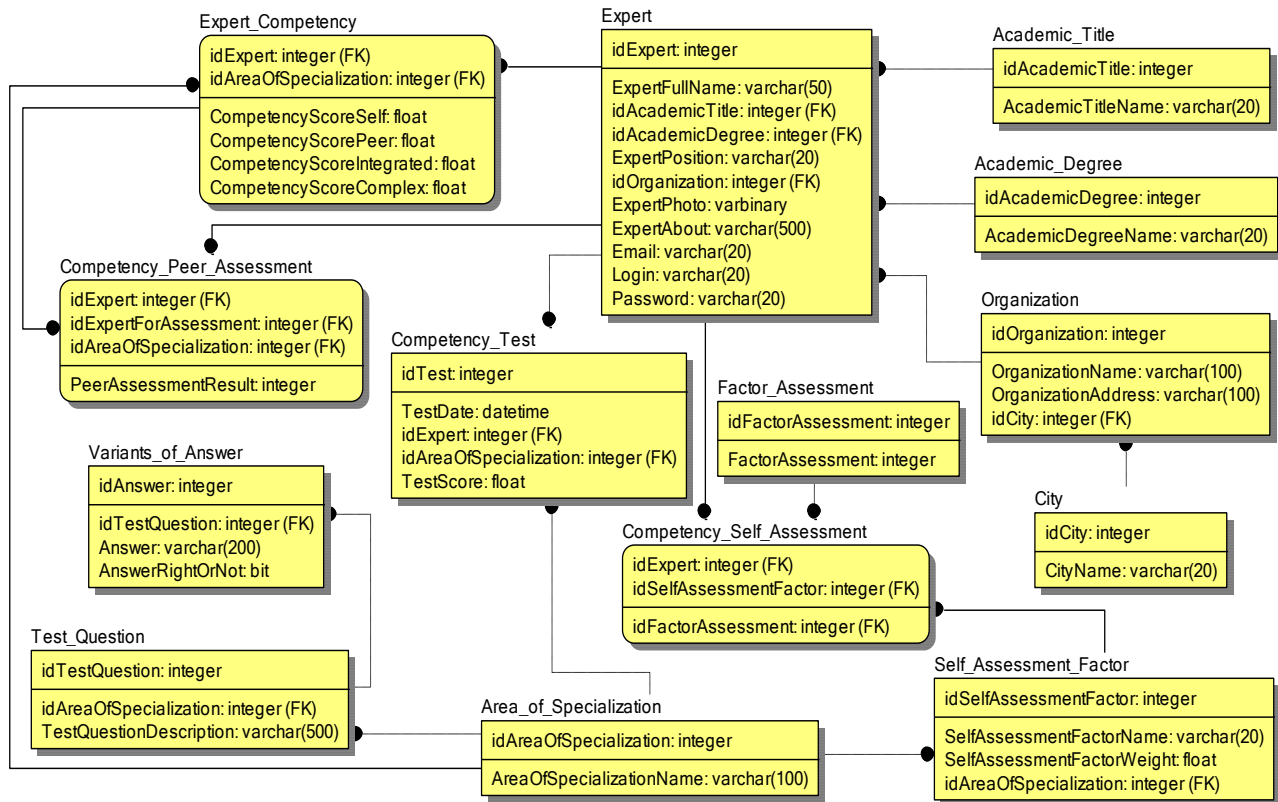


Fig. 5. The physical data model

Competency test in specialization: Project Management

- What is the input for designing a project management plan?
  - Expert assessments
  - Metrics of Eamed Value Method
  - Assumptions
  - Business plan
- What is not considered as a constraint in project management?
  - Laws and regulations
  - Wish of the team
  - Physical constraints
  - Boundaries of authority
- Which of the following is not part of project scope management?
  - Define Scope
  - Validate Scope
  - Create WBS
  - Estimate Scope
- Which of the following statements is correct to describe the scope of the project?
  - It is not used when developing the concept of a project
  - It is not the basis for a contract between the customer and the contractor
  - It does not include the definition of the objectives of the project, cost, duration and quality indicators
  - It provides a documentary framework for development of a network diagram

Next

Fig. 6. The competency test for the selected specialization

Expert Selection Tool

Profile **Self-assessment** Peer assessment

Choose a specialization from the list below

Project management

**Answer the questions:**

1. What is your theoretical knowledge of the area that is being considered?  
 High       Medium       Low

2. Your experience of practical work in the area that is being considered?  
 20+ years       10-20 years       5-10 years

3. Are you aware of the achievements in the area that is being considered?  
 Yes       Not sure       No

4. Are you aware of the results of the latest international achievements in this area?  
 Yes       Not sure       No

5. Your personal knowledge of the state of affairs in the area that is being considered?  
 High       Medium       Low

Cancel Save

Fig. 7. Self-assessment of an expert for the selected specialization

Expert Selection Tool

Profile Self-assessment **Peer assessment**

Choose a specialization from the list below

Project management

**Assess the competency of other experts**

Name of the expert	Competency rating
Expert #1	1
Expert #2	4
Expert #3	2
Expert #4	9
Expert #5	10
Expert #6	7
Expert #7	3
Expert #8	5
Expert #9	6
▶ Expert #10	8

Cancel Save

Fig. 8. Peer assessment for the selected specialization

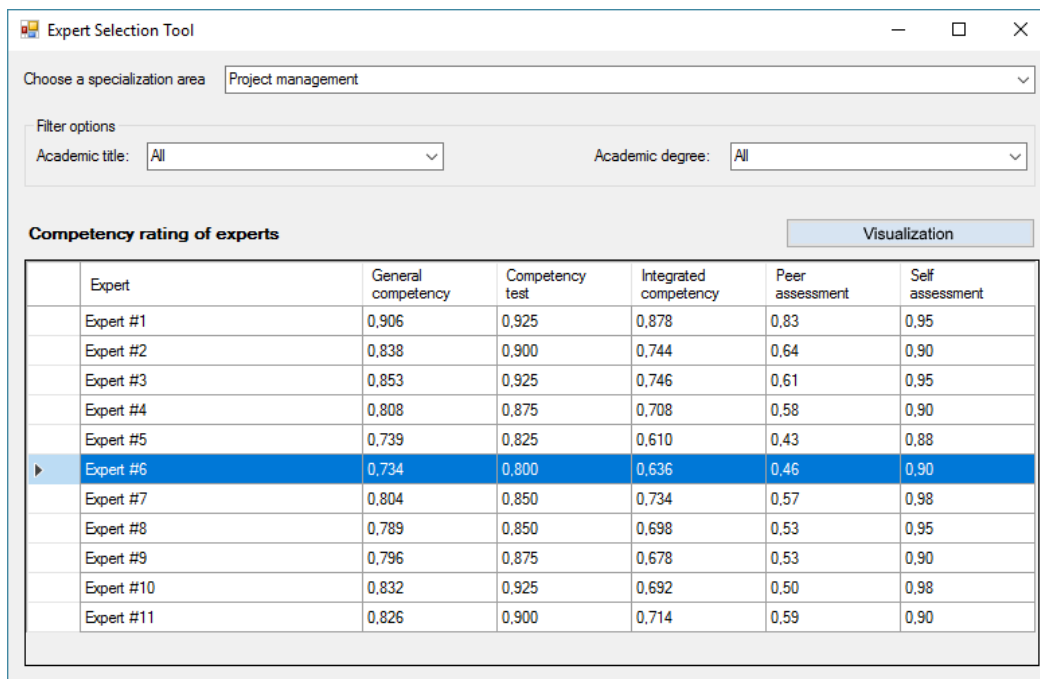


Fig. 9. Expert rating for the selected specialization

Let us consider the use of the technique of the integrated assessment of the expert competency while selecting the methodology of project management [19] or selecting team members for the project team [20–21]. The group of 11 people is considered. These people have successfully passed the test in the specialization Project Management. The results are given in table 3. The names of actual experts who have been tested are not shown for ethical reasons.

The results of the self-assessment of each expert according to the previously described method (see formula (1) and table 1) are given in table 4.

Competency peer assessment is presented in table 5. Thus, each expert according to his own free choice, ranked the other ten experts, assigning everybody a position from 1 to 10, where the first position is the best and the tenth one is the worst.

Table 3. The results of testing the expert group

Expert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
The percentage of correct answers	0,925	0,9	0,925	0,875	0,875	0,8	0,85	0,85	0,875	0,925	0,9

Table 4. The results of expert self-assessment

Expert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Self-assessment	0,95	0,90	0,95	0,90	0,88	0,90	0,98	0,95	0,90	0,98	0,90

Table 5. Expert peer assessment (rating positions)

Expert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		2	1	9	10	7	6	5	8	4	3
2	3		2	4	1	10	7	6	5	8	9
3	1	6		2	3	4	5	10	9	8	7
4	4	1	9		8	7	6	5	4	3	2
5	2	3	4	5		1	10	9	8	7	6
6	5	6	7	2	1		3	4	5	9	10
7	2	10	9	1	8	7		3	4	6	5
8	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3
9	4	6	7	8	9	4	3	2		5	1
10	2	4	3	6	10	9	1	8	7		5
11	1	4	2	9	10	7	3	5	6	8	

For each position from 1 to 10 experts were given the appropriate number of points. thus, for each first position, 10 points are given, for the second one – 9 points and so on. The results of the calculation are presented in

table 6. The total sum of points scored by each expert as a result of peer assessment is the sum of all the points in the corresponding column of the table. Peer assessment is calculated as the sum of the points scored divided by 100.

**Table 6.** Expert peer assessment (score)

Expert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		9	10	2	1	4	5	6	3	7	8
2	8		9	7	10	1	4	5	6	3	2
3	10	5		9	8	7	6	1	2	3	4
4	7	10	2		3	4	5	6	7	8	9
5	9	8	7	6		10	1	2	3	4	5
6	6	5	4	9	10		8	7	6	2	1
7	9	1	2	10	3	4		8	7	5	6
8	8	7	6	5	4	3	2		10	9	8
9	7	5	4	3	2	7	8	9		6	10
10	9	7	8	5	1	2	10	3	4		6
11	10	7	9	2	1	4	8	6	5	3	
Total	83	64	61	58	43	46	57	53	53	50	59

The integrated competency of experts was calculated as a weighted sum of self-assessment and peer assessment. The overall competence was calculated as a weighted sum

of the test assessment and integrated assessment. The calculation results are presented in table 7.

**Table 7.** The results of the calculation of the competency of experts

Expert	General competency	Competency test	Correct answers	Integrated competency	Peer assessment	Self-assessment
1	0,906	0,925	37	0,878	0,83	0,95
2	0,838	0,900	36	0,744	0,64	0,90
3	0,853	0,925	37	0,746	0,61	0,95
4	0,808	0,875	35	0,708	0,58	0,90
5	0,739	0,825	33	0,610	0,43	0,88
6	0,734	0,800	32	0,636	0,46	0,90
7	0,804	0,850	34	0,734	0,57	0,98
8	0,789	0,850	34	0,698	0,53	0,95
9	0,796	0,875	35	0,678	0,53	0,90
10	0,832	0,925	37	0,692	0,50	0,98
11	0,826	0,900	36	0,714	0,59	0,90

The table shows that the most competent is the first expert. Then in a descending mode, the third, second, tenth and eleventh ones come. That is, the initial group of eleven experts can be reduced to a group of 5 specialists to select the methodology of project management. The visualized calculation is presented in fig. 10.

### Conclusions

The article deals with the problem of assessing the quality of experts. On the basis of the authors' practical experience and the analysis of literary sources, the structural diagram of the properties of experts and their assessments was developed. Five main groups of existing

methods for assessing the quality of experts were analyzed. Existing models of integrated assessment of experts were reviewed and a two-stage method of integrated expert assessment of experts was developed based on the combination of heuristic, test and statistical methods of assessment. The main groups of users and functional requirements for the information system for expert assessment were specified. The database and the user interface were developed. The information technology for the integrated assessment of expert competency was tested using actual data to select an expert group for choosing the methodology of project management.

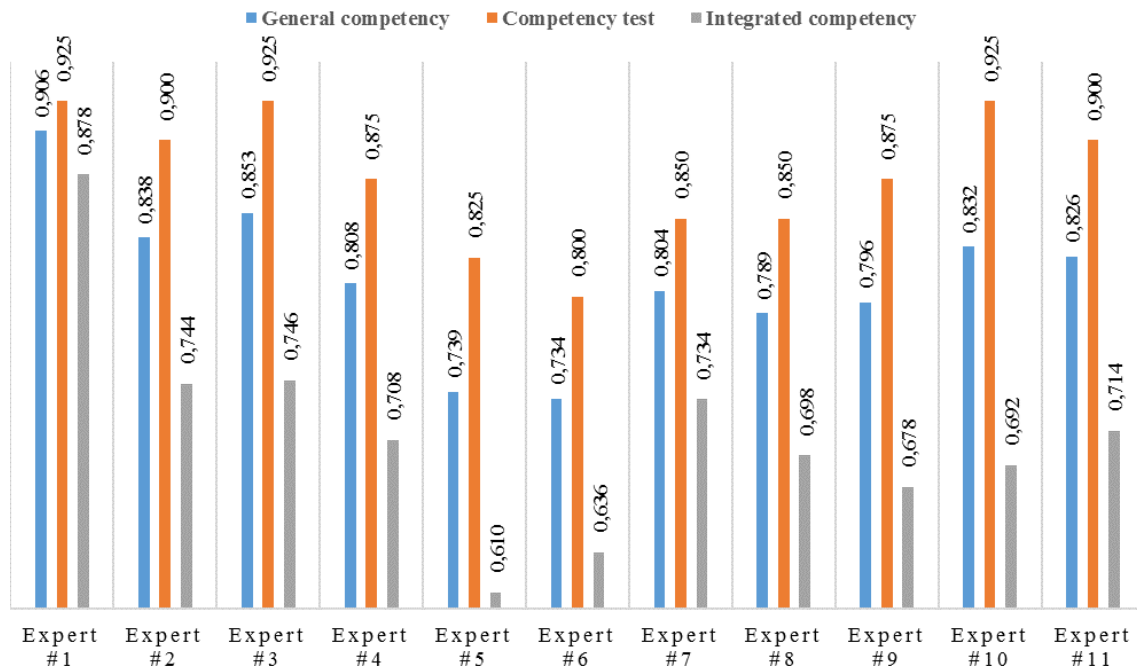


Fig. 10. Visualization of the comprehensive assessment of expert competence

Selecting and assessing the competency of experts is one of the most complex problems in the theory and practice of expert surveys, it cannot be solved by using singular assessment methods, it requires that complex methods that include both quantitative and qualitative

methods of assessing the competence of experts should be used. The applied information technology developed for this goal can be used in various enterprises, institutions and organizations that are interested in automating the expert survey process and building quality expert groups.

## References

1. Irzaev, G. Kh. (2008), "Choice system of the competent experts for the decision of the design-production problems", *Automation. Modern Technology*, No. 1, P. 40–46.
2. Orlov, A. I. (2002), *Expert assessments : Textbook [Ekspertnye otsenki : Uchebnoe posobie]*, Moscow, 31 p.
3. Leonov, V. V., Vorovych, B. O. (2014), "Methods of assessing the competence of experts in the development of proposals for policy documents" ["Metodyka otsinky kompetentnosti ekspertiv u protsesi rozrobky propozyitsii do prohramnykh dokumentiv"], *Research papers collection of the Center of military and strategic studies of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky*, No. 3 (52), P. 13–18.
4. Irzaev, G. Kh. (2002), "A model for assessing the quality of an expert in predicting the technological effectiveness of electronic tools" ["Model' otsenki kachestva eksperta pri prognozirovanii tekhnologichnosti elektronnykh sredstv"], *Osnovnye nauchnye napravleniya DagGTU, Makhachkala : DGTU*.
5. Raikhman, E. P., Azgaldov, G. G. (1974), *Expert methods in assessing the quality of goods [Ekspertnye metody v otsenke kachestva tovarov]*, Moscow : Economy, 151 p.
6. Chernysheva, T. Yu. (2008), "Model of multi-criteria expert evaluation" ["Model' mnogokriterial'noy otsenki ekspertov"], *Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya*, No. 9 (16), P. 242–245.
7. Dubrovskiy, S. A. (1979), "Definition of expert competence in the method of pairwise comparisons" ["Opreделение kompetentnosti ekspertov v metode parnykh sravneniy"], *Voprosy kibernetiki. Ekspertnye otsenki*, No. 58, P. 157–162.
8. Lyaskovskiy, V. L., Smirnov, S. S., Pronin, A. Yu. (2013), "Methods of assessing the competence of experts in the process of formation of the proposals in the draft policy documents", *Armament and Economics*, No. 3 (24), P. 54–59.
9. Adamov, A. P., Gadzhiev, Yu. A., Pirbudagov, G. M., Sotskay, A. N. (1989), "On determining the competence of experts by mutual evaluation", *Avtomatika i Telemekhanika*, No. 3, P. 185–189.
10. Voloshyn, O. F., Hnatiienko, H. M. (1993), "Procedures for determining the competence of experts" ["Protsedury vyznachennia kompetentnosti ekspertiv"], *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Series: Physics & Mathematics*, No. 3, P. 102–111.
11. Melnik, P. B. (2017), "Methodology of formation of expert pools and groups for conduction of expert-analytical researches", *The collection of scientific works "Innovatics and Expert Examination"*, No. 1 (19), P. 39–54.
12. Postnikov, V. M. (2012), "Analysis of approaches to formation of expert group membership focused on preparing and making decisions", *Science and Education of Bauman MSTU*, No. 5, P. 333–346. DOI: <https://dx.doi.org/10.7463/0512.0360720>.
13. Neshati, M., Beigy, H., Hiemstra, D. (2014), "Expert group formation using facility location analysis", *Information Processing & Management*, Vol. 50 (2), P. 361–383. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2013.10.001>.
14. Neshati, M., Beigy, H., Hiemstra, D. (2012), "Multi-aspect group formation using facility location analysis", *In Proceedings of the seventeenth Australasian Document Computing Symposium, ADCS'12*, New York, NY, USA, P. 62–71.
15. Yue, Z. (2012), "Approach to group decision making based on determining the weights of experts by using projection method", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 36 (7), P. 2900–2910. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2011.09.068>.

16. Tsyganok, V. V., Kadenko, S. V. & Andriichuk, O. V. (2012), "Significance of expert competence consideration in group decision making using AHP", *International Journal of Production Research*, Vol. 50 (17), P. 4785–4792. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.657967>.
17. Shanteau, J. (1992), "Competence in experts: The role of task characteristics", *Organizational behavior and human decision processes*, Vol. 53, Issue 2, P. 252–266. DOI: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(92\)90064-E](https://doi.org/10.1016/0749-5978(92)90064-E).
18. Pavlenko, P. & Tolbatov, S. (2014), "Competence assessment method of the expert group", *Proceedings of the National Aviation University*, No. 61 (4), P. 82–86. DOI: <http://dx.doi.org/10.18372/2306-1472.61.7591>.
19. Lobach, O., Babych, I. (2017), "Information technology for the integrated assessment of expert competency while selecting the management methodology" ["Informatsiina tekhnolohiia kompleksnoi otsinky kompetentnosti ekspertiv pry vybori metodolohii upravlinnia"], *Abstracts of the XV International Scientific and Practical Conference "Modern information technologies in the economy and management of enterprises, programs and projects"*, Kharkiv : National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", P. 18-20.
20. Gurin, V., Persiyanova, E. (2017), "General principles of building the model of development and operation of heterogeneous teams for project management", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (1), P. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.1.021>.
21. Grynchenko, M., Ponomaryov, O., Lobach, O. (2018), "Leadership as a factor for building a project team", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (3), P. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.013>.

Received 10.08.2018

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Лобач Олена Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри стратегічного управління, м. Харків, Україна, e-mail: [e.v.lobach@gmail.com](mailto:e.v.lobach@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7494-9997>.

**Лобач Елена Владимировна** – кандидат технических наук, доцент, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", доцент кафедры стратегического управления, г. Харьков, Украина.

**Lobach Olena** – PhD (Engineering), Associate Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Associate Professor of the Department of Strategic Management, Kharkiv, Ukraine.

**Бабич Ігор Ігоревич** – LineUp, провідний консультант з інформаційних технологій та управління, м. Харків, Україна, e-mail: [babych.igor.i@gmail.com](mailto:babych.igor.i@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7332-2682>.

**Бабич Игорь Игоревич** – LineUp, ведущий консультант по информационным технологиям и управлению, г. Харьков, Украина.

**Babych Igor** – LineUp, Principal Consultant (IT, Management, Strategy & Operations), Kharkiv, Ukraine.

**Персіянова Олена Юрійівна** – Державне підприємство "Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості", інженер, м. Харків, Україна; e-mail: [persikqw@gmail.com](mailto:persikqw@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3578-4653>.

**Персиянова Елена Юрьевна** – Государственное предприятие "Южный государственный проектно-конструкторский и научно-исследовательский институт авиационной промышленности", инженер, г. Харьков, Украина.

**Persiyanova Elena** – State Enterprise "Southern National Design & Research Institute of Aerospace Industries", Engineer, Kharkiv, Ukraine.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКСПЕРТІВ

**Предметом** дослідження є процеси відбору та оцінювання компетентності експертів. **Метою** дослідження є підвищення об'єктивності експертної оцінки шляхом розробки та застосування моделі та інформаційної технології комплексної оцінки компетентності експертів, яка дозволить провести якісний відбір спеціалістів для участі в роботі експертних груп. **Завдання**, що вирішуються у роботі: провести огляд методів та моделей оцінки якості та компетентності експертів; розробити модель комплексної оцінки компетентності експертів; спроектувати та програмно реалізувати прикладну інформаційну технологію для комплексної оцінки компетентності експертів. В основу методології дослідження покладено наступні **методи**: методи евристичної, тестової та статистичної оцінки – при розробці моделі комплексної оцінки компетентності експертів; принципи системного аналізу та методи об'єктно-орієнтованого проектування – при розробці прикладної інформаційної технології комплексного оцінювання компетентності експертів. У результаті дослідження отримано наступні **результати**: розглянуто проблему оцінки якості експертів; на основі досвіду практичної роботи авторів і аналізу літературних джерел розроблена структурна схема властивостей експертів та їх оцінок; проаналізовано п'ять основних груп існуючих методів оцінювання якості експертів; здійснено огляд існуючих моделей комбінованої оцінки компетентності експертів; розроблено двоступінний метод комплексної оцінки компетентності експертів, який базується на поєднанні в комбіновану оцінку методів евристичної, тестової та статистичної оцінки; визначені основні групи користувачів та функціональні вимоги до інформаційної системи оцінки компетентності експертів; розроблена база даних та інтерфейс користувача інформаційної системи; розроблена інформаційна технологія комплексного оцінювання компетентності експертів протестована на реальних даних для відбору експертної групи для вибору методології управління проектами. **Висновки**. Проблема відбору і оцінки компетентності експертів є однією з найбільш складних в теорії і практиці експертних опитувань, вона не може бути вирішена шляхом застосування одиничних методів оцінки та вимагає для свого вирішення застосування комплексних методик, які включають в себе разом із кількісними і якісними методами оцінки компетентності фахівців. Розроблена з цією метою прикладна

інформаційна технологія є актуальною для використання на різноманітних підприємствах, установах та організаціях, які зацікавлені в автоматизації процесу експертного опитування та побудови якісних експертних груп.

**Ключові слова:** інформаційна технологія; комплексна оцінка; компетентність експертів; експертна група; методи та моделі оцінки якості експертів.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ

**Предметом** исследования являются процессы отбора и оценки компетентности экспертов. **Целью** исследования является повышение объективности экспертной оценки путем разработки и применения модели и информационной технологии комплексной оценки компетентности экспертов, которая позволит провести качественный отбор специалистов для участия в работе экспертных групп. **Задачи**, решаемые в работе: провести обзор методов и моделей оценки качества и компетентности экспертов; разработать модель комплексной оценки компетентности экспертов; спроектировать и программно реализовать прикладную информационную технологию для комплексной оценки компетентности экспертов. В основу методологии исследования положены следующие **методы**: методы эвристической, тестовой и статистической оценки – при разработке модели комплексной оценки компетентности экспертов; принципы системного анализа и методы объектно-ориентированного проектирования – при разработке прикладной информационной технологии комплексной оценки компетентности экспертов. В результате исследования получены следующие **результаты**: рассмотрена проблема оценки качества экспертов; на основе опыта практической работы авторов и анализа литературных источников разработана структурная схема свойств экспертов и их оценки; проанализированы пять основных групп существующих методов оценки качества экспертов; осуществлен обзор существующих моделей комбинированной оценки компетентности экспертов; разработан двухэтапный метод комплексной оценки компетентности экспертов, основанный на сочетании в комбинированной оценке методов эвристической, тестовой и статистической оценки; определены основные группы пользователей и функциональные требования к информационной системе оценки компетентности экспертов; разработана база данных и интерфейс пользователя информационной системы; разработанная информационная технология комплексной оценки компетентности экспертов протестирована на реальных данных для отбора экспертной группы для выбора методологии управления проектами. **Выводы.** Проблема подбора и оценки компетентности экспертов является одной из самых сложных в теории и практике экспертных опросов, она не может быть решена путем применения единичных методов оценки и требует для своего решения применения комплексных методик, включающих в себя вместе с количественными и качественными методами оценки компетентности специалистов. Разработанная с этой целью прикладная информационная технология актуальна для использования на различных предприятиях, учреждениях и организациях, которые заинтересованы в автоматизации процесса экспертного опроса и построения качественных экспертных групп.

**Ключевые слова:** информационная технология; комплексная оценка; компетентность эксперта; экспертная группа; методы оценки качества экспертов.

О. В. Малєєва, А. В. Єлізева, Н. В. Косенко, В. В. Невлюдова

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Предметом** дослідження є методи й інформаційні технології логістичного управління закупівлями виробничого підприємства. **Мета** – зниження витрат й скорочення часу на матеріально-технічне забезпечення виробництва за рахунок розробки та впровадження прикладної інформаційної технології. В статті вирішені наступні **задачі**: проведення аналізу задач і методів логістичного управління ресурсами виробничого підприємства, формування схеми взаємодії підприємства й зовнішнього середовища, розробка моделі формування рішень з управління закупівлями, розробка моделі процесів інформаційної технології прийняття рішень, розробка модулів інформаційної технології. Для вирішення вказаних задач використовуються **методи** системного аналізу, теорія множин, агентний підхід. Отримані такі **результати**. Проаналізовані основні задачі управління закупівлями й методи їх вирішення в залежності від вихідних даних. Визначено основні параметри впливу чинників зовнішнього середовища на зворотній логістичний ланцюг. Сформована схема взаємодії підприємства й зовнішнього середовища для визначення параметрів процесу прийняття рішень з управління закупівлями. Елементи схеми прийняття рішень наведені в теоретико-множинному виді, що дозволяє виділити параметри моделі процесів інформаційної технології. Для оперативного вирішення задач логістичного управління закупівлями розроблені модулі прикладної інформаційної технології: модуль агентного моделювання, веб-сайт підтримки проведення тендера й програмний додаток для оцінювання переважності замовлень конкурсних закупівель. **Висновки**: застосування методів вирішення задач управління закупівлями залежить від особливостей вихідних даних. В умовах невизначеності необхідно оперативно оцінювати параметри зовнішнього середовища й підприємства, що змінюються. Для підвищення ефективності логістичного управління виробництвом необхідна розробка інтегрованої інформаційної технології, яка дозволяє приймати науково-обґрунтовані рішення з управління закупівлями виробничого підприємства в умовах розвитку.

**Ключові слова**: логістичне управління закупівлі; теоретико-множинне подання; інформаційні системи; агентний підхід; прийняття рішень.

### Вступ

На сьогодні задачі управління логістичними процесами виробництва, планування закупівель ресурсів і реалізації транспортних перевезень є досить важливими. Однак для підвищення ефективності їх вирішення треба застосовувати сучасні інформаційні технології, що дозволяють оцінювати й приймати ефективні рішення на основі моделей і методів моделювання процесів постачання ресурсів з урахуванням параметрів виробництва та змін зовнішнього середовища.

В умовах планової економіки метою підприємств був випуск продукції певної номенклатури й асортименту згідно з річним планом [1]. Це припускало наявність указаних у плані постачальників і споживачів. З переходом на ринкову економіку виникла потреба вивчати кон'юнктуру ринку, запити покупців, місткість ринку, якість продукції у потенційного конкурента й інші питання, що є характерними для ринкових відносин. Керівництво сучасних підприємств досить часто стикається із складними проблемами у сфері постачання: підвищеними закупівельними цінами, невчасним виконанням замовлень виробничими підрозділами, непрозорим складським господарством, значними запасами матеріалів і устаткування на складах, що породжує проблему неліквідів. Для забезпечення підприємства матеріально-технічними ресурсами (МТР) необхідно визначити їх асортимент, обсяг й умови закупівлі, а також вибрати постачальника. Отже, основними функціональними цілями поставок є розрахунок потреби в матеріальних ресурсах відповідно до програми виробництва, правильний вибір постачальників і зменшення їх кількості до

мінімуму, вчасний запит на матеріали, мінімізація запасів, здійснення постачань "на вимогу", інтеграція постачання і виробництва.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останніми роками спостерігається тенденція до зниження рівня конкурентоспроможності продукції вітчизняних підприємств. Це обумовлено тим, що сьогодні головним чинником, що забезпечує ефективне функціонування підприємств, є використання оперативної, надійної, достовірної інформації на всіх етапах виробництва при прийнятті управлінських рішень.

При логістичному управлінні виробничим підприємством основну увагу приділяють вирішенню таких задач, як забезпечення термінів постачання матеріально-технічних ресурсів, визначення їх асортименту й оптимальних обсягів, вибір постачальників, мінімізація виробничого циклу продукції й підвищення її якості, скорочення обсягів запасів, інтеграція постачання й виробництва [2]. Вибір методу для вирішення задач управління закупівлями залежить від типу вихідних даних. В умовах невизначеності й ризику застосовують стохастичні, евристичні та асоціативні методи, в умовах визначеності – аналітичні.

До основних інформаційних систем (ІС) логістичного управління належать системи класів MRP II та ERP [3–5]. Системи класу MRP II інтегрують функції детального планування виробництва, фінансового планування собівартості матеріалів і виробничих витрат: постачання, запаси, виробництво, продаж і дистрибуцію, планування, контроль

виконання плану, витрати, фінанси, основні засоби тощо. Задача таких ІС складається у забезпеченні оптимального формування потоку матеріалів (сировини), напівфабрикатів (у тому числі, що знаходяться у виробництві) і готових виробів [6–8].

Системи класу ERP призначені для управління фінансовою й господарською діяльністю підприємств. Вони охоплюють такі аспекти діяльності, як виробництво, планування, фінанси, матеріально-технічне постачання, управління кадрами, збут, управління запасами, ведення замовлень на виготовлення (постачання) продукції.

Отже, існуючі інформаційні системи управління виробництвом дозволяють автоматизувати багато задач, проте не мають засобів для оперативного реагування на зміни параметрів зовнішнього середовища на основі оптимізаційних моделей.

### Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми

На сьогодні задачі управління логістичними процесами виробництва, планування закупівельних ресурсів і реалізація транспортних перевезень пророблені достатньо добре. Однак залишаються невіршеними питання, пов'язані з оцінкою можливих змін зовнішнього середовища, складу нових МТР і планування процесу постачань в умовах розвитку підприємства. Вирішення задач управління закупівлями в умовах невизначеності й ризику потребує розроблення відповідних методів, що дозволяють враховувати вплив зовнішнього середовища. Відсутні інформаційні технології, що дозволяють оцінювати й приймати ефективні рішення на основі моделей і методів моделювання процесів постачання ресурсів з урахуванням параметрів виробництва та змін зовнішнього середовища. Таким чином, виникає необхідність розробки прикладної інформаційної технології (ІТ), що дозволяє проводити науково обгрунтоване вирішення задач управління закупівлями на основі оптимізаційних моделей.

### Матеріали та методи

Логістичні процеси підприємства й відповідні рішення з управління закупівлями визначаються змінами основних чинників зовнішнього середовища [9]. Такі параметри зовнішнього середовища, як попит і ціни на ресурси можуть бути критеріями вибору постачальників матеріально-технічних ресурсів. Інформація про конкурентів (попит на готову продукцію, обсяг продукції, що випускається, та її ціна) визначає деякі параметри готової продукції.

У свою чергу, параметри логістичної системи (ЛС) можна класифікувати за мірою впливу на зовнішнє середовище [10]:

- параметри готової продукції (ціна і обсяг випуску інноваційної продукції) впливають на її конкурентоспроможність і долю на ринку збуту;

- показники діяльності підприємства (прибуток підприємства, його економічний і технічний потенціал) – на результат конкурентної боротьби.

З урахуванням сказаного вище визначимо основні параметри впливу чинників зовнішнього середовища на зворотній логістичний ланцюг, оскільки задачі постачання вирішують у зворотній послідовності: спочатку аналізують параметри попиту, потім здійснюють необхідні виробничі інновації, для забезпечення яких слід приймати відповідні рішення в області управління закупівлями.

Наведемо узагальнену схему взаємодії зовнішнього середовища й підприємства, що складається з таких елементів:

- "зворотний" логістичний ланцюг;
- компоненти зовнішнього середовища, що впливають на логістичний ланцюг;
- основні задачі логістичного управління закупівлями;
- параметри взаємодії вказаних елементів.

Вирішення задач логістичного управління закупівлями передбачає взаємодію логістичного ланцюга, що складається з таких основних елементів, як постачання, виробництво й збут, з компонентами зовнішнього середовища, які визначають необхідність впровадження інновацій. У результаті взаємодії компонентів схеми можуть бути виділені основні параметри ЛС, які надалі використовують при вирішенні задач управління закупівлями матеріально-технічних ресурсів. Такі параметри взаємодії зовнішнього середовища й підприємства, як обсяг попиту на готову продукцію, собівартість і якість продукції конкурентів, ціна, якість і час доставки ресурсів є вихідними даними для задачі прийняття рішень з управління закупівлями.

Відповідно до концепції "зворотного" логістичного циклу формують такий ланцюжок взаємодії: чинник, що приводить до необхідності реалізації стратегії розвитку (зовнішнє середовище); реалізація вибраної інновації у вигляді відповідних змін у виробництві (інноваційна діяльність); необхідні зміни в системі управління закупівлями (прийняття рішення). Основні варіанти чинників зовнішнього середовища, способів інноваційного розвитку підприємства й відповідні задачі управління закупівлями показано на рис. 1.

Наведемо складові схеми формування рішень з управління закупівлями у вигляді елементів відповідних множин. Отже, множина компонентів зовнішнього середовища складається з двох підмножин [11]:

$$Vn\_sr = \langle Mic(char1), Mac(char2) \rangle, \quad (1)$$

де *Mic* – множина компонентів мікросередовища;

*Mac* – множина компонентів макросередовища;

*char1*, *char2* – основні характеристики компонентів зовнішнього середовища.

Розглянемо декомпозицію вказаної множини компонентів зовнішнього середовища. Перший рівень мікросередовища визначимо підмножинами:

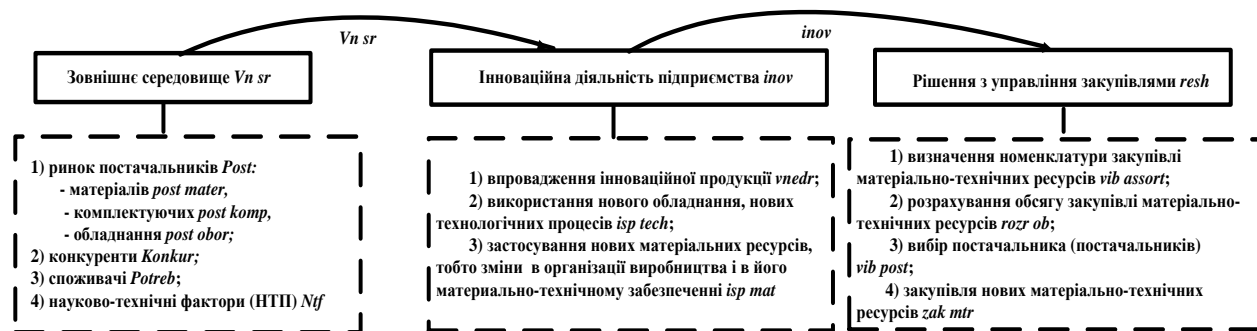


Рис. 1. Узагальнена схема формування рішень з управління закупівлями в умовах розвитку підприємства

$$Mic = (Post, Potreb, Konkur), \quad (2)$$

де *Post* – множина постачальників;

*Potreb* – множина споживачів;

*Konkur* – множина конкурентів.

Другий рівень декомпозиції складає множина постачальників:

$$Post = (post mater, post komp, post obor), \quad (3)$$

де *post mater* – підмножина постачальників матеріалів;

*post komp* – підмножина постачальників комплектуючих;

*post\_obor* – підмножина постачальників обладнання.

Теоретико-множинне подання макросередовища таке:

$$Mac = (Ntf, Econ, Pol, Prir, Megd), \quad (4)$$

де *Ntf* – науково-технічні чинники;

*Econ* – економічні чинники;

*Pol* – політичні;

*Prir* – природні;

*Megd* – міжнародні.

Тепер визначимо основні характеристики компонентів мікросередовища:

$$char1 = (param techn, param econ), \quad (5)$$

де *param techn* – технічні параметри (виробнича потужність, технічний потенціал та ін.);

*param econ* – економічні параметри (валовий прибуток, обсяги збуту та ін.).

Перелічимо основні характеристики компонентів макросередовища:

$$char2 = (vs sv, sl, podv, neopr), \quad (6)$$

де *vs sv* – взаємозв'язки чинників зовнішнього середовища;

*sl* – рівень варіативності чинників;

*podv* – швидкість, з якою відбуваються зміни в оточенні підприємства (визначає період часу для прийняття рішень);

*neopr* – рівень невизначеності інформації про зовнішнє середовище.

Можливі варіанти інноваційної діяльності підприємства такі:

$$inov = (isp tech, vnedr, isp mat), \quad (7)$$

де *isp tech* – використання нової техніки й технологічних процесів (ТП);

*vnedr* – виробництво продукції з новими властивостями;

*isp mat* – використання нової сировини.

Рішення з управління закупівлями опишемо множиною:

$$resh = (vib assort, rozr ob, vib post, zak obor), \quad (8)$$

де *vib assort* – визначення необхідних видів матеріалів і комплектуючих;

*rozr ob* – розрахування обсягу закупівлі матеріально-технічних ресурсів;

*vib post* – вибір постачальника;

*zak obor* – вибір прогресивного обладнання.

Подання вказаних елементів у вигляді теоретико-множинного опису дозволяє визначити основні параметри для моделювання процесів логістичного управління закупівлями МТР й отримати необхідну інформацію для розробки бази даних.

## Результати досліджень

На рис. 2 наведена модель процесів інформаційної технології (ІТ) підтримки прийняття рішень, яка визначає головні функціональні можливості модулів інтегрованої ІТ, а також основні етапи процесу прийняття рішень [12]:

- збір і аналіз вихідної інформації;

- на основі отриманої інформації вирішення задач управління закупівлями;

- подання результату вирішення вказаних задач.

Так, основними етапами підтримки прийняття рішень з управління закупівлями є:

- аналіз вхідної інформації;

- розв'язання задач управління закупівлями на основі математичних моделей з урахуванням вхідної інформації;

- подання результатів моделювання.

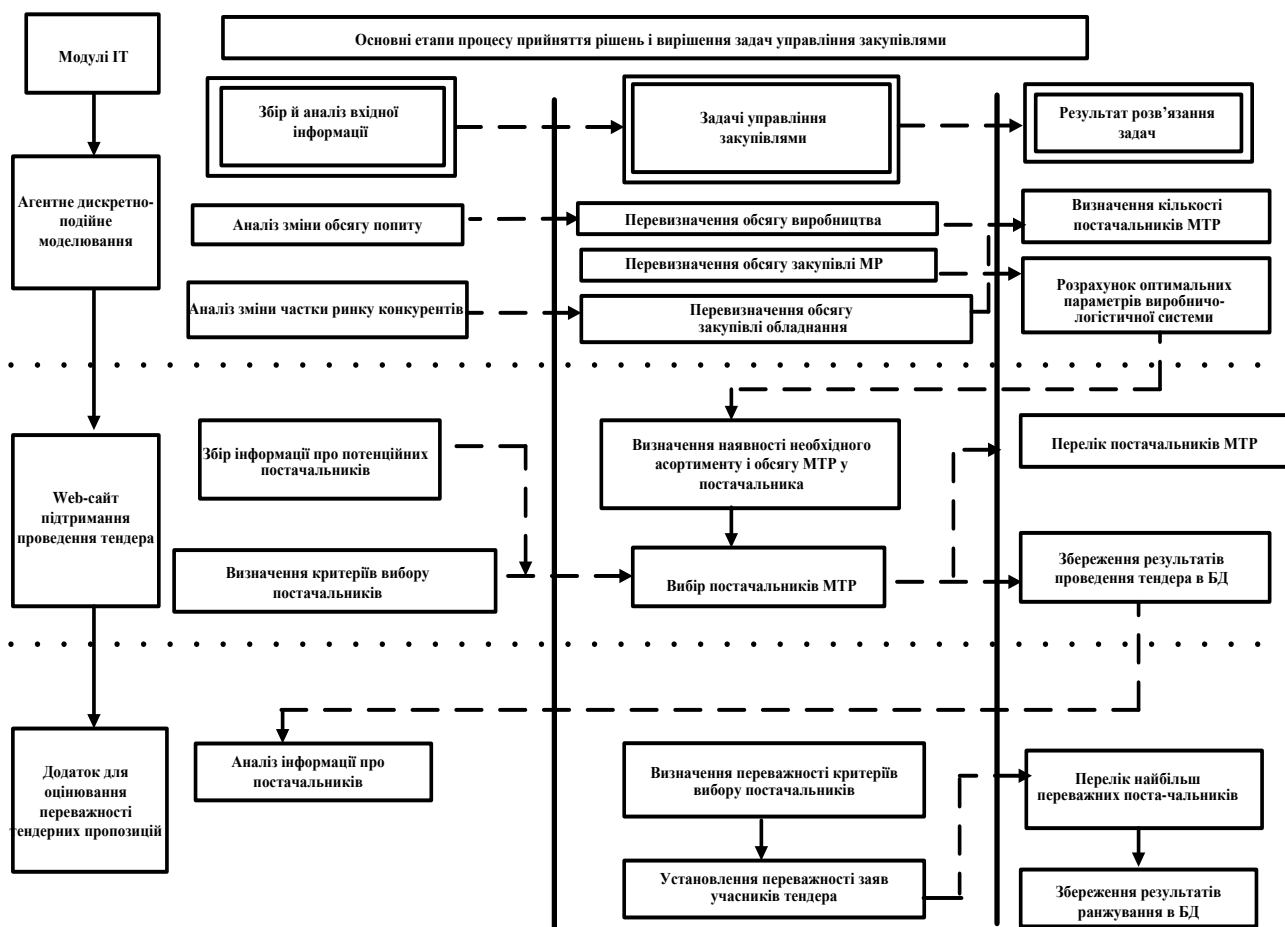


Рис. 2. Модель процесів інформаційної технології підтримки прийняття рішень з управління закупівлями

Отже, основну інформацію для прийняття рішень одержують шляхом моделювання впливу параметрів зовнішнього середовища на параметри процесу закупівлі МТР. Архітектура інтегрованої інформаційної технології складається з таких модулів, як модуль агентного імітаційного моделювання, веб-сайт інформаційної підтримки проведення тендера, програмний додаток оцінювання переважності конкурсних замовлень постачальників, інтегрована база даних [13].

Модуль агентного імітаційного моделювання реалізує функцію аналізу змінень обсягів попиту й частки ринку конкурентів. На основі отриманої інформації відбувається розрахунок відповідних обсягів виробництва і, отже, обсягів закупівлі МТР за допомогою математичних моделей [14]. З урахуванням обсягу закупівлі МТР, що планується, визначають необхідну кількість постачальників й оптимальні параметри процесу закупівлі – номенклатуру, ціну ресурсів, що закуповуються, та ін. Результати моделювання (наприклад, обсяги попиту і випуску продукції та ін.) зберігаються в БД.

Модуль web-сайту підтримки процедури тендера дозволяє зібрати інформацію про потенційних постачальників. Критерії вибору постачальників отримуються за допомогою заповнюваних учасником полів. Вихідними даними для вирішення задач

визначення наявності у постачальників необхідного обсягу й номенклатури МТР є результати, отримані у процесі моделювання. Результатом роботи модуля є список потенційних постачальників МТР серед зареєстрованих учасників тендера, який зберігається в БД.

В програмному модулі критерії вибору, отримані з веб-сайту, є вихідними даними для оцінювання найбільш переважного постачальника на основі багатокритеріального методу. Розрахунок коефіцієнтів важливості критеріїв вибору здійснюють на основі експертних оцінок, виходячи з досвіду попередніх закупівель. В результаті ранжований ряд постачальників зберігається в БД. Найбільш переважний постачальник оголошується переможцем тендера.

Інтегрована БД містить локальні бази систем класу MRP II, ERP і окремих підрозділів, показники ефективності підприємства, інформацію про постачальників МТР, конкурентів, а також основні характеристики інноваційної продукції підприємства. БД і модуль моделювання взаємодіють за допомогою sql-запитів, що реалізовані з використанням можливостей системи моделювання Anylogic.

Вихідними даними для вибору найбільш переважних варіантів у модулі оцінювання тендерних пропозицій є інформація про постачальників, що

міститься в БД. Імпорт й експорт даних здійснюється за допомогою sql-запитів. За допомогою заповнюваних полів сторінки реєстрації учасників тендера веб-сайт відображає специфіку закупівлі за допомогою полів головної сторінки й вимоги, що ставляться до ресурсів. Слід зазначити, що при виборі

нового постачальника інформацію про нього заноситься до відповідної таблиці інтегрованої БД.

Агентне імітаційне моделювання дозволяє визначити, як змінюються параметри процесу закупівлі залежно від змінення параметрів зовнішнього середовища (рис. 3) [15, 16].

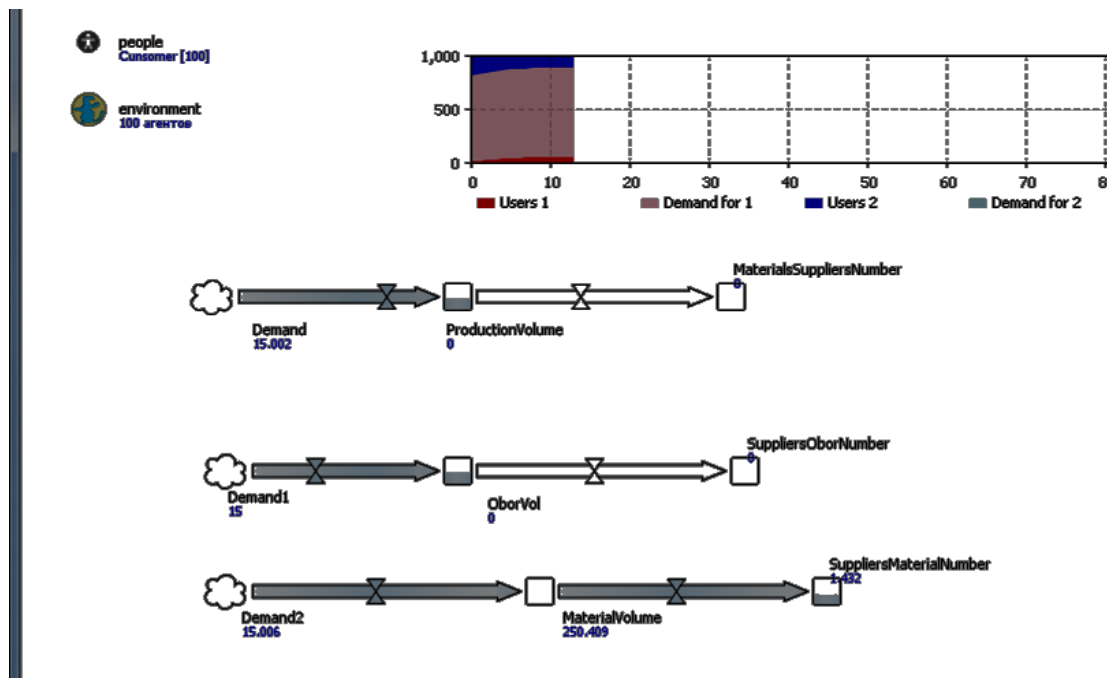


Рис. 3. Робоче вікно модуля агентного імітаційного моделювання

Під час моделювання вирішуються такі локальні задачі управління закупівлями:

- збір інформації про зміну параметрів зовнішнього середовища й підприємства та її подальший аналіз;
- визначення обсягу виробництва інноваційної продукції та кількості постачальників ресурсів;
- розрахунок обсягів матеріалів, що закуповуються, й комплектуючих, а також кількості постійних постачальників матеріально-технічного забезпечення;
- вибір постачальника з-поміж постійних або нових з урахуванням узгодження цін на ресурси;
- визначення кількості обладнання, що закуповується, та вибір постачальника обладнання з-поміж контрагентів або з-поміж нових постачальників.

Для моделювання пропонується використовувати середовище системи Anylogic, оскільки вона дозволяє використовувати різні підходи моделювання і їх комбінації, інтеграцію з БД, проводити аналіз статистичних даних. Крім того, є можливість реалізувати додаткову функціональність моделі за допомогою мови програмування Java. Отже, можна описати такі параметри зовнішнього середовища, як обсяг попиту, частка конкурентів на ринку за допомогою різних законів розподілу випадкових величин.

Споживачами продукції, що випускається підприємством, є агенти. Зміну обсягу попиту пропонується аналізувати за допомогою стохастичної

моделі на основі розподілу хі-квадрат. На основі прогнозованого обсягу попиту визначають обсяг виробництва продукції. На основі обсягу попиту визначають обсяг випуску продукції й необхідну для забезпечення виробництва ресурсами кількість постачальників, кількість обладнання, що закуповується, й необхідну кількість постачальників, кількість матеріальних ресурсів для виробництва продукції нового виду й необхідний для забезпечення виробництва склад постачальників. Крім того, можна розрахувати "критичний" обсяг виробництва, коли для своєчасного забезпечення його ресурсами потрібно збільшити кількість постачальників.

На рис. 4 показано стейтчарт поведінки агентів.

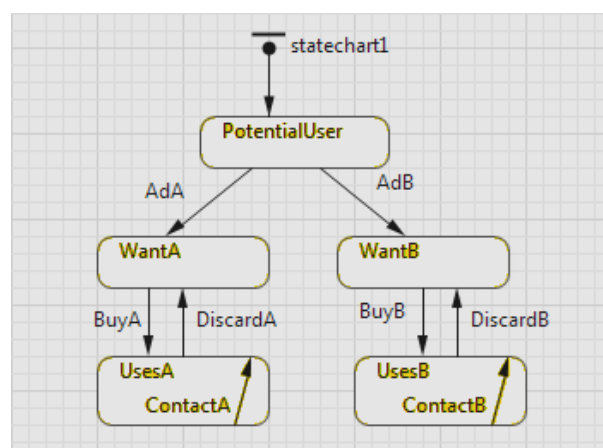


Рис. 4. Стейтчарт поведінки агентів

Згідно з рисунком підприємство випускає продукцію А, підприємство-конкурент – продукцію В. Усіх агентів поділено на дві категорії: потенційні споживачі підприємства (WantA) й споживачі конкурента (WantB). Якщо з потенційним споживачем укладається договір (BuyA), він стає споживачем підприємства (UsesA), в разі відмови цей потенційний клієнт стає споживачем конкурента (UsesB). У разі здійснення закупівлі у конкурента (BuyB) він переходить у його стан (UsesB). Якщо укладення договору з конкурентом не відбувається (DiscardB), то у підприємства з'являється можливість укладання з цим споживачем договору на закупівлю.

Для інформаційної підтримки проведення конкурсних закупівель застосовується веб-сайт, який містить такі компоненти:

#### Регистрационная форма

Предприятие		Силвер
Идентификационный код по ЕГРПОУ		55487126
Месторасположение		Украина, г. Ровно, ул. Гагарина, 39
Ответственное лицо		Менеджер Иванов Н.П.
E-mail		silv@gmail.com
Вид продукции		<input type="checkbox"/> Материалы <input checked="" type="checkbox"/> Комплектующие <input type="checkbox"/> Оборудование
Управленческая компетенция	Качество (1-5)	5
Гарантийные обязательства (для оборудования)	Гарантийный срок (лет)	2
График поставки	Стоимость послепродажного сервиса (грн)	105
	Время задержки поставки (дня)	2
	Время доставки (дня)	1-3
Технические характеристики	Мощность (Вт)	
	Производительность(ед./ч)	
	Технический потенциал	Минимальный объем поставки(ед)
Условия закупки	Максимальный объем поставки(ед)	10000
	Эксплуатационный срок (лет)	2
	Стоимость (грн)	235,5

Рис. 5. Сторінка реєстрації учасника тендера

Сторінка, що містить інформацію про предмет закупівлі, відображає основні вимоги до виду ресурсів, що закуповуються (вартості й обсягу закупівлі, гарантійного терміну) і загальні вимоги до режиму постачання (часу затримки й терміну постачання).

Отже, потенційні учасники тендера отримують інформацію про потенційну співпрацю, після цього вони переходять до заповнення форми реєстрації.

- головна сторінка, на якій розміщено інформацію про підприємство, обсяг, вигляд і характеристики ресурсів, що закуповуються (наприклад, необхідний рівень їх якості або потужність устаткування), терміни їх постачання, прийнятна вартість закупівлі;

- сторінки реєстрації потенційних постачальників ресурсів з подальшим зазначенням перелічених вимог.

Головна сторінка містить загальну інформацію про підприємство згідно з вимогами проведення тендерної процедури в Україні [17]. Здійснюється перехід на сторінки інформації про предмет закупівлі й реєстрацію учасника (рис. 5).

Для визначення переваги тендерних пропозицій, що надійшли, застосовують програмний модуль, що дозволяє проводити вибір найбільш переважних постачальників на основі сформованих критеріїв відбору (рис. 6). Користувачеві надається можливість визначити один з можливих видів матеріальних ресурсів, що закуповуються: обладнання, комплектуючі й матеріали. З використанням методу багатокритеріального вибору отримують результати розрахунку переваги потенційних постачальників [18, 19].

Оценка тендерных предложений

Критерий	Критерий						
	Качество	Гарантийный срок	Стоимость сервиса	Задержка доставки	Время доставки	тип объем закупки	Цена
Силвер	5	2	105	2	1-2	6000	234.5
FLAT DOBLO	5	2	99.5	2	1-3	5800	235
РАДИОМИР	5	2	102.8	2	1-3	6100	237.2
Электросантех	4	2	110	1	1	6100	238.5
Промышленное оборудование	3	2	103	1	2	6000	239.6

Оценка важности критерия	0,28	0,13	0,05	0,12	0,1	0,09	0,23
--------------------------	------	------	------	------	-----	------	------

Материальный ресурс

материалы

Силвер	FLAT DOBLO	РАДИОМИР	Электросантех	Промышленное оборудование
0.79	0.83	0.72	0.7	0.74

Расчет предпочтительности

Рис. 6. Модуль оцінювання тендерних пропозицій

### Висновки

У статті визначені основні задачі управління закупівлями МТР, проведений аналіз задач і методів логістичного управління постачання ресурсів на виробничому підприємстві в умовах розвитку. На основі цього показано необхідність розробки прикладної ІТ, що дозволяє проводити науково-обґрунтоване вирішення задач управління закупівлями. Подання елементів схеми формування рішень з логістичного управління у теоретико-множинному виді дозволяє визначити основні параметри для моделювання процесів логістичного

управління закупівлями МТР й отримати необхідну інформацію для розробки бази даних. Розроблена ІТ дозволяє отримати оптимальні рішення в залежності від параметрів зовнішнього середовища, що змінюються. Інтеграція з веб-сайтом для підтримки проведення процедури тендера дозволяє отримати інформацію про параметри потенційних постачальників, на основі якої проводиться вибір найбільш переважного постачальника. Модуль оцінювання переважності учасників тендера на основі моделі багатокритеріального оцінювання дозволяє враховувати різні вимоги до постачальників.

### Список літератури

1. Крикавский Е. Промежуточный старт отечественной логистики. *Дистрибуция и логистика*. 2006. № 10. С. 8–10.
2. Братухина Е. А. Управление закупками на предприятии по производству промышленного оборудования. *Экономика и управление*. 2014. № 10 (119). С. 34–37.
3. Benjamin, T. "Hazen Toward creating competitive advantage with logistics information technology": web-site. *Physical distribution & logistics management*. Vol. 42, Issue 1. URL: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/09600031211202454> (last accessed 20.09.2018).
4. Ketikidisab, P. H., Kohc, S. C. L, Dimitriadisac, N., Gunasekarand, A., Kehajovae, M.(2008), "The use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe : Current status and future direction", *Omega*, Vol. 36, Issue 4, P. 592–599.
5. Salazar, M. E. Understanding the Concepts of MRPII/ERP : web-site. URL: [http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP\\_concepts.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP_concepts.shtml) (last accessed 25.09.2018).
6. Manufacturing Resources Planning (MRP/ MRP II) concepts : web-site. URL: <http://http://supplychainbusinesssolutions.com.au/manufacturing-resources-planning-mrp-mrpii/concepts> (last accessed 25.09.2018).
7. Ashwin, R. Role of ERP software in an organization : web-site. URL: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7/684/role-of-erp-software-in-an-organization1.asp> (last accessed 21.09.2018).
8. Lorraine, S. Understanding the role of managerial agency in achieving business benefits from ERP systems : web-site. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2575.2008.00316.x> (last accessed 27.09.2018).
9. Дробитько Н. А. Влияние внешней среды на деятельность предприятия. *Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля*. 2001. № 12 (46). С. 279–282.
10. Елизева А. В., Малеева О. В., Лысенко Э. В. Формализованное представление информационных взаимосвязей логистических задач производственного предприятия. *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. 2011. № 2 (50). С.132–138.
11. Попов В. А., Елизева А. В. Анализ производственного предприятия на основе теории системного подхода с целью выбора средств информационной поддержки. *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. 2010. № 4 (45). С.193–199.

12. Малеева О. В., Елизева А. В. Системная модель и архитектура информационной технологии поддержки процессов управления закупками производственного предприятия. *Системи обробки інформації : збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба*. 2013. Вып. 2 (109). С. 286–289.
13. Малеева О. В., Елизева А. В. Информационная технология логистического управления закупками с учетом жизненного цикла продукции. *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. 2013. № 1 (60). С. 119–126.
14. Сидоренко В. Н. Имитационное моделирование в науке и бизнесе: подходы, инструменты, применение. *Моделирование и анализ бизнес-процессов (бизнес-информатика)*. 2009. № 2 (08). С. 52–57.
15. Толуев Ю. И. Имитационное моделирование логистических сетей. *Логистика и управление цепями поставок*. 2008. № 2 (25). С. 53–63.
16. Невлюдов И., Цымбал О., Бронников А. Интеллектуальные средства в системе управления производственным агентом. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2018. № 1 (3). С. 33–47. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.033>.
17. Тендеры в Украине : web-сайт. URL: <http://www.tenders.com.ua> (дата обращения 27.09.2018).
18. Малеева О. В., Елизева А. В. Метод многофакторного выбора поставщиков ресурсного обеспечения производственного предприятия в условиях проведения тендера. *Сборник научных трудов Донецкого государственного университета управления*. Т. XIII, Вып. 245 : Проектно-ориентированная деятельность социально-экономических систем : современный взгляд. Донецк, 2012. С. 97–105.
19. Бескоровайный В. Параметрический синтез моделей многокритериального оценивания технологических систем. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2017. № 2 (2). С. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.005>.

## References

1. Krikavskij, Ye. (2006), "Intermediate start of native logistics" ["Promezhutochnij start otechestvennoj logistiki"], *Distribution and logistics*, No. 10, P. 8–10.
2. Bratuhina, Ye. A. (2014), "Purchase management in an enterprise for the production of industrial equipment" ["Upravlenie zakupkami na predpriyatii po proizvodstvu promy'shленного oborudovaniya"], *Economy and management*, No. 10 (119), P. 34–37.
3. Benjamin, T. "Hazen Toward creating competitive advantage with logistics information technology", *Physical distribution & logistics management*. Vol. 42, Issue 1, available at : <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/09600031211202454> (last accessed 20.09.2018).
4. Ketikidisab, P. H., Kohc, S. C. L, Dimitriadisac, N., Gunasekarand, A., Kehajovae, M. (2008), "The use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe : Current status and future direction", *Omega*, Vol. 36, Issue 4, P. 592–599.
5. Salazar, M. E. Understanding the Concepts of MRPII/ER, available at : [http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP\\_concepts.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP_concepts.shtml) (last accessed 25.09.2018).
6. Manufacturing Resources Planning (MRP/ MRP II) concepts, available at : <http://http://supplychainbusinesssolutions.com.au/manufacturing-resources-planning-mrp-mrpii/concepts> (last accessed 25.09.2018).
7. Ashwin, R. Role of ERP software in an organization, available at : <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7/684/role-of-erp-software-in-an-organization1.asp> (last accessed 21.09.2018).
8. Lorraine, S. Understanding the role of managerial agency in achieving business benefits from ERP systems, available at : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2575.2008.00316.x> (last accessed 27.09.2018).
9. Drobitsko, N. A. (2001), "Influence of the external environment on enterprise activity" ["Vliyanie vneshnej sredj` na deyatel`nost` predpriyatiya"], *Bulletin of the Eastern European National University named after V. Dal*, No. 12 (46), P. 279–282.
10. Yelizyeva, A. V., Malyeyeva, O. V., Lysenko, E. V. (2011), "Formalized representation of information interrelations of logistics problems of a production enterprise" ["Formalizovannoe predstavlenie informacionnj`x vzaimosvyazej logisticheskix zadach proizvodstvennogo predpriyatiya"], *Radio electronic and computer systems*, No. 2 (50), P. 132–138.
11. Popov, V. A., Yelizyeva A. V. (2010), "The analysis of the production enterprise based on the theory of the system approach with the purpose of selecting the means of information support" ["Analiz proizvodstvennogo predpriyatiya na osnove teorii sistemnogo podxoda s cel`yu vjboru sredstv informacionnoj podderzhki"], *Radio electronic and computer systems*, No. 4 (45), P. 193–199.
12. Malyeyeva, O. V., Yelizyeva, A. V. (2013), "System model and architecture of information technology support process of a production enterprise purchase management" ["Sistemnaya model` i arxitektura informacionnoj tehnologij` podderzhki processov upravleniya zakupkami proizvodstvennogo predpriyatiya"], *Systems of information processing : the collection of scientific works of Kharkiv Air Force University named after. I. Kozhedub*, Vol. 2 (109), P. 286–289.
13. Malyeyeva, O. V., Yelizyeva, A. V. (2013), "Information technology of purchases logistic management taking into account the life cycle of products" ["Informacionnaya tehnologiya logisticheskogo upravleniya zakupkami s uchetom zhiznennogo cikla produkcij`"], *Radio electronic and computer systems*, No. 1 (60), P. 119–126.
14. Sidorenko, V. N. (2009), "Simulation in science and business: approaches, tools, applications" ["Imitacionnoe modelirovanie v nauke i biznese: podxodj`, instrumentj`, primenenie"], *Modeling and analysis of business processes (business informatics)*, No. 2 (08), P. 52–57.
15. Toluyev, Yu. I. (2008), "Simulation of logistics networks" ["Imitacionnoe modelirovanie logisticheskix setej"], *Logistics. Supply chain management*, No. 2 (25), P. 53–63.
16. Nevliudov, I., Tsymbal, O., & Bronnikov, A. (2018), "Intelligent means in the system of managing a manufacturing agent" ["Intellectual`nye sredstva v sisteme upravlenija proizvodstvennym agentom"], *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (3), P. 33–47. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.033>.
17. Tenders in Ukraine, available at : <http://www.tenders.com.ua> (last accessed 27.09.2018).
18. Malyeyeva, O. V., Yelizyeva, A. V. (2012), "Method of multifactor selection of suppliers of resource support of the manufacturing enterprise in the conditions of the tender" ["Metod mnogofaktornogo vj`bora postavshhikov resursnogo obespecheniya proizvodstvennogo predpriyatiya v usloviyax provedeniya tendera"], *Collection of scientific works of the Donetsk State University of Management*, Vol. XIII, Issue 245 : Project-oriented activity of social and economic systems: a modern view, Donetsk, P. 97–105.

19. Beskorovainyi, V. (2017), "Parametric synthesis of models for multicriterial estimation of technological systems" ["Parametricheskij sintez modelej mnogokriterial'nogo ocenivaniya tehnologicheskikh sistem."], *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 2 (2), P. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.005>.

Received 17.08.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Малеєва Ольга Володимирівна** – доктор технічних наук, професор, Національний аерокосмічний університет імені М. С. Жуковського "ХАІ", професор кафедри інформаційних управляючих систем, Харків, Україна; e-mail: o.maleyeva@khai.edu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9336-4182>.

**Малеєва Ольга Владимировна** – доктор технических наук, профессор, Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского "ХАИ", профессор кафедры информационных управляющих систем, Харьков, Украина.

**Malayeva Olga** – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Professor at the Department of Information Control System, Kharkiv, Ukraine.

**Єлізева Аліна Володимирівна** – кандидат технічних наук, Національний аерокосмічний університет імені М. С. Жуковського "ХАІ", старший викладач кафедри інформаційних управляючих систем, Харків, Україна; e-mail: a.elizeva@khai.edu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8228-9383>.

**Елизева Алина Владимировна** – кандидат технических наук, Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского "ХАИ", старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем, Харьков, Украина.

**Yelizyeva Alina** – PhD (Engineering Sciences), National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Senior Teacher at the Department of Information Control System, Kharkiv, Ukraine.

**Косенко Наталія Вікторівна** – кандидат технічних наук, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, доцент кафедри управління проектами у міському господарстві і будівництві, Харків, Україна; e-mail: kosnatalja@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5942-3150>.

**Косенко Наталья Викторовна** – кандидат технических наук, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, доцент кафедры управления проектами в городском хозяйстве и строительстве, Харьков, Украина.

**Kosenko Nataliia** – PhD (Engineering Sciences), O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Associate Professor at the Department of Project Management in Urban Economy and Construction, Kharkiv, Ukraine.

**Невлюдова Вікторія Валеріївна** – кандидат технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки, старший викладач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харків, Україна; e-mail: d\_tapr@nure.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1158-5089>.

**Невлюдова Виктория Валерьевна** – кандидат технических наук, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, старший преподаватель кафедры компьютерно-интегрированных технологий, автоматизации и мехатроники, Харьков, Украина.

**Nevliudova Viktoriia** – PhD (Engineering Sciences), Kharkiv National University of Radioelectronics, Senior Lecturer at the Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv, Ukraine.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЗАКУПКАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Предметом** исследования являются методы и информационные технологии логистического управления закупками производственного предприятия. **Цель** – снижение затрат и сокращение времени на материально-техническое обеспечение производства за счет разработки прикладной информационной технологии. В статье решены следующие **задачи**: проведение анализа задач и методов логистического управления ресурсами производственного предприятия, формирование схемы взаимодействия предприятия и внешней среды, разработка модели формирования решений по управлению закупками, разработка модели процессов информационной технологии принятия решений, разработка модулей информационной технологии. Для решения указанных задач используются методы системного анализа, теория множеств, агентный подход. Получены такие **результаты**. Проанализированы основные задачи управления закупками и методы их решения в зависимости от исходных данных. Определены основные параметры влияния факторов внешней среды на обратную логистическую цепь. Сформирована схема взаимодействия предприятия и внешней среды для определения параметров процесса принятия решений по управлению закупками. Элементы схемы принятия решений представлены в теоретико-множественном виде, что позволяет выделить параметры модели процессов информационной технологии. Для оперативного решения задач логистического управления закупками разработаны модули прикладной информационной технологии: модуль агентного моделирования, веб-сайт поддержки проведения тендера и программное приложение для оценивания предпочтительности заявок конкурсных закупок. **Выводы**: применение методов решения задач управления закупками зависит от особенностей входных данных. В условиях неопределенности необходимо оперативно оценивать изменяющиеся параметры внешней среды и предприятия. Для повышения эффективности логистического управления производством необходима разработка интегрированной информационной технологии, позволяющей принимать научно-обоснованные решения по управлению закупками производственного предприятия в условиях развития.

**Ключевые слова**: логистическое управление закупками; теоретико-множественное представление; информационные системы; агентный подход; принятия решений.

## INFORMATION TECHNOLOGIES OF SUPPORTING DECISION-MAKING ON MANAGING THE PROCUREMENT OF A MANUFACTURING ENTERPRISE

The **subject** matter of the study is the methods and information technologies of logistic management of the procurement of a manufacturing enterprise. The **goal** is to reduce costs and the time for material and technical support of manufacturing by developing the applied information technology. The following **tasks** are solved in the article: the problems and methods of logistic management of the resources of a manufacturing enterprise were analyzed, a pattern of interaction between an enterprise and the external environment was developed, the model for making decisions on procurement management was specified, the model of the information technology processes for decision-making was developed, the modules of information technology modules were developed. To solve these problems, the **methods** of system analysis, set theory, and the agent-based approach were used. The following **results** were obtained. The main problems of procurement management and methods of their solution depending on the initial data were analyzed. The basic parameters of the impact of environmental factors on the reverse logistical chain are determined. The pattern of interaction between an enterprise and the external environment was developed to determine the parameters of the making decisions on procurement. The elements of the decision-making pattern were represented in the set-theoretic form, which enables identifying the parameters of the model of the information technology processes. The modules of applied information technology were developed to solve promptly the problems of logistic management of procurement – the module of agent-based simulation, the website of tendering support and the software application for assessing preferences for tenders. **Conclusions.** The methods for solving purchase management problems should be used depending on the input data characteristics. Under uncertainty conditions, the changing parameters of the external environment and the enterprise should be promptly assessed. To increase the efficiency of the logistic management of manufacturing, the integrated information technology should be developed, which enables making scientifically-proved decisions on managing the procurement of a manufacturing enterprise under the conditions of development.

**Keywords:** logistic management of procurement; set-theoretic representation; information systems; agent approach; decision making.

---

І. Ш. НЕВЛЮДОВ, В. М. БОРЦОВ, І. Т. ТИМЧУК, М. А. ПРОЦЕНКО, Н. П. ДЕМСЬКА

## НОВІТНІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ НАДЛЕГКИХ ДЕТЕКТОРНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Одним з головних завдань покращення інформативності експериментів фізики високих енергій є зменшення маси речовини в об'ємі детектування для забезпечення зменшення можливого впливу на параметри часток, що досліджуються. Одночасно, передбачається збільшення інформативності досліджень, а саме роздільної здатності, таких досліджень, що в свою чергу призводить до значного збільшення інформаційних потоків та швидкості передачі та обробки інформації. Вирішення вищезазначених головних завдань удосконалення існуючих та створення новітніх експериментів в галузі фізики можливе за рахунок розробки новітніх конструктивно-технологічних рішень детекторних модулів, які є базовою комірною сучасних детекторних систем міжнародних фізичних експериментів. Конструктивні та технологічні підходи створення детекторних модулів, головним чином, визначають відповідність головним вимогам щодо маси матеріалу та швидкодії всієї детекторної системи. Досягнення вищезазначених вимог при створенні детекторних модулів можливе при використанні найновітніших напівпровідникових чутливих елементів (сенсорів) та багатошарових елементів комутації з алюмінієвими провідниковими шарами. **Предметом** даного дослідження є технології створення детекторних модулів з низьким рівнем маси матеріалу в об'ємі детектування з використання надсучасної тонкої напівпровідникової елементної бази. **Метою** даної роботи є створення та дослідження надлегких детекторних модулів та їх прототипів при високих швидкостях передачі інформації (понад 1 Гбіт/с). Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних **завдань**: розглянути існуючі новітні напівпровідникові HV-MAPS сенсори; провести вибір та обґрунтування матеріалу елементів комутації; здійснити вибір структури та технології складання детекторних модулів. За результатами вибору найбільш оптимального методу створення електричних міжз'єднань між компонентами модулю, а саме технології складання, провести аналіз конструктивних та технологічних вимог до детекторних модулів для експерименту Mu3e, який дозволить визначити структуру та склад модулю. З урахуванням вищезазначених конструктивних особливостей, обраних матеріалів та технологій для відпрацювання та перевірки правильності вибору матеріалів та технології складання розробити та виготовити механічний макет детекторного модулю для експерименту Mu3e та прототип надлегкої багатошарової гнучкої плати для досліджень впливу на передачу сигналу при швидкостях понад 1 Гбіт/с. **Висновки**: при виконанні роботи розроблено, виготовлено та досліджено макети детекторних модулів та тестові багатошарові плати, що підтвердили очікувані результати. Отримані результати досліджень виготовлених зразків дозволяють припустити можливий подальший розвиток робіт в напрямку використання даних підходів при створенні інноваційних детекторних модулів не лише для експерименту Mu3e, а й для експериментів з подібними жорсткими вимогами щодо мінімізації маси матеріалу в об'ємі детектування та високої швидкості проходження сигналів, наприклад модернізація/удосконалення експерименту ATLAS на Великому Адронному Коллайдері у CERN.

**Ключові слова**: фізичний експеримент; детекторний модуль; кремнієвий сенсор; HV-MAPS; гнучка багатошарова плата; безадгезивний лакофольговий алюміній-поліімідний діелектрик.

### Вступ

Незважаючи на значні досягнення останніх років в галузі фундаментальних фізичних досліджень, головним чином обумовлені дослідженнями на Великому Адронному Коллайдері у CERN (Женева, Швейцарія), провідні наукові центри та інститути не зупиняються на досягнутому і працюють над майбутніми удосконаленнями існуючих експериментів та над створенням нових. На сьогоднішній день активно виконуються роботи, спрямовані на модернізацію детекторних установок експериментів ALICE, LHCb, ATLAS на Великому Адронному Коллайдері. Також міжнародною науковою спільнотою створюється ряд нових експериментів, серед яких і експеримент Mu3e, спрямований на дослідження фізики розпаду мюонів [1].

Одним з найголовніших та найважливіших завдань при удосконаленні існуючих та створенні нових фізичних дослідних установок є вимога до детекторних модулів, які є основною базовою комірною детекторних установок, щодо забезпечення мінімізації маси речовини в об'ємі детектування, задля підвищення роздільної здатності та інформативності отриманих результатів. При цьому, з

урахуванням гігантських обсягів інформації, що зчитується та обробляється безпосередньо при здійсненні досліджень, ще одним важливим завданням є розробка детекторних установок та їх компонентів, що забезпечуватимуть необхідний високий рівень швидкості передачі інформації (понад 1 Гбіт/с) [2].

Вирішення вищезазначених головних завдань удосконалення існуючих та створення новітніх експериментів в галузі фізики можливе за рахунок використання найновітніших напівпровідникових чутливих елементів (сенсорів) та багатошарових елементів комутації з алюмінієвими провідниковими шарами.

Одним з типів матеріалів елементів комутації, що забезпечують найкращу відповідність вимогам та забезпечують мінімізацію матеріалу в об'ємі детектування, є безадгезивні лакофольгові діелектрики з провідним алюмінієвим шаром та діелектричним поліімідним шаром. Використання елементів комутації на основі алюміній-поліімідних структур дозволяє забезпечити високу технологічність виробів, високу радіаційну стійкість (до 5000 Мрад), що обумовлено малою щільністю матеріалів ( $\gamma_{Al} = 2,7 \text{ г/см}^3$   $\gamma_{Pi} = 1,42 \text{ г/см}^3$ ), широким діапазоном їх робочих температур ( $200 \div 400 \text{ }^\circ\text{C}$ ), великою радіаційною довжиною ( $X_{0Al} = 8,7 \text{ см}$ ,

$X_{0,pi} = 28,4$  см), а також стабільністю електричних і розмірних характеристик і успішним застосуванням методів УЗ-зварювання з алюмінієвими контактними площинками напівпровідникових приладів.

### Постановка задачі та мета досліджень

Одним з найамбітніших фізичних експериментів сьогодення, з точки зору мінімізації маси матеріалу в об'ємі детектування, є експеримент Mu3e, проведення якого планується в Інституті Пауля Шеррера (англ. Paul Scherrer Institute, скор. PSI), що розташований у м. Цюріх, (Швейцарія) на новітній експериментальній установці високої щільності мюонів (англ. а High Intensity Muon Beam, скор. HiMB), що забезпечуватиме інтенсивність потоку мюонів понад 109 мюон/с та забезпечить досягнення головних фізичних завдань експерименту [1]. Особливістю експерименту Mu3e є завдання забезпечити надзвичайно низький рівень маси матеріалу на рівні  $\sim 0,1\%$   $X_0$  (для кожного шару), що є найкращим показником на сьогоднішній день для існуючих та новостворюваних фізичних експериментів. Для порівняння, аналогічна величина для експерименту ATLAS IBL становить  $\sim 1,9\%$   $X_0$ , для існуючого експерименту CMS –  $\sim 2,0\%$   $X_0$ , а для модернізованого експерименту CMS становитиме  $\sim 1,1\%$   $X_0$ ; для існуючого експерименту ALICE –  $\sim 1,1\%$   $X_0$ , для модернізованого експерименту ALICE становитиме  $\sim 0,3\%$   $X_0$ , та експерименту BELLE II –  $\sim 0,2\%$   $X_0$  [3]. Ще однією особливістю експерименту Mu3e є висока швидкість передачі даних на рівні 1,25 Гбіт/с [1]. Створенням цього експерименту зайняті науковці кількох провідних наукових центрів та інститутів Швейцарії та Німеччини [1]. Головними розробниками детекторної установки експерименту та детекторних модулів є фахівці Інституту Фізики Університету Гейдельбергу (Гейдельберг, Німеччина).

Досягнення такого високого рівня показника матеріалу в об'ємі детектування та швидкості передачі даних можливе лише за рахунок використання надсучасної тонкої напівпровідникової елементної бази, елементів комутації з мінімально можливою масою матеріалу (при відповідності вимогам щодо опору електричних кіл, особливо живлення) та новітніх принципів та підходів до створення та складання детекторних модулів.

Вирішенню вищевказаних завдань, а саме розробці та дослідженню новітніх підходів та технологій створення детекторних модулів з низьким рівнем маси матеріалу в об'ємі детектування, присвячена робота.

### Новітні напівпровідникові HV-MAPS сенсори

Як вказано вище, одним з шляхів забезпечення мінімізації матеріалу в об'ємі детектування є

використання надсучасної тонкої напівпровідникової елементної бази.

Напівпровідникові сенсори в детекторних системах використовуються в фізиці високих енергій вже понад п'ятдесят років. Основним матеріалом для сенсорів є кремній, завдяки таким властивостям як мала ширина забороненої зони, висока рухливість, досить великий час життя електронно-діркових пар, а також можливість роботи при кімнатній температурі. Для розробки кремнієвих сенсорів і детекторних модулів на їх основі, у фізиці високих енергій вкрай важливими стали дві обставини. По-перше, планарна технологія, яка дозволила створювати на поверхні кремнію досить складні структури; по-друге, поява мікромініатюрних інтегральних мікросхем, які стало можливо розташовувати в безпосередній близькості від сенсорів.

За функціональним принципом кремнієві сенсори розділяються на три основні типи: мікстрипові, дрейфові та піксельні. У зв'язку з тим, що піксельні кремнієві сенсори визначають відразу дві координати події при високій роздільній здатності за рахунок малих розмірів пікселів (десятки мікрон), вони знаходять все більше застосування в детекторних системах у експериментах фізики. Крім того, матричне розташування контактів забезпечує найбільшу щільність монтажу, максимальну кількість контактів на сенсорі. Крім цього, мінімальні перехідні ємності контактів у них кращі в порівнянні з іншими типами комутуючих елементів, що забезпечує працездатність при більш високих тактових частотах зовнішніх інформаційних магістралей, що є одним з найважливіших аспектів при збільшенні інформативності досліджень і, отже, значне збільшення інформаційних потоків. Матрична система виводів створює можливість розташування великої кількості між'єднань на обмеженій площі приймачів випромінювань.

Матричні піксельні кремнієві сенсори вперше були застосовані в детекторній системі експерименту ATLAS, який в даний час реалізований на Великому Адронному Колайдері (англ. Large Hadron Collider, скор. LHC) у CERN [4]. Також вони були застосовані в експериментах ALICE і CMS, які також реалізовані на цьому ж прискорювачі [5]. Мабуть, найбільш істотним в детектуючих системах є організація інтерфейсу між сенсором і електронікою зчитування (мікросхеми зчитування та обробки інформації), тобто вони, як правило, представляють собою окремі компоненти, які пов'язані між собою. При створенні детекторних модулів вищевказаних експериментів було використано гібридний підхід створення, а саме пасивні кремнієві піксельні сенсори з'єднувалися з активними мікросхемами обробки за рахунок матричного розташування кулькових виводів типу BGA (англ. Ball Grid Array) на мікросхемах [4, 5] (рис. 1, а). Ця технологія може бути вдосконалена шляхом зменшення товщини, як сенсора, так і мікросхеми, а також за рахунок зменшення кроку комутуючих кульок, наскільки це можливо. Проте, при такому підході для мінімізації маси матеріалу

існують технічні та технологічні обмеження, зокрема, крок комутуючих кулек не може бути таким малим, як це необхідно для сучасних детекторів, та товщина напівпровідникових приладів має свої технологічні обмеження.

Щоб вийти за межі цих обмежень і створити систему детектування надзвичайно високого рівня інтеграції та мінімальної товщини матеріалу, було

запропоновано революційне рішення цього завдання [6] за рахунок інтеграції сенсору (чутливої частини) і електроніки зчитування в єдиному монолітному кремнієвому чутливому елементі (сенсорі). Такий підхід (рис. 1, б) був прийнятий і успішно реалізований при створенні КМОП монолітних активних піксельних сенсорів (англ. CMOS Monolithic Active Pixels Sensors, скор. MAPS).

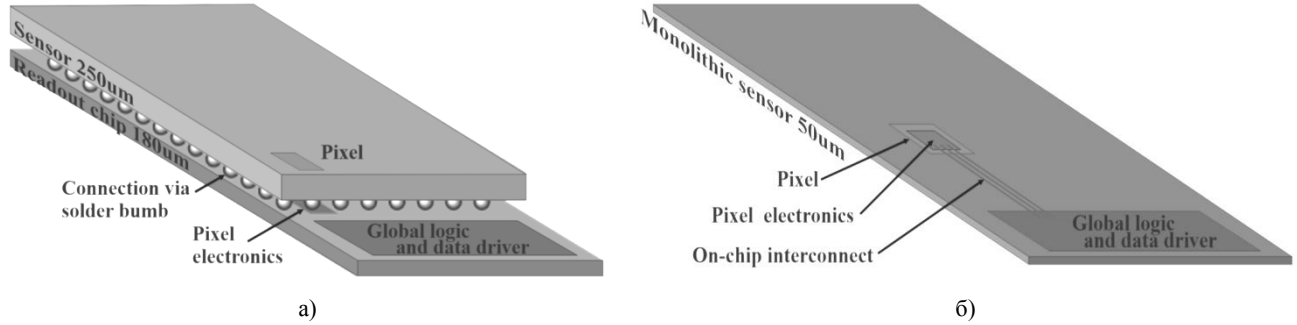


Рис. 1. Підходи створення піксельних модулів: а) гібридний; б) монолітний

За останні 15 років світовими провідними науковими центрами та інститутами були проведені широкомасштабні розробки і дослідження для створення CMOS MAPS пристроїв. Це дозволило істотно підняти рівень технології створення таких монолітних приладів і зробити можливим їх застосування в детекторних системах стеження і

виявлення елементарних частинок в експериментах фізики.

Прикладами практичної реалізації і досягнень у створенні вищевказаних напівпровідникових приладів є MAPS типу MIMOSA (рис. 2, а), MISTRAL (рис. 2, б), rALPIDE (рис. 2, в) і MuPix (рис. 2, г).

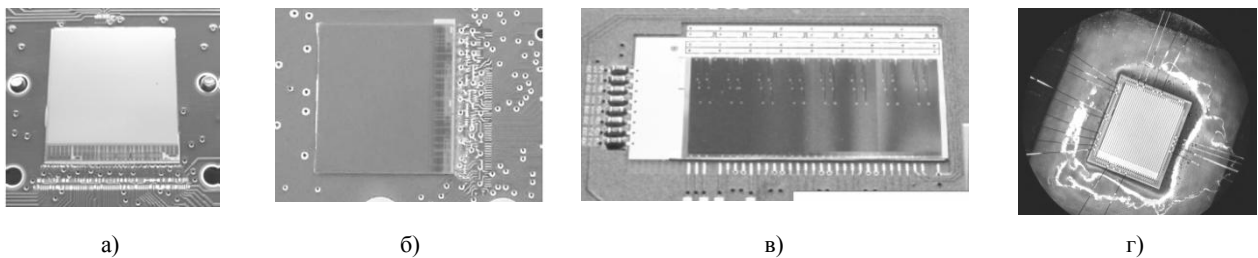


Рис. 2. Прототипи MAPS приладів

Найновішою розробкою MAPS є прилади типу HV-MAPS (англ. High Voltage-MAPS), представником яких є MuPix [7, 8]. Схематично HV-MAPS наведено на рис. 3.

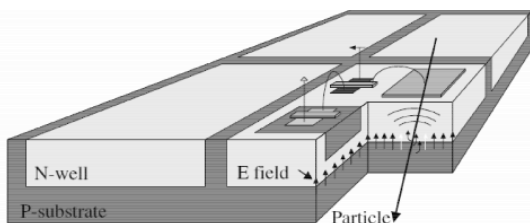


Рис. 3. Схематичне зображення HV-MAPS [6]

Особливістю таких HV-MAPS є їх створення з використанням AMS/IBM 180-нм КМОП комерційного процесу, кваліфікований для "високої" напруги до 120 В. Такий підхід дозволив підвищити швидкість до 50-100 нс у порівнянні з іншими MAPS приладами, для яких цей показник становить кілька сотень наносекунд. З урахуванням того, що активна область є дуже тонкою, такі прилади можуть бути

виготовлені з товщиною на рівні 50 мкм та менше. Вищевказані особливості HV-MAPS роблять їх ідеально прийнятними для відстеження часток з низьким моментом при дуже високих швидкостях.

Серію прототипів HV-MAPS типу MuPix було досліджено у відповідних лабораторіях групою Mu3e Інституту Фізики Університету Гейдельбергу в тісній співпраці з Іваном Перічем (Інститут Технологій Карлсруе, Німеччина) та були проведені випробування на пучку в таких наукових центрах як CERN, DESY та PSI. В теперішній час досліджується прототип MuPix 7, який буде використано для створення детекторних модулів експерименту Mu3e.

#### Вибір та обґрунтування матеріалу елементів комутації

Як вказано вище, одним із шляхів забезпечення мінімізації матеріалу в об'ємі детектування є використання надсучасної тонкої напівпровідникової елементної бази.

Враховуючи жорсткі вимоги щодо мінімізації матеріалу в об'ємі детектування експерименту МуЗе, у якості комутаційних елементів, що відповідають вимогам, обрані багат шарові гнучкі плати на основі безадгезивних лакофольгових діелектриків з алюмінієвим провідним шаром.

Галузь застосування фольгованих діелектриків, як безадгезивних, так і виготовлених з використанням адгезиву, постійно розширюється. Якщо ще кілька десятків років тому основними споживачами таких матеріалів були виробники гнучких друкованих плат [9], то в даний час вони широко використовуються при виготовленні RFID-антен, різного типу міток для захисту товарів від крадіжок, гнучких друкованих кабелів і шлейфів, гнучких поліімідних носіїв, гнучких терморезисторів, мембран акустичних перетворювачів і навіть фотоелектричних перетворювачів. Важко назвати сучасну галузь науки і техніки, в якій не використовуються фольговані діелектрики. Це, як і раніше, радіоелектроніка, авіація, космонавтика, ядерні дослідження та навіть медицина.

За своєю структурною будовою фольговані діелектрики можуть бути двошаровими (безадгезивні матеріали), тришаровими, що мають структуру "метал – адгезив – полімер", і навіть багат шаровими. Враховуючи радіаційне навантаження на елементи комутації при проведенні фізичних експериментів, нестійкість адгезиву при технологічних процесах виготовлення виробів, необхідність здійснення ультразвукового зварювання плат через отвори в полііміді прийнятними для виготовлення мікрокабелів є лише безадгезивні двошарові фольговані діелектрики.

В даний час безадгезивні фольговані діелектрики виготовляються двома методами – напиленням металевому шару на полімерну плівку і нанесенням рідкого лаку на металеву фольгу з подальшим перетворенням його в полімерну плівку.

Безадгезивні фольговані діелектрики з напиленим металевим шаром, найчастіше алюмінієвим, використовуються для радіаційного захисту в скафандрах, електромагнітного екранування і виготовлення мембран акустичних перетворювачів. Однак, такі металеві плівки мають порівняно малу товщину, як правило близько мікрона, і для виготовлення з них елементів комутації для детекторних модулів непридатні. Важливо також відзначити, що напилення є порівняно дорогим процесом і його використання в технології може істотно підвищити вартість виробів, що виготовляються.

Безадгезивні фольговані матеріали, одержувані нанесенням рідкого лаку на фольгу, виготовляються в РФ ОАТ "НИИ электронных материалов" та ОАТ "Крон". В даний час ними в основному випускаються діелектрики лакофольгові типу ФДИ-АП50 і ФДИ-220 на поліімідній основі із зниженим ступенем імідазації. Вони мають товщину алюмінієвої фольги 30 мкм і поліімідної плівки 20 мкм. Однак ці матеріали є нестабільними, мають обмежений гарантійний термін зберігання не більше 6 місяців і дають велику усадку в

процесі виготовлення виробів як після стравлювання фольги, так і при проведенні технологічних операцій термообробки. Остання обставина обумовлена тим, що вироби, виготовлені з лакофольгових діелектриків із зниженим ступенем імідазації, вимагають обов'язкової фінішної термообробки при температурах порядку 300°C для доведення імідазації до повної. Тому при виготовленні з таких матеріалів складних багатовивідних виробів, зокрема мікрокабелів і шлейфів, при їх проектуванні необхідно враховувати попереджувальну поправку на усадку. Проте нестабільність властивостей поліімідної основи цих виробів робить попереджувальне коригування недостатньо ефективним.

Постійне підвищення рівня інтеграції мікросхем, що збираються з використанням гнучких поліімідних носіїв і мікрокабелів, супроводжується збільшенням кількості їхніх виводів до декількох сотень і диктує необхідність зменшення кроку виводів до 80 мкм, а часом і до 50 мкм [10]. Виготовлення таких складних багатовивідних виробів можливо тільки за рахунок істотного підвищення якості та стабільності властивостей лакофольгових діелектриків, а також зменшення товщини алюмінієвої фольги до 14 мкм [10].

Більш широка номенклатура фольгованих матеріалів представлена ТОВ НВП "Поліком", РФ. Крім вищевказаних матеріалів із зниженим ступенем імідазації цим підприємством організований також і серійний випуск ряду фольгованих матеріалів з повним ступенем імідазації з товщинами алюмінієвої фольги 14, 20, 25 і 30 мкм, а також нікелевої фольги – 7 мкм і мідної фольги – 20 мкм. Дані матеріали використовуються для виготовлення гнучких поліімідних носіїв, шлейфів, мікрокабелів, мембран акустичних перетворювачів, терморезисторів та інших виробів, що дозволяє обрати їх як основний матеріал для використання при виготовленні елементів комутації детекторних модулів. Важливо також відзначити, що діелектрики, які випускаються ТОВ НВП "Поліком", мають більш високі якісні характеристики за рахунок [11]:

- обов'язкового проведення очищення, знежирення фольги і обдування (для видалення залишків розчинника і пилу) з метою поліпшення адгезії до неї поліімідної плівки;

- обов'язкової попередньої фільтрації поліімідного лаку з метою видалення домішок і бульбашок повітря;

- забезпечення рівномірної та одночасної температурної обробки всього рулону діелектрика, намотаного спільно з стрічкою корекса, з метою гарантованої рівномірності ступеня імідазації і відпалювання алюмінію для поліпшення його зварюваності;

- проведення термообробки у вакуумній камері або печі;

- доведення ступеня імідазації поліімідної плівки до 95 – 100%.

Вибір полімерів діелектричної основи для виготовлення фольгованих діелектриків достатньо

широкий. Застосовуються самі різні матеріали: поліетилентерефталат (він же майлар або лавсан), поліімід (Картон різних типів), поліефір, поліефірсульфон, поліпарабанова кислота, гнучкий епоксіпластик і навіть поліетилен. Найбільше поширення набув поліімід внаслідок його виняткової здатності зберігати стабільність властивостей при високих температурах. Крім того, поліімідні плівки характеризуються найціннішими властивостями, такими як:

- висока електрична міцність (280 – 300 кВ/мм);
- мала густина ( $\rho = 1,42$  г/см<sup>3</sup>);
- висока радіаційна стійкість (500 – 5000 Мрад);
- низька діелектрична проникність ( $\epsilon = 3,5$ );
- відносно висока, в порівнянні з другими полімерами, теплопровідність (150 – 180 Вт/м·К);
- висока механічна міцність в поєднанні з еластичністю;

- температурний коефіцієнт лінійного розширення полііміду майже такий же, як і у металів, що застосовуються для виготовлення виводів гнучких друкованих кабелів, шлейфів і гнучких поліімідних носіїв (алюмінію і міді);

- поліімідні плівки піддаються травленню в сильнолужних розчинах, що при необхідності дає можливість отримувати в них наскрізні отвори;

- газовиділення поліімідних плівок незначне, що дозволяє проводити вакуумне наплення на них різних металів і навіть виготовляти багатошарові гнучкі друковані плати.

При використанні алюмінію в якості провідникового шару (товщиною від 14 до 30 мкм) в місцях з'єднання виводів з контактними площадками кристалів утворюється однокомпонентна система Al-Al, що не вимагає створення додаткових виступів на кристалі. У такій монометалічній системі виключається поява інтерметалічних сполук в твердій фазі при експлуатації приладів, в тому числі при підвищених температурах. Важливим є і те, що алюміній, який має малий заряд ядра ( $Z = 13$ ), не утворює при опроміненні вторинних ізотопів і стійкий до впливу радіації, а при більш низькій, порівняно з міддю провідності, дає вигоду за масою приблизно в 2 рази при однаковому номіналі опорі провідників. Важливо також відзначити, що технологія фотолітографічного травлення по алюмінію досить добре відпрацьована.

Відносно висока вартість лакофольгового діелектрика типу алюміній-поліімід обумовлена високою вартістю радіаційностійкої елементної бази, при виготовленні якої, в основному, і застосовуються дані матеріали.

Комплексний огляд та аналіз всіх властивостей можливих матеріалів металевого і полімерного шарів фольгованих діелектриків, а також особливостей напівпровідникових компонентів детекторних модулів дозволяє виділити в якості найбільш прийнятної при виготовленні елементів комутації детекторних модулів безадгезивний діелектрик типу алюміній-поліімід з повним ступенем імідазації. Це лакофольгові діелектрики типу ФДІ-А різних марок

(ФДІ-А-24 і ФДІ-А-50), що виготовляються ТОВ НВП "Поліком".

Використання таких матеріалів дозволяє:

- забезпечити високу надійність зварних з'єднань за рахунок утворення монометалічного з'єднання Al-Al, що не потребує створення додаткових виступів на кристалі;

- забезпечити широку номенклатуру товщин, як провідникового шару алюмінію (14, 20, 25 і 30 мкм), так і поліімідної основи, чим суттєво розширює можливості розробників при проектуванні виробів з даних матеріалів;

- забезпечити можливість складання компонентів детекторних модулів, як ультразвуковим зварюванням, так і, при необхідності, пайкою після додаткової обробки алюмінієвих виводів за відомим способом або електрохімічної обробкою;

- підвищити щільність монтажу за рахунок зменшення ширини виводів виробів до 30–40 мкм і їхнього кроку до 50–80 мкм [10];

- забезпечити можливість роботи елементів комутації в умовах теплових і радіаційних навантажень [10].

Варто відзначити обставину, що на сьогоднішній день наявний для використання лише кілька типів безадгезивних лакофольгових діелектриків (ФДІ-А-20, ФДІ-А-24 та ФДІ-А-50) з товщиною алюмінієвого шару 10-30 мкм, а поліімідного – 10-20 мкм, які можуть бути використані для виготовлення шарів одно- та багатошарових гнучких мікрокабелів та плат, а це накладає певні обмеження на їх використання (особливо при необхідності забезпечення меншого опорі провідникових структур, що може бути реалізовано лише за рахунок збільшення товщини алюмінієвого провідного шару). Враховуючи такі обставини в теперішній час фахівцями ТОВ "Світлодіодні технології Україна" та Харківського національного університету радіоелектроніки, здійснюється ряд конструкторсько-технологічних робіт та технологічних досліджень, спрямованих на розробку технології виготовлення безадгезивних алюміній-поліімідних лакофольгових матеріалів з використанням вихідної алюмінієвої фольги різної товщини. В теперішній час проводяться дослідження створення матеріалу з товщиною алюмінієвої фольги 15, 50 та 100 мкм, що обумовлено наявною необхідністю використання таких матеріалів для створення компонентів детекторних модулів для експериментів фізики високих енергій, а саме для модернізованої Внутрішньої трекової системи експерименту ALICE [12] та CBM [13]. При цьому реалізація діелектричного поліімідного шару передбачається за рахунок використання рідких поліімідних лаків типу АД-9103 та PureML-5069, що забезпечуватиме товщину діелектричного шару в межах 5–50 мкм. Роботи по створенню безадгезивного лакофольгового матеріалу з товщиною алюмінієвої фольги 15 мкм проводяться спільно з фахівцями наукового центру GSI (Дармштадт, Німеччина) та Інституту Фраунгофера (Дрезден, Німеччина). Варто відзначити, що однією з особливостей вищезначених

робіт зі створення безадгезивних матеріалів, є роботи спрямовані на створення безадгезивних алюміній-поліімідних матеріалів з алюмінієвої фольги з діелектричним поліімідним шаром з обох боків. Матеріали такого типу на сьогоднішній день відсутні, а враховуючи конструктивні та технологічні вимоги до компонентів детекторних модулів, такі матеріали дозволятимуть реалізувати нові конструктивні та технологічні підходи до створення детекторних модулів та їх компонентів.

З урахуванням вимог щодо мінімізації матеріалу в об'ємі детектування експерименту МуЗе, високої щільності розташування контактних площинок компонентів детекторних модулів, а, відповідно, і високої щільності розташування провідників на елементах комутації та вищеписаних переваг лакофольгових безадгезивних матеріалів у якості комутаційних елементів детекторних модулів обрано багат шарові гнучкі плати з провідниковими шарами на основі лакофольгового діелектрику типу ФДІ-А-24 [14]. Використання лакофольгового діелектрику типу ФДІ-А-24 у якості матеріалу для виготовлення компонентів (одно- та багат шарових елементів комутації) детекторних модулів експерименту МуЗе перевірено та підтверджено розробкою, виготовленням, дослідженням та впровадженням у виробництво подібних виробів для експериментів

фізики високих енергій, а саме для ALICE, CBM та LHCb [5, 10, 15, 16].

### Вибір технології складання детекторних модулів

При розробці високотехнологічних виробів, якими є детекторні модулі, надзвичайно важливим є вибір найбільш оптимального методу створення електричних між'єднань між компонентами модулю, а саме технології складання.

Порівняльна характеристика параметрів електричних з'єднань, виконаних різними методами, наведена в табл. 1. Паяні електричні з'єднання знайшли найширше застосування завдяки наступним перевагам: низькому і стабільному електричному опору, широкій номенклатурі металів, що сполучаються, легкості автоматизації, контролю та ремонту. Недоліки паяних з'єднань пов'язані з високою вартістю використовуваних кольорових металів, необхідністю видалення залишків флюсу, низькою термостійкістю. Зварні електричні з'єднання в порівнянні з паяними сполуками мають наступні переваги: більш висока механічна міцність, відсутність присадочного матеріалу, менша площа контакту. До недоліків слід віднести: критичність при виборі поєднань матеріалів, збільшення перехідного опору через утворення інтерметалідів, складність групового контактування і ремонту.

Таблиця 1. Параметри електричних з'єднань

Вид з'єднання	Перехідний опір, мОм	Міцність, МПа	Інтенсивність відмов, $1 \cdot 10^{-9} \text{ год}^{-1}$	Тепловий опір, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
Зварювання	0,01 – 1	100 – 500	0,1 – 3,0	0,001
Накручування	1 – 2	60 – 80	0,2 – 0,5	0,0005
Паєння	2 – 5	40 – 50	1 – 10	0,002
Обжимання	1 – 10	20 – 50	2 – 5	0,001
Струмопровідним клеєм	(1 – 10) Ом·м	5 – 10	50	5,0

Дуже важливим фактором при розробці та створенні високотехнологічних детекторних модулів, якими є модулі експерименту МуЗе, є вибір оптимального методу створення електричних між'єднань компонентів детекторних модулів для забезпечення відповідності досить жорстким вимогам при гарантуванні високої довгострокової надійності.

З огляду на вимоги і особливості конструктивно-технологічних рішень піксельних детекторних модулів, використання напівпровідникових HV-MAPS сенсорів та безадгезивних лакофольгових алюміній-поліімідних діелектриків, для створення модулів експерименту МуЗе було обрано автоматизоване ультразвукове контактне мікрозварювання, що дозволяє здійснювати високонадійне автоматизоване з'єднання алюмінієвих плоских стрічкових виводів гнучких комутаційних плат до контактних площинок кремнієвих піксельних сенсорів за допомогою ультразвукового зварювання. Ця технологія отримала назву SpTAB (Single point Tape Automated Bonding). Основні варіанти реалізації міжелементних з'єднань SpTAB технологією схематично наведено на рис. 4.

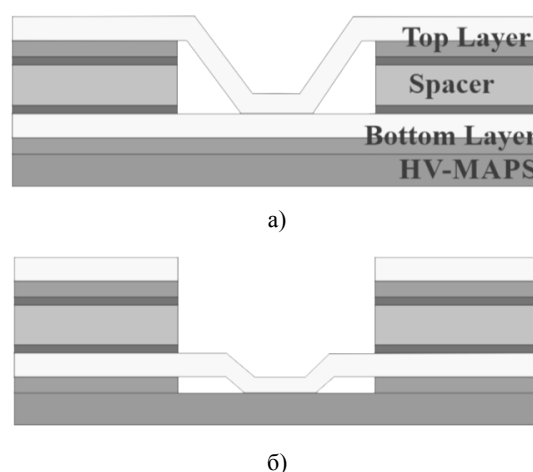


Рис. 4. Схематичне зображення міжелементних з'єднань, створених SpTAB технологією: а) між шарами гнучкої плати; б) між гнучкою платою та HV-MAPS

Sp-TAB технологія була успішно застосована авторським колективом при створенні мікстрипових і дрейфових детекторних модулів для діючої в даний

час внутрішньої трекової системи в експерименті ALICE [5].

Вищевказана технологія має істотні переваги, основними з яких є:

- використання цієї технології для безпосереднього з'єднання шарів багатшарових гнучких комутаційних плат між собою і з контактними площинками HV-MAPS (відсутність необхідності використання дротяних перемичок);

- ультразвукове зварювання алюмінієвих виводів гнучких комутаційних плат до алюмінієвих контактних площинок HV-MAPS забезпечує однорідність, високонадійне та механічно стабільне з'єднання;

- відсутність важких металів (Au, Sn), присутніх при пайці;

- відсутність необхідності обслуговування контактних площинок напівпровідникових приладів, що дозволяє зменшити витрати на їх виготовлення;

- можливість використання стандартного промислового автоматизованого обладнання для основних процесів складання (зварювання, приклеювання і інкапсуляція).

### Експериментальні дослідження та отримані результати

Експериментальні дослідження створення детекторних модулів для експерименту Mu3e включали в наступні основні етапи:

- визначення структури та складу детекторного модулю;

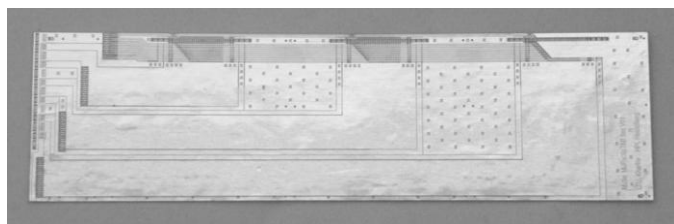
- розробка, виготовлення компонентів та складання механічного макету детекторного модулю для перевірки правильності вибору матеріалів та технології складання;

- розробка, виготовлення та дослідження багатшарової тестової плати при швидкості передачі інформації 1,25 Гбіт/с;

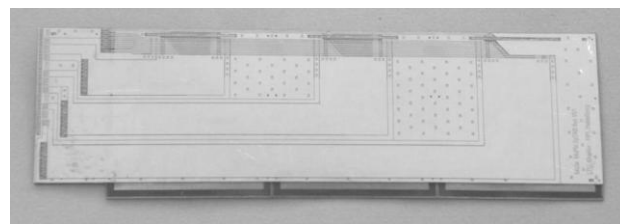
- аналіз отриманих даних.

### Структура та склад детекторного модулю

Проведений аналіз конструктивних та технологічних вимог до детекторних модулів експерименту Mu3e дозволив визначити структуру (поперечний переріз наведено на рис. 5) та склад модулю.



а)



б)

Рис. 6. Механічний макет детекторного модуля: а) гнучка тришарова плата; б) складений механічний макет модуля

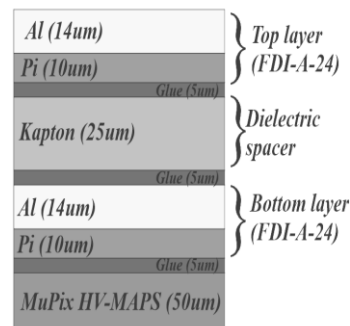


Рис. 5. Структура детекторного модулю

Вищеописана структура, що визначалась з урахуванням матеріалів, які виробляються промислово, дозволила забезпечити показник матеріалу в об'ємі детектування на рівні  $\sim 0,115\% X_0$ .

Щодо особливостей складу детекторного модуля варто відзначити наступні особливості:

- передбачено використання детекторних модулів двох типів: для внутрішніх піксельних шарів (inner pixel layer), що міститимуть 6 HV-MAPS та для зовнішніх шарів (outer pixel layer), які міститимуть 9 HV-MAPS;

- нижній шар багатшарової гнучкої плати містить, головним чином, сигнальні кола й кола живлення та виготовляється з алюміній-поліімідного діелектрику типу ФДІ-А-24 (алюміній 14 мкм, поліімід 10 мкм);

- верхній шар містить кола живлення та також виготовляється з алюміній-поліімідного діелектрику типу ФДІ-А-24;

- для забезпечення необхідної величини імпедансу передбачено використання діелектричної прокладки з поліімідної плівки товщиною 25 мкм.

### Розробка механічного макету детекторного модулю

З урахуванням вищезначених конструктивних особливостей, обраних матеріалів та технологій для відпрацювання та перевірки правильності вибору матеріалів та технології складання було розроблено та виготовлено механічний макет детекторного модуля для експерименту Mu3e. Для складання модулю було використано тришарову плату (рис. 6, а) на основі безадгезивного лакофольгового діелектрику (провідні шари) й поліімідної діелектричної прокладки, та макети HV-MAPS й друковану жорстку плату. Складений механічний макет модуля наведено на рис. 6, б.

Створений механічний макет детекторного модулю підтвердив правильність обраних матеріалів та технології складання.

### Розробка тестової багатшарової гнучкої плати

Для виконання наступного етапу досліджень було проведено розроблення, виготовлення та складання спеціалізованої тестової плати для дослідження проходження сигналів за швидкості 1,25 Гбіт/с та впливу плати на передачу сигналу.

Тестову плату розроблено з урахуванням обраної структури з двома провідниковими шарами на основі безадгезивного лакофольгового діелектрику та поліімідної діелектричної прокладки (рис. 7, а). Після виготовлення шарів та безпосередньо складання багатшарової плати було здійснено монтаж багатшарової плати на спеціально розроблену жорстку друковану плату (рис. 7, б). Після монтажу гнучкої плати на жорстку друковану плату було здійснено монтаж ВЧ роз'ємів (рис. 7, в).

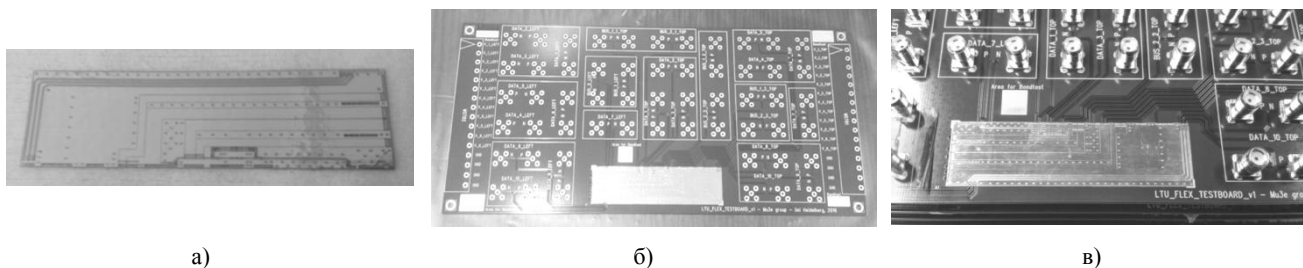


Рис. 7. Тестова багатшарова плата для досліджень: а) тестова плата; б) плата змонтована на друковану плату; в) фрагмент плати із змонтованими роз'ємами

### Дослідження та аналіз отриманих результатів

Для оцінки функціонування тестової плати при швидкості передачі інформації 1,25 Гбіт/с в Інституті Фізики Університету Гейдельбергу були проведені відповідні дослідження глазової діаграми (Eye Diagram), яка наведена на рис. 8.

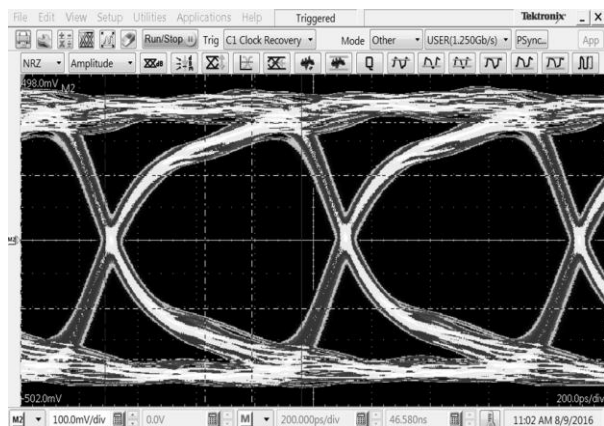


Рис. 8. Глазкова діаграма тестової плати

Дослідження проводились при швидкості передачі сигналів 1,25 Гбіт/с та заданому рівні параметру прийняття помилкового біту інформації (англ. Bit Error Ratio, скор. BER), що становив  $BER < 2 \cdot 10^{-13}$  при довірчій ймовірності (параметр CL) 95%. Отримані результати були позитивними і бітових помилок не було відзначено.

Продовжені дослідження для швидкості проходження сигналу на рівні 2,5 Гбіт/с також показали позитивні результати та відсутність бітових помилок (за  $BER < 3 \cdot 10^{-13}$  при  $CL=95\%$ ), що дозволило зробити висновок про можливість використання таких гнучких багатшарових плат не лише на швидкості передачі сигналів 1,25 Гбіт/с, що вимагається для реалізації в експерименті Mu3e, а й у

інших експериментах з більшою швидкістю передачі сигналів.

### Висновки

Стрімкий розвиток рівня техніки і технологій, особливо мікроелектроніки, а також підвищення вимог до детекторних систем в міжнародних експериментах фізики елементарних частинок є дуже значним поштовхом для розробки новітніх конструктивно-технологічних рішень детекторних модулів. Одним з найамбітніших експериментів є експеримент з дослідження мюонів Mu3e, що відзначається надвисокими вимогами щодо мінімізації маси матеріалу в об'ємі детектування ( $\sim 0,1\% X_0$ ) та планованою швидкістю передачі сигналів на рівні 1,25 Гбіт/с. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження показали, що при використанні надсучасних тонких HV-MAPS типу MuPix товщиною 50 мкм та багатшарових плат з провідниковими шарами на основі алюміній-поліімідних безадгезивних фольгових діелектриків типу ФДІ-А-24 та діелектричної прокладки можливо досягнути показника маси матеріалу в об'ємі детектування на рівні  $\sim 0,115\% X_0$ . При цьому дослідження проходження сигналу через тестові багатшарові плати показали позитивні результати (відсутність бітових помилок) не лише на швидкості 1,25 Гбіт/с, але й для 2,5 Гбіт/с.

При виконанні роботи розроблені, виготовлені та досліджені макети детекторних модулів та тестові плати для досліджень, що підтвердили очікувані результати. Отримані результати досліджень виготовлених зразків дозволяють припустити можливий подальший розвиток робіт в напрямку використання даних підходів при створенні інноваційних детекторних модулів не лише для

експерименту Mu3e, а й для експериментів з подібними жорсткими вимогами щодо мінімізації маси матеріалу в об'ємі детектування та високої швидкості проходження сигналів, наприклад модернізація/удосконалення експерименту ATLAS на LHC у CERN.

Окрім вищенаведеного варто відзначити, що отримані результати дозволяють показати наявність комерційного наукового вітчизняного потенціалу, наразі у Харківському національному університеті радіоелектроніки та ТОВ "Світлодіодні технології Україна" (м. Харків, Україна), у створенні сучасних мікроелектронних комутаційних елементів на основі лакофольгових діелектриків з алюмінієвою

комутацією та технологій їх складання з надсучасною напівпровідниковою елементною базою, придатних для використання в конструкціях високотехнологічних систем детектування для міжнародних експериментів в галузі фізики. Роботи у напрямку створення новітніх високотехнологічних детекторних модулів і їх компонентів сприяють значній інтеграції та подальшому поглибленню співпраці українських вчених та інженерів з провідними європейськими дослідними центрами та інститутами, що ще значною мірою поглиблює інтеграцію України до Європейської наукової співдружності.

### Список літератури

1. Blondel, A., Bravar, A., Pohl, M. et al. (2012), Research Proposal for an Experiment to Search for the Decay  $\mu \rightarrow eee$ , Paul Sherrer Institute (PSI), December 2012, 104 p.
2. Kosenko, V., Persyanova, E., Belotsky, O., Malyeyeva, O. (2017), "Methods of managing traffic distribution in information and communication networks of critical infrastructure systems", *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, No. 2 (2), P. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.048>.
3. Berger, N., Dittmeier, S., Henkelmann, L., Herkert, A., Aeschbacher, F. M., Ng, Y. W., Wiedner, D. (2016), "Ultra-low material pixel layers for the Mu3e experiment", *Journal of Instrumentation*, No. 11 (12). DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/C12006>.
4. Abelev, Betty B. I. et al. (2014), "Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System", *Journal of Physics G : Nuclear and Particle Physics*, 195 p. DOI: <https://doi.org/10.1088/0954-3899/41/8/087002>.
5. Dellacasa, G. et al. (1999), (ALICE Collaboration), ALICE technical design report of the inner tracking system (ITS), CERN/LHCC 99-12, June 1999. 373 p.
6. Aamodt, K. (Oslo U.) et al. (2008), "The ALICE experiment at the CERN LHC", *Journal of Instrumentation*, JINST 3, 159 p. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08002>.
7. Gaycken, G., Besson, A., Gay, A., Gornushkin, Y., Grandjean, D., Guilloux, F., Szelezniak, M. (2006), Monolithic active pixel sensors for fast and high resolution vertex detectors, 13th International Workshop on Vertex Detectors - VERTEX 2004, Sep 2004, Menaggio - Como, Italy, 560, P. 44–48.
8. Perić, I. (2007), "A novel monolithic pixelated particle detector implemented in high-voltage CMOS technology", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A : Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, No. 582 (3), P. 876–885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2007.07.115>.
9. Perić, I., Kreidl, C., & Fischer, P. (2011), "Particle pixel detectors in high-voltage CMOS technology - new achievements", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A : Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, No. 650 (1), P. 158–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2010.11.090>.
10. Гуськов Г. Я., Блинов Г. А., Азаров А. А. Монтаж микроэлектронной аппаратуры. Москва : Радио и связь, 1986. 176 с.
11. Борщев В. Н., Антонова В. А., Листратенко А. М. и др. Комплексный подход к выбору конструктивно-технологических решений гибко-жестких ододетекторных модулей для комптоновской медицинской томографии. *Сцинтилляционные материалы : Инженерия, устройства, применение*. Харьков. 2009. С. 111–127.
12. Плис Н. И., Вербицкий В. Г., Жора В. Д. и др. Технология сборки микросхем на гибком полиимидном носителе. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. 2010. № 5–6. С. 43–45.
13. Abelev, B. et al. (2013), "(The ALICE Collaboration) The ALICE Collaboration Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System", *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, [CERN-LHCC-2013-024] 06.12.2013, 181 p.
14. Technical Design Report for the CBM. Silicon Tracking System (STS). The CBM Collaboration. GSI Report 2013 – GSI Darmstadt, Germany, December 2012. 175 p.
15. ЮУО.037.042 ТУ Технические условия. Диэлектрик лакофольговый ФДИ.
16. Borshchov, V. M., Heuser, J. M., Murin, Yu. A. et al. (2010), Development of ultra-thin cables for the CBM Silicon Tracking System. CBM Progress Report .2009 – GSI Darmstadt, Germany, 15 p.
17. Кандыбей С. С., Тымчук И. Т., Проценко М. А. Разработка и тестирование прототипа базового детекторного модуля для модернизации внутреннего трекера эксперимента LHCb. Тезисы докладов XIV Конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям. НИЦ ХФТИ, 2016. С. 31.

### References

1. Blondel, A., Bravar, A., Pohl, M. et al. (2012), *Research Proposal for an Experiment to Search for the Decay  $\mu \rightarrow eee$* , Paul Sherrer Institute (PSI), December 2012, 104 p.
2. Kosenko, V., Persyanova, E., Belotsky, O., Malyeyeva, O. (2017), "Methods of managing traffic distribution in information and communication networks of critical infrastructure systems", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 2 (2), P. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.048>.
3. Berger, N., Dittmeier, S., Henkelmann, L., Herkert, A., Aeschbacher, F. M., Ng, Y. W., Wiedner, D. (2016), "Ultra-low material pixel layers for the Mu3e experiment", *Journal of Instrumentation*, No. 11 (12). DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/C12006>.

4. Abelev, Betty B. I. et al. (2014), "Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System", *Journal of Physics G : Nuclear and Particle Physics*, 195 p. DOI: <https://doi.org/10.1088/0954-3889/41/8/087002>.
5. Dellacasa, G. et al. (1999), (ALICE Collaboration), *ALICE technical design report of the inner tracking system (ITS)*, CERN/LHCC 99-12, June 1999. 373 p.
6. Aamodt, K. (Oslo U.) et al. (2008), "The ALICE experiment at the CERN LHC", *Journal of Instrumentation*, JINST 3, 159 p. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08002>.
7. Gaycken, G., Besson, A., Gay, A., Gornushkin, Y., Grandjean, D., Guilloux, F., Szelezniak, M. (2006), "Monolithic active pixel sensors for fast and high resolution vertex detectors", *13th International Workshop on Vertex Detectors - VERTEX 2004*, Sep 2004, Menaggio - Como, Italy, No. 560, P. 44–48.
8. Perić, I. (2007), "A novel monolithic pixelated particle detector implemented in high-voltage CMOS technology", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, No. 582 (3), P. 876–885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2007.07.115>.
9. Perić, I., Kreidl, C., & Fischer, P. (2011), "Particle pixel detectors in high-voltage CMOS technology - new achievements", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, No. 650 (1), P. 158–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2010.11.090>.
10. Guskov, G. Ya., Blinov, G. A., Gazarov, A. A. (1986), *Montazh mikroelektronnoy apparatury*, Moscow : Radio i svyaz, 176 p.
11. Borshev, V. N., Antonova, V. A., Listratenko, A. M. i dr. (2009), "Kompleksnyiy podhod k vyбору konstruktivno-tehnologicheskikh resheniy gibko-zhestkikh odnodetkornykh moduley dlya komptonovskoy meditsinskoy tomografii", *Stintillyatsionnyye materialy : Inzheneriya, ustroystva, primenenie*, Kharkiv, P. 111–127.
12. Plis, N. I., Verbitskiy, V. G., Zhora, V. D. i dr. (2010), "Tehnologiya sborki mikroschem na gibkom poliimidnom nositele", *Tehnologiya i konstruirovaniye v elektronnoy apparature*, No. 5–6, P. 43–45.
13. Abelev, B. et al. (2013), "(The ALICE Collaboration) The ALICE Collaboration Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System", *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, [CERN-LHCC-2013-024] 06.12.2013, 181 p.
14. *Technical Design Report for the CBM, Silicon Tracking System (STS)*, The CBM Collaboration, GSI Report 2013 – GSI Darmstadt, Germany, December 2012, 175 p.
15. YiUO.037.042 TU Tehnicheskie usloviya, Dielektrik lakofolgovyy FDI.
16. Borshchov, V. M., Heuser, J. M., Murin, Yu. A. et al. (2010), Development of ultra-thin cables for the CBM Silicon Tracking System, CBM Progress Report .2009 – GSI Darmstadt, Germany, 15 p.
17. Kandybey, S. S., Tymchuk, I. T., Protsenko, M. A. (2016), "Razrabotka i testirovaniye prototipa bazovogo detektornogo modulya dlya modernizatsii vnutrennego trekera eksperimenta LHCb", *Tezisyi dokladov XIV Konferentsii po fizike vyisokih energiy, yadernoy fizike i uskoritelyam*, NNTs HFTI, Kharkiv, P. 31.

Надійшла (Received) 01.09.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Невлюдов Ігор Шакирович** – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет радіоелектроніки, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, м. Харків, Україна; e-mail: [igor.nevliudov@nure.ua](mailto:igor.nevliudov@nure.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9837-2309>.

**Невлюдов Ігорь Шакирович** – доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, заведующий кафедрой компьютерно-интегрированных технологий, автоматизации и мехатроники, г. Харьков, Украина.

**Nevliudov Igor** – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Kharkiv National University of Radioelectronics, Head at the Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv, Ukraine.

**Борщов Вячеслав Миколайович** – доктор технічних наук, професор, ТОВ "Світлодіодні технології Україна", Перший заступник директора-Головний конструктор, м. Харків, Україна; e-mail: [viatcheslav.borshchov@cern.ch](mailto:viatcheslav.borshchov@cern.ch); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5579-8932>.

**Борщов Вячеслав Николаевич** – доктор технических наук, профессор, ООО "Светлодиодные технологии Украина", Первый заместитель директора-Главный конструктор, г. Харьков, Украина.

**Borshchov Viatcheslav** – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, LED Technologies of Ukraine Ltd, First Deputy Director - Chief Designer, Kharkiv, Ukraine.

**Тимчук Ігор Трохимович** – Харківський національний університет радіоелектроніки, молодший науковий співробітник кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, м. Харків, Україна; e-mail: [ihor.tymchuk@cem.ch](mailto:ihor.tymchuk@cem.ch); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6436-7253>.

**Тимчук Ігорь Трофимович** – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, младший научный сотрудник кафедры компьютерно-интегрированных технологий, автоматизации и мехатроники, г. Харьков, Украина.

**Tymchuk Ihor** – Kharkiv National University of Radioelectronics, Junior Researcher at the Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv, Ukraine.

**Проценко Максим Анатолійович** – кандидат технічних наук, ТОВ "Світлодіодні технології Україна", Заступник директора-заступник Головного конструктора, м. Харків, Україна; e-mail: [max.protsenko.1978@gmail.com](mailto:max.protsenko.1978@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9313-1701>.

**Проценко Максим Анатольевич** – кандидат технических наук, ООО "Светлодиодные технологии Украина", Заместитель директора-заместитель Главного конструктора, г. Харьков, Украина.

**Protsenko Maksym** – PhD (Engineering Sciences), LED Technologies of Ukraine Ltd, Deputy Director-Deputy Chief Designer, Kharkiv, Ukraine.

**Демська Наталія Павлівна** – Харківський національний університет радіоелектроніки, старший викладач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, м. Харків, Україна; e-mail: demska.nataliia@nure.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9931-9964>.

**Демская Наталья Павловна** – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, старший преподаватель кафедры компьютерно-интегрированных технологий, автоматизации и мехатроники, г. Харьков, Украина

**Demska Nataliia** – Kharkiv National University of Radioelectronics, Senior Lecturer at the Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv, Ukraine.

## НОВЕЙШИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СВЕРХЛЕГКИХ ДЕТЕКТОРНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Одной из главных задач улучшения информативности экспериментов физики высоких энергий является уменьшение массы вещества в объеме детектирования для обеспечения уменьшения возможного влияния на параметры исследуемых частиц. Одновременно, предусматривается увеличение информативности исследований, а именно разрешительной способности, таких исследований, что, в свою очередь приводит к значительному увеличению информационных потоков и скорости передачи и обработки информации. Решение вышеуказанных главных задач совершенствования существующих и создания новых экспериментов в области физики возможно за счет разработки новых конструктивно-технологических решений детекторных модулей, которые являются базовой ячейкой современных детекторных систем международных физических экспериментов. Конструктивные и технологические подходы создания детекторных модулей, главным образом, определяют соответствие главным требованиям по массе материала и быстродействию всей детекторной системы. Достижения вышеприведенных требований при создании детекторных модулей возможно при использовании новейших полупроводниковых чувствительных элементов (сенсоров) и многослойных элементов коммутации с алюминиевыми проводящими слоями. **Предметом** данного исследования являются технологии создания детекторных модулей с низким уровнем массы материала в объеме детектирования с использованием сверхсовременной тонкой полупроводниковой элементной базы. **Целью** данной работы является создание и исследование сверхлегких детекторных модулей и их прототипов при высоких скоростях передачи информации (более 1 Гбит/с). Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих **задач**: рассмотреть существующие новейшие полупроводниковые HV-MAPS сенсоры; провести выбор и обоснование материала элементов коммутации; осуществить выбор структуры и технологии сборки детекторных модулей. По результатам выбора наиболее оптимального метода создания электрических межсоединений между компонентами модуля, а именно технологии сборки, провести анализ конструктивных и технологических требований к детекторным модулям для эксперимента Mu3e, который позволит определить структуру и состав модуля. С учетом вышеуказанных конструктивных особенностей, выбранных материалов и технологий для отработки и проверки правильности выбора материалов и технологии сборки разработать и изготовить механический макет детекторного модуля для эксперимента Mu3e и прототип сверхлегкой многослойной гибкой платы для исследований влияния на передачу сигнала при скоростях более 1 Гбит/с. **Выводы**: при выполнении работы разработаны, изготовлены и исследованы макеты детекторных модулей и тестовые многослойные платы, которые подтвердили ожидаемые результаты. Полученные результаты исследований изготовленных образцов позволяют предположить возможное дальнейшее развитие работ в направлении использования данных подходов при создании инновационных детекторных модулей не только для эксперимента Mu3e, но и для экспериментов с подобными жесткими требованиями по минимизации массы материала в объеме детектирования и высокой скорости прохождения сигналов, например модернизация / усовершенствование эксперимента ATLAS на Большом адронном коллайдере в CERN.

**Ключевые слова**: физический эксперимент; детекторный модуль; кремниевый сенсор; HV-MAPS; гибкая многослойная плата; безадгезивный лакофольгованный алюминий-полиимидный диэлектрик.

## THE ADVANCED DESIGN AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF ULTRALIGHT DETECTOR MODULES FOR PHYSICAL EXPERIMENTS

One of the main tasks of improving the informative value of the experiments of high energy physics is to reduce the mass of matter in the detection volume to ensure reducing a probable impact on the parameters of particles under study. At the same time, the informative value of a research is planned to be increased, namely, the solvability of such studies, which, in turn, leads to a significant increase in information flows and the speed of data transmission and processing. The above-mentioned main tasks of improving available experiments and creating new ones in the sphere of physics can be solved due to the development of new design and technological solutions for detector modules, which are the basic cell of modern detection systems of international physics experiments. The constructive and technological approaches to creating detector modules mainly determine the fact whether the mass of the material and the speed of the entire detector system meet the set requirements. The above requirements while creating detector modules can be met if advanced semiconductor sensitive elements (sensors) and multi-layer switching elements with aluminium conductive layers are used. The **subject** matter of this study is the technology of creating detector modules with the low level of material mass in the detection volume using the advanced thin semiconductor element base. The **goal** of this work is to create and study ultra-light detector modules and their prototypes at high data transmission rates (over 1 Gbit/s). In order to achieve the goal, the following **tasks** are to be solved: the advanced HV-MAPS semiconductor sensors should be studied; the material of switching elements should be selected and this selection should be justified; the structure and technology for the detector modules assembly should be chosen. According to the results of the selection of the optimal method for the electrical interconnection of the module components, namely the assembly technology, the constructive and technological requirements for detector modules for the Mu3e experiment should be analyzed; the analysis will determine the structure and composition of the module. Taking into account the above design features, selected materials and technologies for selecting good materials and verifying this selection as well as the

assembly technology, the mechanical experimental model of the detector module for Mu3e experiment and the prototype of an ultra-light multi-layer flexible board should be developed and made for studying the impact of signal transmission at speeds over 1 Gbit/s.

**Conclusions:** when performing the work, the experimental models of detector modules and test multi-layer boards were developed, manufactured and studied; these models proved the expected results. The obtained results of studying the manufactured models make further work possible for using these approaches while creating innovative detector modules not only for Mu3e experiment but also for experiments with similar strict requirements for minimizing material mass in the detection volume and high speed of signal transmission, for example, upgrading/improving ATLAS experiment at Large Hadron Collider at CERN.

**Keywords:** physical experiment; detector module; silicon sensor; HV-MAPS; flexible multi-layer board; inadhesive lacquer-foiled aluminum-polyimide dielectrics.

---

O. BOGUTSKA

## FINANCIAL AND ECONOMIC MECHANISM OF ENSURING INVESTMENT ACTIVITY OF ENTERPRISES WITHIN INSTITUTIONAL MODELS OF FINANCING THE REAL SECTOR OF ECONOMICS

The **subject** matter of the article is economic relations arising among subjects of investment activity within institutional models for financing the real sector of the economy. The **goal** of the work is the development of a financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises within institutional models for financing the real sector of the economy with determining the optimal ratio of sources for financing investment resources on macro and micro levels when implementing the "state-regulator" and "state-investor" models of financing. The following **tasks** were solved in the article – the essence of institutional models for financing the real sector of the economy was determined and their main characteristics were compared; the financial and economic mechanism to ensure the investment activity of enterprises within institutional models "state-regulator" and "state-investor" was developed. The following **methods** were used: the logical generalization and comparison, analysis and synthesis, induction and deduction, system analysis. The following **results** were obtained. The basic institutional models of financing the real sector of the economy were studied; basing on the comparison of the characteristics of models where the X and Y-economies predominate, the elements of the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises were determined; the elements of the mechanism were systematized in accordance with the prevailing interests of the subjects of ensuring investment activity depending on the investment goal on the basis of the selected model of the economic development and financial policy in the country. A set of methods and tools that actuate economic laws in financial relations under two institutional models of financing is emphasized. The order for determining the optimum interrelation of sources of financing of capital investments on macro and micro level is offered. **Conclusions.** The developed financial and economic mechanism includes the procedure for selecting methods and instruments of indirect stimulation (state-regulator) or direct financial support for investment activity of enterprises (state-investor) on the basis of the selected model of economic development and financial policy in the country. At the present stage of the development of Ukraine, a financial mechanism is needed to ensure the investment activity which includes the elements of two models, where the state simultaneously acts as both a regulator and an investor (mixed type).

**Keywords:** institutional financing models; investment activity; enterprises; financial security; financial and economic mechanism; X- and Y-economy.

### Introduction

The growth of investment in the development of a high technological level requires using financial and economic methods and mechanisms for ensuring the investment activity of enterprises. Financial support of the investment activity of enterprises is determined, first of all, by the sources of investment financing. The development of the efficient investment policy in Ukraine that is aimed at economic growth on the innovative basis requires studying the main investment sources and determining possibilities for attracting potential sources of investment. Since there is no optimal structure of these sources, the desired level of economic development cannot be achieved.

The relation of sources that ensure the investment activity of enterprises (private and public ones, those that are own and attracted, external and internal ones) depends on many social and economic, institutional and geopolitical factors, including the level of the economic development of the country. Thus, according to the World Bank, investment commitments in infrastructure projects with private participation in the sphere of energy, transport and water supply in some countries of the world (Argentina, Russia, Turkey, India, Ukraine – countries with different income levels) in 2015–2017 were equal to 0.2% of GDP, the share of domestic credit to the private sector in these countries was 16.1%, 56.4%, 66.5 %, 49.5%, 31.1% of the GDP respectively.

The results of the analysis do not enable identifying the relations among the level of the country income, its

investment activity and the choice of source of investment financing. In some developed countries, the fact that own or attracted sources of enterprises predominate in financing the real sector of the economy is not an indicator of their economic growth but specifies the elected model of investment financing. However, the share of domestic credit to the private sector in high-income countries approaches 100%.

Therefore, the state policy of financial support for investment activity should be based on internal and external factors that determine the source of investment resources chosen by an enterprise, the available structure of investment sources and the institutional environment where investment resources are transferred from the financial sector of the economy to the real ones.

### The analysis of recent studies and publications

A number of foreign and domestic scientists consider the issues of financial support of the investment activity of enterprises in their works. Thus, A. Danylenko [1, 2] regarded the state policy for financing the real sector of the economy, methods and tools of their implementation. V. Tarakanov, O. Kalashnikov [3], V. Voloshyn, A. Shekhlovych [4] studied the directions and mechanisms of financial encouragement and regulation of the investment activity, the elements of the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises by direct and indirect methods.

This work deals with the elements of the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises in Ukraine that are based on two

basic institutional models of financing [5], using which the state either encourages the investment activity of enterprises by indirect methods (state-regulator) or assigns the investment resources to implement the investment project (state-investor), which are based on the concepts of Y- and X-economies that are determined by institutional matrices. The conceptual basis of institutional matrices was laid by Leibenstein H. [6] D. North [7, 8], K. Polanyi [9, 10] and further developed by O. Bessonova [11], S. Kirdina [12] as well as by Ukrainian scientists O. Molodsov [13], Lytvynenko [14] and others.

### **Issues for consideration that have not been studied before**

This work deals with the institutional approach to the financial support of the investment activity because the institutions determine the economic relations, the form of management, and, consequently, different models of financing as the structure of institutions that ensure transferring investment resources from the financial sector to the real sectors of the economy. And the structure of the investment sources of the economy creates the basis of the institutional model for financing the real sector of the economy. Determining the relation of institutions of the market and the state is very important in this context.

The **goal** of the work is to develop the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises according to the institutional models of financing of the real sector of the economy and to determine the optimal relation of sources of financing the investment resources on macro- and micro- levels while implementing the models of financing – "state-regulator" and "state-investor".

### **Materials and methods**

The following methods were used for the study: logical generalization and comparison – to justify the importance, the theoretical basis, the object, subject and goal of the study; analysis and synthesis, induction and deduction – to characterize and identify the essential features of the elements of the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises; system analysis – to determine the order of choosing indirect methods of encouragement (state-regulator) or direct financial support (state-investor) of the investment activity of enterprises. The information basis of the study is the scientific works of domestic and foreign scientists, Internet resources, the results of the author's own research.

### **The discussion of the results of the study**

Financial methods and mechanisms for ensuring the investment activity, which in this study are considered as dynamics, changes in the structure and efficiency of the investment resources [15], are methods and mechanisms

for the development of investment sources, their optimal relation and expansion under the conditions of the institutional environment which is in Ukraine today. The institutional environment is determined by the type of the institutional matrix.

The institutional matrix is understood as the stable system of basic institutions that regulate the interconnected functioning of economic, political and ideological spheres in the country [12, p. 67]. The essence of the theory of institutional matrices is that sets of interconnected institutions (rules, procedures, social and economic relations) that are dominant in the country develop the specifics of so-called X- and Y-economies. The basis of this theory is institutional grounds of different business patterns – collective cooperation within the framework of a single economy (X-economy) and certain individual efforts that contribute to the survival of a group of people (Y-economy) [5, 12].

S. Kirdina understands the institutional models of financing [5, p. 130] as the structures of the most significant channels and institutions that ensure the transfer of investment resources from the financial sector to the real sector. The basis of these models is the specifics of the general institutional environment of the economy of the country. The model of financing the state used to perform the regulatory and stimulating functions is more typical for the countries where the institutions of the Y-economy prevail or are the basic ones as well as market relations and private ownership ("state-regulator" model) and the model where the state acts as an investor is more typical for the countries where market relations are not decisive and the institutions of the X-economy prevail ("state-investor" model) (table 1).

In determining the content of the elements of the financial and economic mechanism of ensuring the investment activity, the main focus is on a set of methods, tools and levers, through which economic laws are enforced in financial relations according to the two institutional models of financing.

The goal of the financial support for the investment activity is determined by the main interests of its subjects. When implementing the "state-investor" financing model, the goal of the financial support for the investment activity is to implement the projects of social and economic significance defined by national priorities. While implementing the "state-regulator" model, the interests of institutional investors, who are mostly interested in the criteria for maximizing profits, obtaining commercial efficiency, expanding sales markets, etc. become the priority.

The implementation of the "state-regulator" model involves the state activity aimed at encouraging the investment activity of enterprises, the "state-investor" model is the direct interference in investment projects by providing investment resources and further supervising the results of the investment activity, each one being implemented using specific methods and tools (table 2).

**Table 1.** The comparison of the basic characteristics of the institutional models of the financial support – "state-regulator" and "state-investor" \*

Characteristics	Institutional models of the financial support	
	State-investor (basic institutions of X-economy)	State-regulator (basic institutions of Y-economy)
Application	More typical for countries where market relations are not determinative	More typical for countries where market relations and private prevail
Advantages	The investment can be directed to priority industries	The investment activity can be increased (in the conditions of efficient state policy and the institutional environment in the country)
Drawbacks	Innovation development is weakly encouraged, there is a high risk of corruption at the local level; economic freedom of enterprises is limited	The risk of cyclicity and "financial bubbles"
Dominating institutions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redistribution (accumulation- agreeing - distribution);</li> <li>- state and mixed ownership;</li> <li>- co-operation;</li> <li>- service work;</li> <li>- cost constraints (X-efficiency)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exchange (purchase and sale); private ownership;</li> <li>- competition;</li> <li>- hired labour;</li> <li>- profit growth (Y-efficiency)</li> </ul>

\*Compiled on the basis of literary sources [5, 11, 12].

**Table 2.** The comparison of the basic elements of the financial and economic mechanism that are prevailing in the institutional models "state-regulator" and "state-investor"

Mechanism elements	Institutional models of financing support	
	State-investor	State-regulator
The relation of institutions that form the "channels" of investment resources transfer	State institutions prevail	Market institutions prevail
The relation of investment sources	Budget ones prevail	Private ones prevail
Foreign capital	Little	Great
Depreciation	Little	Dominating
Methods	Direct ones prevail: - programme-oriented; - financial and economic	Indirect ones prevail: - method of financial encouragement; - institutional ones
	Mixed ones: - organizational and legal; - administrative	
Tools	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investing at the expense of budget funds, subsidies, subventions, grants, state procurement;</li> <li>- concessionary financing and lending; development of banks, rates, subsidies, tariffs, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- concessionary taxation; simplifying the procedure for attracting investment resources in the financial market;</li> <li>- institutes of public control over the activity of state bodies in the investment sphere; the transformation of mental stereotypes of economic behaviour</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- programme-oriented investment, laws, regulations and documents where the rights of investors are clearly defined, precedents of dispute settlement, antimonopoly legislation;</li> <li>- advisory support for investors, patent and licensing policy, etc.</li> </ul>	

Direct methods that are more typical for "state-investor" model include programme-oriented methods and tools corresponding to them when the investment resources are given to implement a set programme or project.

Indirect methods ("state-investor" model), which promote creating favourable conditions for attracting investments and releasing financial resources for investment needs, involve using the tools for financial

stimulation and creation of institutional conditions for activating the investment activity.

Administrative, organizational and legal methods based on the tools of their implementation and the specifics of their application, can be referred to the mixed methods of stimulation of the investment activity of enterprises, the application of which is equivalent to the implementation of both models of financing.

The peculiar attention should be paid to the elements of the financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises, namely:

- programme-oriented methods: budget financing of the projects that are determined by the state as the priority; state risk insurance of enterprises that invest in priority sectors for developing high-tech industries; state procurement of the products of innovative enterprises that invest in upgrading and modernizing the priority industries (tools – investment from budget funds, subsidies, subventions, grants, state procurement, etc.);

- financial and economic methods: flexible depreciation policy, concessionary financing and crediting (tools – the creation of development banks, prices, bonuses, rates, subsidies, tariffs, etc.);

- method of financial encouragement: differentiated tax policy, the creation conditions for attracting non-traditional investment sources (leasing, crowdinvesting, venture financing, etc.), simplified access of enterprises to borrowed resources (tools – preferential taxation, simplifying the procedure for attracting investment resources in the financial market, etc.);

- institutional models enable investing more intensively through the simplification of the interaction of formal and informal institutions and – statuses, constraints, sustainable way of thinking, contracts, models of behaviour and decision-making, legal norms, rules, regulations, rights of certain social strata and groups and other systems of links among the subjects of investment relations (tools – encouraging the development of institutions of public control over the activity of state bodies in the investment sphere, the transformation of mental stereotypes of economic behaviour);

- organizational and legal methods are, first and foremost, the legislative support that ensure the legal protection of the interests of investors, ensure the transparency and efficiency of the court system (tools – programme-oriented investment, laws, regulations and documents where the rights of investors are clearly guaranteed, precedents of dispute settlement, antimonopoly legislation);

- administrative methods include the development of efficient strategy for the investment development of the country and its separate regions which is aimed at creating favourable conditions for the investment activity and supporting investors, developing appropriate investment policy (tools– advisory support of investors, patent and licensing policy, etc.).

The priority in choosing the methods and tools that are typical for these models is determined by the general social and economic state and institutional environment that is specified by the type of the economic system which dominates in the country (fig. 1–2).

In Western Europe, Canada, Australia and the United States, social and liberal models dominate where Y-economy institutions are more widespread and where the model "state-regulator" is more typical. In the countries of Latin America and South-East Asia, China and the Russian Federation the institutions of the X-economy and the model "state-investor" dominate.

At the current stage of development, Ukraine needs a financial mechanism to ensure the investment activity, which includes the elements of both models where the state simultaneously acts as a regulator and an investor (mixed type).

Thus, according to A. Danylenko [1, p. 15], while selecting the financial policy of Ukraine respective the national "...there is an objective necessity to consider the feasibility of the active involvement of the state on the one hand... and to regard the traditions and positive experience of the implementation of scientific research conducted by the supporters of the liberal model based on the ideas of A. Smith, on the other hand". However, since these models have principally different approaches to the primary distribution of financial resources [1] while selecting the financial policy in the country, it is necessary to decide on which model will dominate.

If the model "state-regulator" dominates, investment resources are basically assigned to the sphere of business and the task of the state is to create favourable conditions to encourage the investment activity of enterprises. When the model "state-investor" dominates, investment resources are concentrated and controlled by the state. Selecting the priority of the first or second model in the country is related to the general social and economic state in the country, which is determined by the type of institutional matrix.

### **Conclusions and the prospects for further development**

Thus, the main result of the study is the development of a financial and economic mechanism for ensuring the investment activity of enterprises on the basis of institutional models of financing the real sector which:

- combines* methods and tools of financial and economic support of investment activity of enterprises that are adapted to the modern institutional environment;

- takes* into account the prevailing interests of the subjects that ensure investment activity depending on the investment purpose on the basis of the selected model of economic development and financial policy in the country - the state-regulator or the investor-state;

- includes* the procedure for selecting methods and mechanisms for indirect stimulation (state=regulator) or direct financial support (state-investor) for the investment activity of enterprises, criteria and indicators that determine the relation of financing sources on the micro level; principles the specify the optimal relation of financing sources of capital investments on the macro level;

- relies* on a set of institutional models of financing the real economy based on the concepts of Y- and X-economies, which is determined by institutional matrices.

Further areas of the study are related to the analysis of the specific features and institutional factors that can determine the scenarios of economic and financial policy in the country where the elements of the model for ensuring the investment activity – "state-regulator" and "state-investor" and the sources of investment corresponding to them would be optimally correlated.



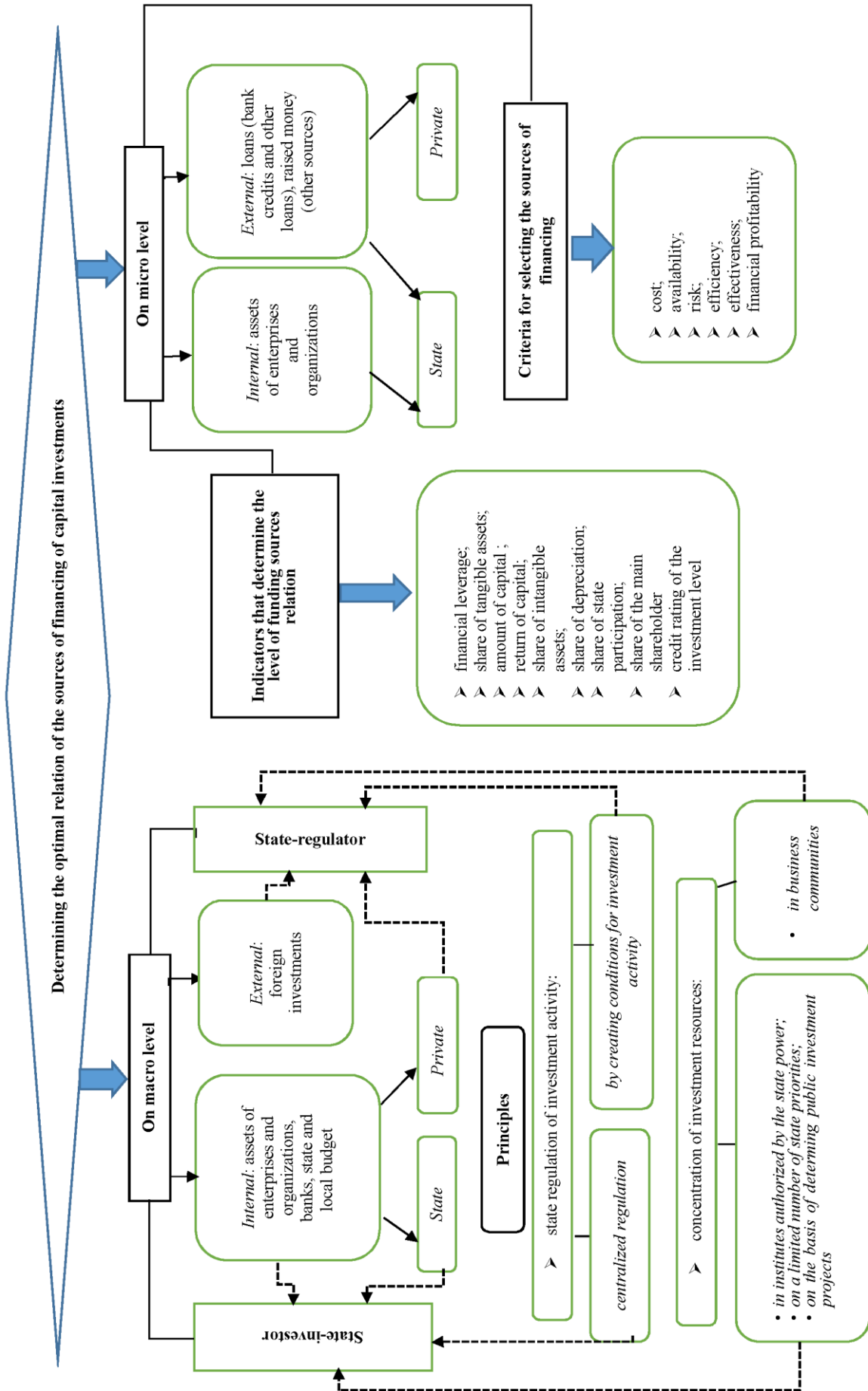


Fig. 2. The elements of the financial and economic mechanism of ensuring the investment activity of enterprises ("Financing sources" block)

## References

1. Danylenko, A. I., Zymovets', V. V., Koshyk, O. M. et al. (2011), *The State policy of stabilization of the finances of enterprises*, edited by A. I. Danylenko [Derzhavna polityka stabilizatsii finansiv pidpryemstv, za red. A. I. Danylenka], Kyiv, 452 p.
2. Danylenko, A. I. (2013), "Refinement of the economy management model and financial mechanisms of its realization", *Economy of Ukraine*, No. 5 (618), P. 4–29.
3. Tarakanov, V. V., Kalashnikov, A. A. (2016), "The mechanism of financial stimulation of investment activity", *Science Journal of Volgograd State University : Global Economic System*, No. 1 (34), P. 98–105. DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu3.2016.1.10>.
4. Voloshyn, V. Shekhlovych, A. (2014), "Institutional mechanisms and tools for innovative security of Ukraine", *Actual problems of international relations*, Release 122 (part I), P. 109–116.
5. Kirdina, S. G. (2013), "Institutional Models of Real Sector Financing", *Journal of the new economic association*, No. 2 (18), P. 129–155.
6. Leibenstein, H. (1966), "Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency", *The American Economic Review*, Vol. 56, No. 3, P. 392–415.
7. North, D. C. (1993), "Five propositions about institutional change", 9 p. : available at : <http://econwpa.repec.org/eps/eh/papers/9309/9309001.pdf> (last accessed 09.09.2018).
8. North, D. (1997), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance* : Trans. from English [Instituty, institutsional'nye izmeneniya i funktsionirovanie ekonomiki : Per. s angl.], Moscow, 188 p.
9. Polanyi, K. (1977), *Economic Sociology in the United States : Lecture given at the Institute for Cultural Relations*, N.-Y. : Academic Press, Budapest, 14 p.
10. Polanyi, K. (1977), *The Livelihood of Man (Studies in Social Discontinuity)*, N.-Y. : Academic Press, Inc, 26 p.
11. Bessonova, O. E. (2012), "Institutional matrix for Russia's modernization" ["Institutsional'naya matritsa dlya modernizatsii Rossii"], *Issues of Economics*, No. 8, P. 122–144.
12. Kirdina, S. G. (2014), *Institutional matrices and the development of Russia: an introduction to the X-Y theory [Institutsional'nye matritsy i razvitie Rossii: vvedenie v X-Y-teoriyu]*, Saint-Petersburg, 468 p.
13. Molodcov, A. V. (2016), "Methodological aspects of the institutional matrix theory in the context of the dynamics of institutional changes", *Theory and practice of public administration and local self-government*, No. 2, available at : [http://el-zbirnu.at.ua/index/zmist\\_2016\\_2/0-24](http://el-zbirnu.at.ua/index/zmist_2016_2/0-24) (last accessed 09.09.2018).
14. Lytvynenko, N. I. (2015), *Institutional components of socio-economic development of the country [Instytutsionalni skladovi sotsialno-ekonomichnoho rozvytku krainy]*, Dnipropetrovsk, 310 p.
15. Bryukhovetskaya, N. Ye., Ivanenko, L. V. (2017), "Scientific Approaches to Determining the Economic Essence of Investment Activity of Ukrainian Enterprises and its Evaluation", *The Problems of Economy*, No. 2, P. 184–192.

Received 10.09.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Богущька Ольга Анатоліївна** – кандидат економічних наук, Інститут економіки промисловості Національної академії наук України, провідний науковий співробітник, м. Київ, Україна; e-mail: [bogutsk.ol@gmail.com](mailto:bogutsk.ol@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3088-6079>.

**Богущкая Ольга Анатольевна** – кандидат экономических наук, Институт экономики промышленности Национальной академии наук Украины, ведущий научный сотрудник, г. Киев, Украина.

**Bogutsk Olga** – PhD (Economics), Institute of Industrial Economics of National academy of sciences of Ukraine, leading researcher, Kyiv, Ukraine.

## ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ІНСТИТУЦІОНАЛЬНИМИ МОДЕЛЯМИ ФІНАНСУВАННЯ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ

**Предметом** дослідження в статті є економічні відносини, що виникають між суб'єктами інвестиційної діяльності за інституціональними моделями фінансування реального сектору. **Мета** роботи – формування фінансово-економічного механізму забезпечення інвестиційної активності підприємств за інституціональними моделями фінансування реального сектору економіки із визначенням оптимального співвідношення джерел фінансування інвестиційних ресурсів на макро- та мікрорівнях при реалізації моделей фінансування "Держава-регулятор" та "Держава-інвестор". В статті вирішено такі **завдання**: визначення сутності та порівняння основних характеристик інституціональних моделей фінансування реального сектору економіки; формування фінансово-економічного механізму забезпечення інвестиційної активності підприємств за інституціональними моделями "Держава-регулятор" та "Держава-інвестор". Використовуються такі **методи**: логічне узагальнення та порівняння, аналіз та синтез, індукція та дедукція, системний аналіз. Отримано такі **результати**. Досліджено базові інституціональні моделі фінансування реального сектора економіки. На основі порівняння характеристик моделей, де переважають інститути X та Y-економік, визначено елементи фінансово-економічного механізму забезпечення інвестиційної активності підприємств. Елементи механізму систематизовано відповідно до переважаючих інтересів суб'єктів забезпечення інвестиційної активності в залежності від мети інвестування на основі вибраної моделі економічного розвитку та фінансової політики в країні. Особливий акцент зроблено на наборі методів та інструментів, за допомогою яких наводяться в дію економічні закони при фінансових відносинах за двома інституціональними моделями фінансування. Запропоновано порядок визначення оптимального співвідношення джерел фінансування капітальних інвестицій на макро- та мікрорівнях. **Висновки**. Розроблений фінансово-економічний механізм включає порядок вибору методів та інструментів непрямого стимулювання (держава-регулятор) або прямого фінансового забезпечення інвестиційної активності підприємств (держава-інвестор) на основі вибраної моделі економічного розвитку та фінансової політики в країні. На сучасному етапі розвитку

Україні потрібен фінансовий механізм забезпечення інвестиційної активності, який включає елементи двох моделей, де держава одночасно виступає і регулятором, і інвестором (змішаний тип).

**Ключові слова:** інституціональні моделі фінансування; інвестиційна активність; підприємства; фінансове забезпечення; фінансово-економічний механізм; X та Y-економіки.

## **ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫМ МОДЕЛЯМ ФИНАНСИРОВАНИЯ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ**

**Предметом** исследования в статье являются экономические отношения, возникающие между субъектами инвестиционной деятельности в рамках институциональных моделей финансирования реального сектора. **Цель** работы – формирование финансово-экономического механизма обеспечения инвестиционной активности предприятий по институциональным моделям финансирования реального сектора экономики с определением оптимального соотношения источников финансирования инвестиционных ресурсов на макро- и микроуровне при реализации моделей финансирования "Государство-регулятор" и "Государство-инвестор". В статье решены следующие **задачи**: определение сущности и сравнение основных характеристик институциональных моделей финансирования реального сектора экономики; формирование финансово-экономического механизма обеспечения инвестиционной активности предприятий по институциональным моделям "Государство-регулятор" и "Государство-инвестор". Используются следующие **методы**: логическое обобщение и сравнение, анализ и синтез, индукция и дедукция, системный анализ. Получены следующие **результаты**. Исследованы базовые институциональные модели финансирования реального сектора экономики. На основе сравнения характеристик моделей, где преобладают институты X и Y-экономик, определены элементы финансово-экономического механизма обеспечения инвестиционной активности предприятий. Элементы механизма систематизированы в соответствии с преобладающими интересами субъектов обеспечения инвестиционной активности в зависимости от цели инвестирования на основе выбранной модели экономического развития и финансовой политики в стране. Особый акцент сделан на наборе методов и инструментов, с помощью которых приводятся в действие экономические законы при финансовых отношениях по двум институциональными моделям финансирования. Предложен порядок определения оптимального соотношения источников финансирования капитальных инвестиций на макро- и микроуровне. **Выводы**. Разработанный финансово-экономический механизм включает порядок выбора методов и инструментов косвенного стимулирования (государство-регулятор) или прямого финансового обеспечения инвестиционной активности предприятий (государство-инвестор) на основе выбранной модели экономического развития и финансовой политики в стране. На современном этапе развития Украины нужен финансовый механизм обеспечения инвестиционной активности, который включает элементы двух моделей, где государство одновременно выступает и регулятором, и инвестором (смешанный тип).

**Ключевые слова:** институциональные модели финансирования; инвестиционная активность; предприятия; финансовое обеспечение; финансово-экономический механизм; X и Y-экономики.

В. В. КИРІЙ, Д. О. ЧЕЧЕНЕЦЬ

## ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СУБ'ЄКТАМИ ГОСПОДАРЮВАННЯ ЗА УМОВ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ ЗБАЛАНСОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ

**Предметом** дослідження даної роботи є процеси функціонування підприємств – природних монополій України, а саме газотранспортних підприємств, з урахуванням особливостей їхньої діяльності. Актуальність дослідження обумовлена соціальною значимістю таких підприємств з одного боку, а з другого – обмеженням з боку державних інституцій, які накладаються на окремі економічні процеси та спричиняють необхідність розробляти нові підходи до управлінської діяльності. **Метою** роботи є формування комплексної системи показників управління підприємством, яка націлена на вирішення конкретних нагальних проблем діяльності та має достатній рівень гнучкості для подальшого функціонування та постійного удосконалення. **Завданням** роботи є визначення переліку показників роботи підприємства, що ґрунтуються на експертних оцінках вищого менеджменту підприємства з одного боку, а з другого – визначають основні стратегічні напрями діяльності підприємства, перелік яких обґрунтовано структурою збалансованої системи показників. Під час проведення дослідження в роботі використані **методи** та основні положення стратегічного менеджменту та побудови збалансованої системи показників роботи, методи обробки експертних оцінок та суджень вищого менеджменту газотранспортних підприємств. **Результати**: в роботі розглянуто та проаналізовано основні проблеми діяльності газотранспортних підприємств України, які в більшості стосуються збутової діяльності підприємства. Запропоновано застосовувати збалансовану систему показників для удосконалення збутових процесів діяльності підприємства, що будується на основі її класичної моделі (фінансовий, споживчий напрямки, напрямки внутрішніх процесів та навчання і зростання) та з урахуванням умови значного державного регулювання таких підприємств. **Висновки**: побудована збалансована система показників для конкретного підприємства має сприяти досягненню певних фінансових показників, але таким чином, що шляхи їх досягнення логічно випливають із наявних проблем конкретного підприємства та пов'язаних між собою єдиним баченням досягнення мети.

**Ключові слова**: збалансована система показників; газотранспортні компанії; стратегічне управління.

### Вступ

Підприємства – природні монополії у сучасній економіці України мають досить високе стратегічне та соціальне значення, що значним чином визначає їх функціонування, міру та напрям впливу державного регулювання. Для таких підприємств виникає два основних напрямки економічного регулювання: по-перше, забезпечення економічної беззбиткової діяльності природних монополій та, по-друге, підтримання цінової доступності та споживчої якості послуг, які вони надають, на певному рівні. У сучасній економічній ситуації витримати баланс між двома цими напрямками досить важко, оскільки вони найчастіше носять протилежний характер. За таких умов підприємства із державним регулюванням мають удосконалювати управління процесами, проводячи як реорганізацію так і розробку стратегічних напрямів удосконалення основних виробничо-збутових процесів, внутрішніх процесів, визначати показники ефективності таких процесів та суворо їх контролювати, оскільки мають досить жорсткі обмеження щодо регулювання відносин із зовнішнім середовищем, зокрема у ціновій політиці.

### Аналіз проблеми та існуючих методів

Дослідження проблем сталого розвитку промисловості та управління ним стали предметом наукових пошуків таких вчених, як О. Амоші, В. Гейця, О. Расвеневої, Ю. Погорелова, Н. Цопи, З. Коробкової, Є. Іоніна, Н. Мамонтової, А. Васіної, Л. Гринів, І. Мойсеєнко, Ж. Поплавської та інших.

Особливу увагу багато науковців приділяють особливостям розвитку газотранспортних підприємств, більшість з яких є природними монополістами на регіональних ринках [1–4, 12]. Найбільш відомими є школа економіки під керівництвом Є.В. Крикавського з НТУ "Лівівська політехніка" та провідні науковці Івано-Франківського університету нафти і газу. Серед сучасних праць щодо оцінки ефективності функціонування газорозподільчих підприємств слід виділити роботу С.В. Груб'як, проте в ній розглядається тільки витратний підхід до ефективності діяльності процесів [5].

Серед зарубіжних авторів, які зробили значний вклад у вирішенні прикладних питань стратегічного планування у тому числі й розробки принципу збалансованої системи показників можна виділити: Аллена Р. Коена, Р. Каплана, Д. Нортон, М.Х. Мескона, Р. Пола Нивена, Олів'є Нильс-Горана, Саймона Хайкіна, Роберта Рэнделла, А. Прайснера та інших].

Наразі розроблено багато методів управління підприємством з метою вирішення окремих проблем, однак більшість з цих методів або розглядають процес вирішення питань окремо від інших процесів, або несуть у більшості своїй рекомендаційний характер, без прив'язки до конкретних економічних проблем певного суб'єкта господарювання. Особливістю діяльності підприємств газотранспортного комплексу є постійна дебіторська заборгованість, що супроводжує операційну діяльність, а отже додаткова ризикованість фінансового стану підприємства [13–14]. Управління дебіторською заборгованістю є

однією з перочергових задач вищого керівництва газотранспортних підприємств [15].

У даній роботі буде розглянуто формування системи показників управління підприємством ПАТ "Харківгаз" з метою подолання основних проблем, які, з точки зору керівництва, несуть найбільшу загрозу фінансовій стабільності. Складність даного завдання зумовлена тим, що дане підприємство є монополістом на ринку послуг, транспортування та реалізації газу, що є його операційною діяльністю, та функціонує в умовах жорсткого державного регулювання діяльності, яке значно обмежує можливості менеджменту підприємства.

**Метою** статті є формування комплексної системи показників управління газотранспортного підприємства, яка націлена на вирішення конкретних нагальних проблем діяльності та має достатній рівень гнучкості для подальшої перебудови.

**Матеріали та методи:** для проведеного дослідження в роботі використані основні положення щодо стратегічного менеджменту та побудови збалансованої системи показників роботи, методи обробки експертних оцінок та суджень вищого менеджменту газотранспортних підприємств.

### **Виклад основних результатів**

На даний момент політика лібералізації ринків природних монополій в Україні призвела до того, що компанії-монополісти, які отримують певний регулюючий вплив з боку держави, все ж отримали певні важелі впливу на зовнішнє середовище. Це проявляється, наприклад, у можливості стягнення штрафних санкцій з боржника, накладання додаткових платежів за порушення умов договорів. Однак такі інструменти мають досить суперечливий характер, так виписування штрафу хронічному боржнику навряд чи прискорить погашення боргу. З іншого боку наявність даного інструментарію більш корисна ніж його відсутність.

У будь-якому випадку дана ситуація вимагає створення нових механізмів у сфері менеджменту, які максимізуватимуть вигоди та збільшуватимуть оперативність діяльності. Досить широко відома та досить добре себе зарекомендувала у такій ситуації, як інструмент менеджменту, збалансована система показників ефективності діяльності.

Збалансована система показників (ЗСП) надає менеджеру інструмент для отримання бажаних результатів у складних умовах жорсткої конкуренції – умовах, в яких сьогодні працюють всі компанії. Зазвичай стратегічне планування діяльності підприємств зводилося до формування певних фінансових показників, які відображалися у фінансовій звітності. Такий підхід був досить прийнятний в індустріальну епоху, коли планування на 3–5 років було достатнім. Однак у сучасну інформаційну епоху це є досить неповоротким механізмом управління. ЗСП є системою, яка дозволяє пов'язати між собою досягнення фінансових показників, як стратегічної складової, з поточними

задачами впливу на них за допомогою чітких причинно-наслідкових зв'язків. Таким чином забезпечується наступний зворотній зв'язок: стратегія вказує, які показники слід використовувати, а показники пояснюють яким чином повинна досягатися стратегія.

Основний пріоритет у збалансованій системі показників робиться на оцінку досягнення фінансових результатів, яка доповнюється фінансовими показниками діяльності безпосередніх виконавців. ЗСП оцінює роботу компанії на основі чотирьох збалансованих параметрів:

- фінанси;
- взаємини з клієнтами;
- внутрішні бізнес-процеси;
- навчання і підвищення кваліфікації персоналу.

З її допомогою можна аналізувати не лише фінансові результати, але одночасно брати участь у створенні нових можливостей і регулювати придбання активів для подальшого зростання.

Збалансована система показників на даний момент є досить розповсюдженою методикою менеджменту серед вітчизняних та закордонних компаній. Суть цієї системи коротко формулюється за допомогою двох основних положень:

- лише фінансових показників недостатньо для того, щоб повністю та всебічно (збалансовано) описати стан підприємства, їх необхідно доповнити іншими показниками;

- дана система показників може бути використана не просто як комплексний індикатор стану підприємства, а як система управління, яка забезпечує зв'язок між стратегічними починаннями власників або топ-менеджерів та операційною діяльністю менеджменту підприємства.

Неможливо управляти тим, що не можна виміряти. Це основний принцип будь-якої системи оціночних критеріїв, яка надає сильний вплив на поведінку людей як в самій організації, так і за її межами. Якщо компанія хоче не тільки вижити, але і процвітати в інформаційну епоху, то її системи оцінки і управління повинні будуватися виходячи зі стратегічних завдань та можливостей. На жаль, при створенні стратегії багато компаній, орієнтуючись на взаємини з клієнтами, ключові конкурентні напрями та власні ресурси, мотивують співробітників і оцінюють результати тільки за фінансовими показниками. Зберігаючи фінансову складову в якості основного параметру управлінського та бізнес-процесу, ЗСП одночасно надає велике значення узагальненого інтегрованого комплексу критеріїв, що зв'язують довгостроковий фінансовий успіх з такими показниками, як клієнтська база, внутрішні процеси, персонал і систематична робота компанії в цілому [15]. У даній роботі буде продемонстровано побудову ЗСП на прикладі газотранспортного підприємства ПАТ "Харківгаз" з метою визначити стратегічні цілі розвитку даної компанії та на основі цього будувати стратегію майбутнього розвитку.

Збалансована система показників базується на визначенні цілей підприємства, доцільно буде

визначитися зі слабкими сторонами та недоліками підприємства для того щоб обрати доцільну стратегію їх подолання. З цією метою було проведене опитування декількох представників топ-менеджменту ПАТ "Харківгаз" за системою, розробленою фірмою "Делойт-Туз-Томацу". У результаті опитування були визначені наступні найбільш гострі проблеми, що найбільше непокоять керівництво:

1) продаж продукції клієнтам, не здатним її оплатити – слабка або відсутня кредитна політика (у відношенні продажів);

2) нечітко визначений загальний процес погашення дебіторської заборгованості; слабка або відсутня політика стягнення боргу споживача, у тому числі у судовому порядку (після продажу);

3) незадіяність на повну потужність окремих виробництв або допоміжного виробничого обладнання;

4) неналежний стан деяких видів обладнання, що породжує проблеми як у процесі експлуатації, так і з якістю продукції;

5) високий сумарний об'єм боргу перед постачальниками у порівнянні з вартістю компанії;

6) нереалістичне або надмірно оптимістичне планування збуту (істотне відхилення від плану);

7) скорочення продажів;

8) сезонні труднощі: компанія не має можливості вирівнювати сезонні коливання прибутку та грошового потоку;

9) висока залежність від обмеженої кількості клієнтів;

10) об'єм валових продажів нижче рівня беззбитковості по значному переліку продукції;

11) високий рівень постійних витрат;

12) надмірна залежність від обмеженої кількості постачальників;

13) надмірні витрати на придбання ресурсів;

14) зниження грошового потоку від операційної діяльності;

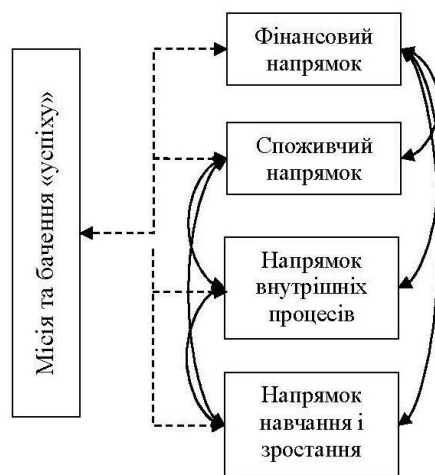
15) відсутність нових споживачів та нових ринків збуту;

16) відсутність у відділу продажів основної продукції ані довгострокових, ані тактичних планів щодо зміни політики продажів;

17) брак сучасних підходів до управління бізнесом; відсутність комп'ютеризації підтримки управлінських рішень;

18) не визначені та не використовуються вирішальні фактори успіху компанії.

Зрозуміло, що одних лише фінансових показників не достатньо, щоб врахувати усі ці фактори та збільшити вартість газотранспортного підприємства. Основна структурна ідея збалансованої системи показників полягає в тому, щоб збалансувати систему показників у вигляді чотирьох груп. Логіка взаємодії цих груп показана на рис. 1.



Які фінансові цілі у відношенні досягнення результату?

У яких показниках роботи з клієнтами слід досягти успіху, щоб досягти фінансових результатів?

У яких внутрішніх процесах слід досягти успіху, щоб задовольнити клієнтів і досягти фінансових результатів?

Що слід зробити для внутрішніх ресурсів, щоб досягти успіху у внутрішніх процесах, задовольнити клієнтів і досягти фінансових результатів?

Рис. 1. Структура збалансованої системи показників (на основі [3])

Деякі із вищеназваних проблем неможливо у сьогоденних умовах діяльності повністю нейтралізувати, однак негативний вплив більшості з них можливо скоригувати. На рівні гіпотези можливо визначити показники фінансового напрямку, які слід прагнути поліпшити:

- збільшити грошовий потік від наявної клієнтської бази;

- зменшити видатки від поточної діяльності.

Такі заходи повинні поліпшити фінансовий стан підприємства за рахунок збільшення валового прибутку, що напряду впливатиме на п'яту, десяту, одинадцяту та чотирнадцяту проблеми за переліком.

З огляду на те, що газотранспортне підприємство ПАТ "Харківгаз" не має можливості регулювати цінову політику та інші різноманітні зовнішні фактори, логічним буде формування внутрішньої політики регулювання роботи з клієнтами. Формування гнучкої системи заходів та уникання проблемних клієнтів призведе до безпосереднього поліпшення наступних проблемних областей за номерами один, два, шість, сім, вісім, п'ятнадцять.

Для виконання вищезазначених завдань необхідне введення інновацій безпосередньо на рівні виконавчого персоналу. Зокрема вироблення нової політики збору, обробки та інтерпретації наявної

інформації та створення на її основі довгострокових планів та поточного менеджменту діяльності. Це дозволить вплинути на такі проблеми, як перша, друга, шоста, сьома, дев'ята, десята, дванадцята, шістнадцята, сімнадцята, вісімнадцята.

Також слід зазначити, що такі нововведення призведуть до необхідності навчання і підвищення кваліфікації персоналу, а також впровадження нових інформаційних технологій, реорганізації бізнес-процесів, що може призвести до певних додаткових витрат на початковій стадії. Наприклад створення спеціалізованих відділів, або закупівля нового програмного та апаратного забезпечення, проте можливо просто розширити межі компетенції вже наявного виробничого персоналу та застосовувати вже наявне програмне забезпечення, уникнувши зайвих витрат.

Сучасна економічна обстановка характеризується загальною фінансовою нестабільністю, інфляцією, циклічно чергуються фази спаду, депресії, незначним зростанням обсягів виробництва. У цих умовах результати діяльності будь-якого підприємства схильні до істотних коливань. Сьогодні реального накопичення фінансових ресурсів підприємств, по суті, не відбувається. Однією з головних причин є високий рівень інфляції, який зумовив знецінення амортизаційних фондів і оборотних коштів підприємств. У багатьох підприємств не вистачає фінансових ресурсів навіть на підтримку обсягів виробництва, а тим більше на технічне переозброєння або збільшення випуску продукції. У свою чергу, падіння виробництва призводить до зменшення прибутку, необхідного для накопичення фінансових ресурсів.

Враховуючи вищевикладене, запропоновані кроки вирішення існуючих проблем можна охарактеризувати, як завдання "протриматися на плаву", що забезпечує відносно стабільний розвиток до кращих часів, реалізація політики фінансового оздоровлення. Таким чином потрібно постійно проводити моніторинг тих заходів, які використовуються з метою визначення найбільш дієвих для вирішення потрібних завдань.

Одним з основних методів реалізації політики фінансового оздоровлення ПАТ "Харківгаз" має стати реструктуризація заборгованості. В роботі реструктуризація заборгованості розглядається, як процес, спрямований на максимізацію вартості власного капіталу підприємства за допомогою вдосконалення системи управління структурою заборгованості (дебіторської) підприємства.

До найбільш поширених варіантів реструктуризації заборгованості підприємств в рамках забезпечення їх фінансової стійкості відносяться зміна умов погашення зобов'язань і зміна форми зобов'язань (конверсія в інший вид зобов'язань):

- зміна умов повернення боргу (термінів, нарахованої пені та інших штрафних санкцій);
- конверсія в принципово інший вид заборгованостей, наприклад, звернення боргу на

майно боржника (отримало широке поширення при вирішенні проблеми недоїмки бюджету), переведення боргу в цінні папери, обмін дебіторської заборгованості на акції або частки участі у статутному капіталі підприємства-боржника.

З урахуванням змісту і принципів політики фінансового оздоровлення підприємства визначаються цілі і завдання реструктуризації його заборгованості. У свою чергу, серед цілей даного процесу доцільно розрізняти стратегічну і тактичну. Стратегічною метою реструктуризації заборгованості є зростання вартості бізнесу або внаслідок збільшення обсягів продажів (що буде відбуватися під час лібералізації кредитної політики підприємства), або за рахунок прискорення оборотності дебіторської заборгованості (чому сприяє жорсткість кредитної політики), тактичною метою – забезпечення достатнім обсягом фінансових ресурсів поточної діяльності підприємства.

Основними завданнями управління заборгованістю підприємства є наступні:

- аналіз дебіторської заборгованості по кожному контрагенту, показників ефективності управління заборгованістю підприємства, що дозволить виявити його тенденції виникнення і погашення заборгованості;
- розробка та обґрунтування заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання заборгованості підприємства на всіх стадіях фінансового циклу підприємства;
- зниження рівня сукупних витрат підприємства, які витрачаються на стягнення та супроводження боргу дебіторів.

Узагальнюючи всі описані проблеми і методи їх вирішення можна остаточно визначити майбутню стратегію розвитку ПАТ "Харківгаз" у межах структури ЗСП наступним чином (рис. 2).

## Висновки

Одні лише фінансові показники не можуть служити критерієм успішності діяльності підприємства, оскільки успішність може оцінюватися також і не фінансовими показниками, як наприклад клієнтська база або конкурентоспроможність, рівень сервісу. Якщо знехтувати такими показниками, тоді можна отримати фінансові вигоди, однак вони будуть скоріш за все короткостроковими. У той же час зовсім уникати фінансових показників не слід, оскільки вони служать універсальною мовою між керівництвом підприємства та його власниками (інвесторами, акціонерами).

Отже побудова збалансованої системи показників для конкретного підприємства має стати напрямом для досягнення певних фінансових показників, але таким чином, що шляхи їх досягнення логічно впливають із наявних проблем конкретного підприємства та пов'язаних між собою єдиним баченням досягнення мети. Дане бачення повинно бути сформоване на рівні топ менеджменту та інтерпретоване таким чином, щоб кожен рівень

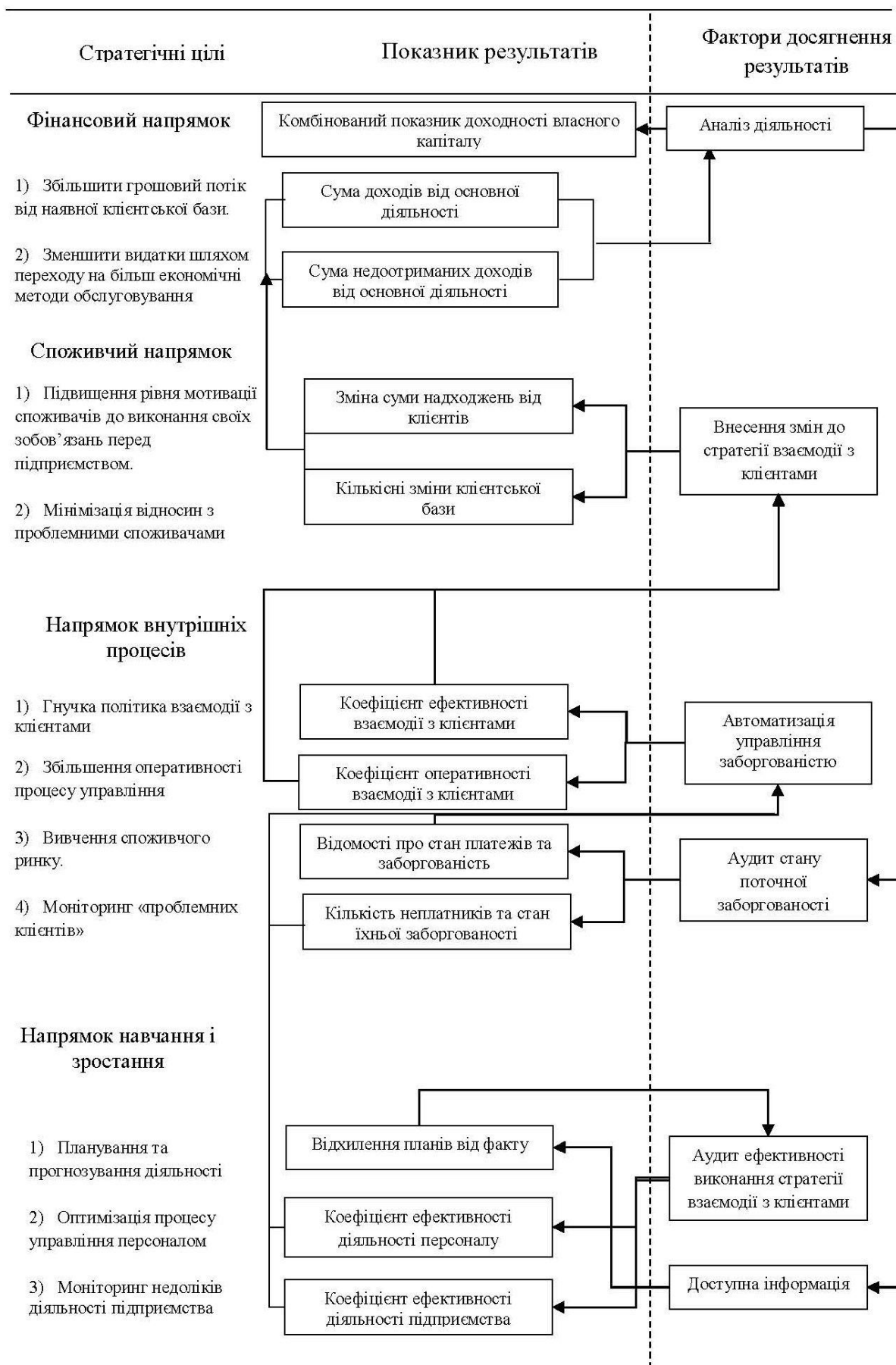


Рис. 2. Збалансована система показників у збутових процесах газотранспортного підприємства

збалансованої системи показників відповідав саме тим завданням, які малися на увазі. Також важливим моментом застосування цієї системи є постійний моніторинг впливу обраних показників та факторів їх досягнення на остаточну мету діяльності. Таким чином формується зворотній зв'язок між стратегічними та тактичними задачами, а також можлива еволюція даних напрямків, шляхом визначення найбільш впливових факторів на ті чи інші показники.

Серед переваг запропонованого методу підвищення фінансової стабільності на основі управління дебіторською заборгованістю можна

визначити більшу оперативність відгуку на вплив зовнішніх факторів та орієнтованість на сучасні методи обробки інформації. Вся необхідна для аналізу інформація повинна накопичуватися автоматично у ході поточної операційної діяльності підприємства та може коригуватися кожного місяця за необхідності. Серед недоліків такої системи можна зазначити високий ступінь невизначеності характеру взаємозв'язку між показниками, визначеними як інформативні, та запропонованими методами їх поліпшення. Ступінь цієї невизначеності можна в подальшому зменшити однак позбавитися неможливо.

### Список літератури

1. Погорелов Ю. С. Оцінювання та моделювання розвитку підприємства : монографія. Луганськ : Глобус, 2010. 512 с.
2. Ушаповський К. В., Костін Ю. Д. Енергетика – стратегія підприємства : монографія. Харків : Компанія СМІТ, 2015. 364 с.
3. Мамонтова Н. А. Управління вартістю компаній нафтогазового комплексу в умовах інноваційного розвитку : монографія. Львів : ПАІС, 2011. 484 с.
4. Орлов П. Економічні аспекти впровадження системи менеджменту якості на промислових підприємствах. *Економіка України*. 2008. № 2. С. 17–26.
5. Груб'як С. В. Методичні підходи до аналізу і оцінки ефективності функціонування газорозподільних підприємств. *Інноваційна економіка*. 2013. № 8. С. 307–313.
6. Kaplan, R. S., Norton, D. P. (1996), *The Balanced Scorecard : Translating Strategy into Action*, Massachusetts : Havard Business School.
7. Каплан Р., Нортон Д. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей. М. : Олимп-бизнес, 2003.
8. Niven, P. R. (2008), *Balanced Scorecard Step-by-Step for Government and Nonprofit Agencies*, Hoboken NJ : John Wiley & Sons Inc.
9. Norreklit, H., Norreklit, L., Mitchell, F., & Bjomenak, T. (2012), "The rise of the Balanced Scorecard! Relevance gained?", *Journal of Accounting & Organizational Change*, No. 8 (4), P. 490–510.
10. Hristov, I. and Chirico, A. (2016), "The Limits of the Balanced Scorecard", *Open Journal of Social Sciences*, No. 4, P. 53–58.
11. Barnabe, F. and Busco, C. (2012), "The Causal Relationships between Performance Drivers and Outcomes : Reinforcing Balanced Scorecards' Implementation through System Dynamics Models", *Journal of Accounting & Organizational Change*, No. 8, P. 528–538.
12. Кузнецова І. О. Фомалізація технології управління як складової ключової здібності підприємства. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2017. № 2. С. 116–123. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.116>.
13. Савчук В. П. Финансовый менеджмент. К. : Издательский дом "Максимум", 2001.
14. Гринюк І. М. Особливості формування дебіторської заборгованості на підприємствах нафтогазового комплексу. X Międzynarodowa Naukowo-praktyczna Konferencja "EUROPEJSKA NAUKA XXI POWIEKA-2014". At : Przemysł, Vol. 6. P. 23–26.
15. Соколова Л. В., Кирій В. В., Чеченець Д. О. Науково-методичне забезпечення управління дебіторською заборгованістю підприємств газопостачання. *Науковий вісник Ужгородського національного університету : Серія "Міжнародні економічні відносини та світове господарство"*. Ужгород, 2016. Вип. 6. Част 3. С. 54–59.
16. Zizlavsky, O. (2014), "The Balanced Scorecard : Innovative Performance Measurement and Management Control System", *Journal of Technology Management & Innovation*, Universidad Alberto Hurtado, Facultad de Economía y Negocios, Vol. 9, Issue 3.
17. Запухляк І. Б. Інституційні передумови забезпечення розвитку вітчизняних газотранспортних підприємств в умовах нестабільності. *Теоретичні та прикладні питання економіки. Збірник наукових праць / за заг. ред. проф. Ю. І. Сханурова, Г. М. Филюк*. К. : ТОВ "ЦП "КОМПРИНТ", 2016. Вип. 1 (32). 233 с.

### References

1. Pogorelov, Yu. S. (2010), *Assessment and modeling of enterprise development* : monograph, Lugansk : Globus, 512 p.
2. Ushapovs`kyj, K. V., Kostin, Yu. D. (2015), *Power engineering - the strategy of the enterprise*: monograph, Kharkiv : SMIT Company, 364 p.
3. Mamontova, N. A. (2011), *Management of the cost of oil and gas companies in terms of innovation development* : monograph, Lviv : PAIS, 484 p.
4. Orlov, P. (2008), "Economic aspects of implementation of the quality management system at industrial enterprises", *Ukraine Economy*, No. 2, P. 17–26.
5. Grubiak, S. V. (2013), "Methodical approaches to the analysis and evaluation of the efficiency of the operation of gas distribution enterprises", *Innovation Economy*, No. 8, P. 307–313.
6. Kaplan, R. S., Norton, D. P. (1996), *The Balanced Scorecard : Translating Strategy into Action*, Massachusetts : Havard Business School.
7. Kaplan R., Norton D. (2003), *A strategy-oriented organization. As in the new business environment, organizations that use the balanced system of indicators*, Moscow : Olimp-business.

8. Niven, P. R. (2008), *Balanced Scorecard Step-by-Step for Government and Nonprofit Agencies*, Hoboken NJ : John Wiley & Sons Inc.
9. Norreklit, H., Norreklit, L., Mitchell, F., & Bjomenak, T. (2012), "The rise of the Balanced Scorecard! Relevance gained?", *Journal of Accounting & Organizational Change*, No. 8 (4), P. 490–510.
10. Hristov, I. and Chirico, A. (2016), "The Limits of the Balanced Scorecard", *Open Journal of Socia Sciences*, No. 4, P. 53–58.
11. Barnabe, F. and Busco, C. (2012), "The Causal Relationships between Performance Drivers and Outcomes : Reinforcing Balanced Scorecards' Implementation through System Dynamics Models", *Journal of Accounting & Organizational Change*, No. 8, P. 528–538.
12. Kuznetsova I. O. (2017), "Formalizing the technology of management as a constituent of the organization core capabilities", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 2 (2), P. 116–123. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.2.116>.
13. Savchuk, V. P. (2001), *Financial management*, Kyiv : Publishing House "Maximum".
14. Grinyuk, I. M. (2014), "Features of the formation of accounts receivable at enterprises of the oil and gas complex", *X Międzynarodowa Naukowo-praktyczna Konferencja "EUROPEJSKA NAUKA XXI POWIEKA-2014"*, At : Przemysł, Vol. 6. P. 23–26.
15. Sokolova, L. V., Kyriy, V. V., Chechenets, D. O. (2016), "Scientific and methodical support of the management of gas enterprises' accounts receivables", *Scientific herald of Uzhgorod National University : Series "International economic relations and world economy"*, Uzhgorod, Vol. 6, Part 3, P. 54–59.
16. Zizlavsky, O. (2014), "The Balanced Scorecard : Innovative Performance Measurement and Management Control System", *Journal of Technology Management & Innovation*, Universidad Alberto Hurtado, Facultad de Economía y Negocios, Vol. 9, Issue 3.
17. Zapukhlyak, I. B. (2016), "Institutional prerequisites for the development of domestic gas transport enterprises in conditions of instability", *Theoretical and applied issues of economics. Collection of scientific works / edited by Prof. Yu. I. Yekhanurov, G. M. Filuk, Kyiv : LLC "CP" KOMPRINT", Issue 1 (32), 233 p.*

*Надійшла (Received) 19.08.2018*

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Кири́й Валенти́на Васи́лівна** – кандидат економічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри економічної кібернетики та управління економічною безпекою, Харків, Україна; e-mail: [valentyna.kyriy@nure.ua](mailto:valentyna.kyriy@nure.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2537-264X>.

**Кири́й Валенти́на Васи́льевна** – кандидат экономических наук, доцент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент кафедры экономической кибернетики и управления экономической безопасностью, Харьков, Украина.

**Kyriy Valentyna** – PhD (Economics Sciences), Associate Professor, Kharkiv National University of Radioelectronics, Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics and Management of Economic Security, Kharkiv, Ukraine.

**Чеченець Дмитро Олександрович** – Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірант кафедри економічної кібернетики та управління економічною безпекою, Харків, Україна; e-mail: [dmytro.chechenets@nure.ua](mailto:dmytro.chechenets@nure.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0998-7265>.

**Чеченец Дмитрий Александрович** – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант кафедры экономической кибернетики и управления экономической безопасностью, Харьков, Украина.

**Chechenets Dmytro** – Kharkiv National University of Radioelectronics, Postgraduate at the Department of Economic Cybernetics and Management of Economic Security, Kharkiv, Ukraine.

## ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СУБЪЕКТАМИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**Предметом** исследования данной работы являются процессы функционирования предприятий – естественных монополий Украины, а именно газотранспортных предприятий с учетом особенностей их деятельности. Актуальность исследования обусловлена социальной значимостью таких предприятий с одной стороны, а с другой – ограничение со стороны государственных институтов, которые накладываются на отдельные экономические процессы, вызывают необходимость разрабатывать новые подходы к управленческой деятельности. **Целью** работы является формирование комплексной системы показателей управления предприятием, которая нацелена на решение конкретных насущных проблем деятельности и имеет достаточный уровень гибкости для дальнейшего функционирования и постоянного совершенствования. **Задачей** работы является определение перечня показателей работы предприятия, основанные на экспертных оценках высшего менеджмента предприятия с одной стороны, а с другой – определяют основные стратегические направления деятельности предприятия, перечень которых обоснованно структурой сбалансированной системы показателей. При проведении исследования в работе использованы **методы** и основные положения стратегического менеджмента и построения сбалансированной системы показателей работы, обработки экспертных оценок и суждений высшего менеджмента газотранспортных предприятий. **Результаты** в работе рассмотрены и проанализированы основные проблемы деятельности газотранспортных предприятий Украины, которые в большинстве касаются сбытовой деятельности предприятия. Предложено применять сбалансированную систему показателей для совершенствования сбытовых процессов деятельности предприятия, строящегося на основе ее классической модели (финансовый, потребительский направления, направления внутренних процессов и обучения и роста) и

с учетом условия значительного государственного регулирования таких предприятий. **Выводы:** построена сбалансированная система показателей для конкретного предприятия должно способствовать достижению определенных финансовых показателей, но таким образом, что пути их достижения логично вытекают из имеющихся у конкретного предприятия и связанных между собой единым видением достижения цели.

**Ключевые слова:** сбалансированная система показателей; газотранспортные компании; стратегическое управление.

## FORMATION OF BUSINESS ENTITY EFFECTIVE MANAGEMENT SYSTEM IN CONDITIONS OF GOVERNMENT MODERATION OF ITS ACTIVITY BASED ON THE BALANCED SYSTEM OF INDEXES

The **subject** of the given work are the processes of enterprises, that are the natural monopolies, specifically the gas transportation enterprises, taking into account the specificity of the activity. The relevance of the study is determined, on one hand, by the social importance of such enterprises, and by the restrictions from the government institutions for some economic processes, which cause the necessity to develop new approaches to the management, on the other hand. The **purpose** of the work is to form a complex system of enterprise management indexes, which is aimed at the solving of specific vital problems of functioning and has the adequate level of flexibility for the further functioning and constant improvement. The main **task** of the work is to determine the list of enterprise activity indexes, which are based on the expert assessment of the top management of the enterprise on one hand, and which determine the main strategic vectors of the enterprise activities that are based on the balanced structure of indexes system, on the other hand. For the conducting of the research were used the **methods** and main statements of strategic management and formation of the balanced structure of indexes system, the method of expert assessment processing and estimation of gas transportation enterprises top management. The **outcomes:** in the work are considered and analyzed the main problems of gas transportation enterprises activities in Ukraine, which mostly concern the distribution activities of the enterprise. It is proposed to use the balanced structure of indexes system to improve the distribution activities of the enterprise, which is based on its classical model (financial, consumptive, inner processes, growth directions) and considering the conditions of significant governmental regulation of such enterprises. The **conclusion:** a balanced structure of indexes system for a particular enterprise has been constructed with the help of certain financial indexes, so the ways to achieve them are consequent from the existing problems of a particular enterprise and are connected with each other by a common vision of achieving the goal.

**Keywords:** balanced structure of indexes system; gas transportation enterprises; strategic management.

---

D. KOBYZSKYI

## ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC POTENTIAL OF RE-ENGINEERING BUSINESS PROCESSES IN THE CONTEXT OF MARKETING ACTIVITY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE TO ENSURE ITS EFFICIENT INNOVATIVE ACTIVITY

The **subject** matter of the study is the principle of organization of innovative activity of domestic industrial enterprises and functional links between marketing and innovation activities in the process of re-engineering business processes. The **goal** of the article is to reveal the organizational and economic potential for attracting business process re-engineering in the marketing activities of industrial enterprises to ensure efficient innovative marketing in particular and effective innovative activity in general. The following **tasks** were solved in the article: statistical indicators of innovative activity of domestic industrial enterprises and corresponding sources of financing were investigated; scientific works on the topic of innovative marketing, innovation marketing, the innovative component of re-engineering and re-engineering of business processes in marketing activities were studied and analyzed. The following **methods** were used: the comparative analysis, system approach, statistical analysis. The following **results** were obtained. Ukrainian industrial enterprises lack innovations. Enterprises should independently find out how to ensure efficient innovations using the available resource potential. Innovations is a clearly defined benchmark for the industry and moreover, innovations should take place not only in technologies and the final product but also in management. All these factors require involving radical innovations which include the re-engineering of business processes. In the period of crucial changes in both internal and external business environment, marketing should become responsible for adapting the enterprise to new principles of operation. Thus, a number of activities in the area of marketing and innovation were listed, the innovative function of marketing of industrial enterprises was specified and the theoretical and methodical approach to the innovative marketing of industrial enterprises in the process of re-engineering business processes was upgraded. **Conclusions.** Re-engineering business processes in the context of industrial enterprise marketing include a significant organizational and economic potential that can be used to ensure the efficient innovative marketing in particular and the efficient innovative activity in general.

**Keywords:** re-engineering of business processes; marketing, innovative marketing; the organization of business processes; industrial enterprises.

### Problem statement

The slowdown in the rates of economic growth in 2014–2015 significantly deepened the shortage of new technologies in the Ukrainian industry as a whole, and in particular in the machine-building industry. Therefore, under the lack of real state support and in the conditions

when the flow of funds from existing customers was blocked because of their leaving the area of activity, manufacturing enterprises faced severe challenges at the time of a sharp shortage of funds. Thus, instead of a powerful innovative development, industrial enterprises significantly reduced their spending on new technologies (table 1).

**Table 1.** Indicators of innovative activity of industrial enterprises in 2007-2016 (compiled basing on [1])

Years	Share of enterprises engaged in innovations, %	Total cost, mln.hrv.	Directions, mln.hrv.				
			Research and developments (R&D)	Including		Acquiring other external knowledge	Purchase of equipment and software
				internal R&D	external R&D		
2007	14,2	10821,0	986,4	793,5	192,9	328,4	7441,3
2008	13,0	11994,2	1243,6	958,8	284,8	421,8	7664,8
2009	12,8	7949,9	846,7	633,3	213,4	115,9	4974,7
2010	13,8	8045,5	996,4	818,5	177,9	141,6	5051,7
2011	16,2	14333,9	1079,9	833,3	246,6	324,7	10489,1
2012	17,4	11480,6	1196,3	965,2	231,1	47,0	8051,8
2013	16,8	9562,6	1638,5	1312,1	326,4	87,0	5546,3
2014	16,1	7695,9	1754,6	1221,5	533,1	47,2	5115,3
2015	17,3	13813,7	2039,5	1834,1	205,4	84,9	11141,3
2016	18,9	23229,5	2457,8	2063,8	394,0	64,2	19829,0

The analysis of above data shows that when the value of the national currency fell by about 60% in 2014 [2], the total amount of expenses on innovative activities of industrial enterprises was only 53% of the same indicator in 2011, respectively the expenses on acquiring new technologies were 14.5%, on purchasing equipment and software – 48.8% in hryvnias. The dramatic decline in

the expenses for acquiring external knowledge, machines and related software vividly illustrates why such necessary and expected new sales markets were not developed. Nowadays, Ukrainian machine-building does not have finished products to enter the EU-type sales markets. First of all, the regulatory framework and technological capabilities need to be updated. A new product cannot be

developed and implemented without creating a new process that comes along with the creation of a product. New product requires new rules that would cover all areas of the enterprise. At the same time, the expenses for acquiring new knowledge, which also includes managerial innovations, were more than 5 times less in 2016 than in 2011. It is worth noting that Ukrainian manufacturers are aware of the acute need for intensive innovation. So in 2016, the relative number of domestic enterprises which

introduced innovations, including new technological processes and new innovative types of products, reach the maximum level over recent ten years (table 2). At the same time, it is important to draw attention to the very negative trends in the implementation of innovative products, which should have formed the basis of the economic development of enterprises, so in 2015 the share of innovative products implemented in the industry was 4.8 times less than in 2008.

**Table 2.** Implementing innovations in manufacturing enterprises in 2007-2016 (compiled basing on [1])

Years	Share of enterprises implemented innovation, %	New technological processes introduced, pcs.	Innovative types of products manufactured, pcs.	Share of innovative products sold in industry, %
2007	11,5	1419	2526	6,7
2008	10,8	1647	2446	5,9
2009	10,7	1893	2685	4,8
2010	11,5	2043	2408	3,8
2011	12,8	2510	3238	3,8
2012	13,6	2188	3403	3,3
2013	13,6	1576	3138	3,3
2014	12,1	1743	3661	2,5
2015	15,2	1217	3136	1,4
2016	16,6	3489	4139	—*

\* - no official statistics is available.

Saving the number of enterprises trying to innovate in a difficult economic period, even if there are a few of them, shows that Ukrainian manufactures aware the requirements of the modern business environment, while the structure of expenses for innovation activities indicates the inverse trends. When there is no external financial support but there is a lack of free own funds for acquiring external knowledge, domestic manufacturers tend to focus on research development at the expense of their own personnel potential (in 2015, the expenses for internal R&D were almost 9 times greater than the expenses for external R&D; in 2014, the expenses for acquiring other external knowledge decreased by 6.88 times compared to 2011). Statistics also prove a lack of proper external

support for the innovative activity of Ukrainian manufactures. Thus, in 2015, own expenses of enterprises for innovative activities were 34.7 times greater than the expenses from all other sources of financing [Table 3].

Domestic manufacturers have a strong potential in the form of a scientific and technical base, experience and skilled personnel but this potential should be effectively used and successfully aimed to improve the competitiveness of the industry at the international level as fast and qualitatively as possible. At the same time, workers employed in industry and in machine-building in particular, feel very low motivation because of low wages. They are little motivated not only to develop new knowledge but also to perform their official duties.

**Table 3.** Sources of financing the innovative activity of manufacturing enterprises in 2007-2016 (compiled basing on [1])

Years	Total cost	Including incoming receivables from			
		own	national budget	foreign investors	other sources
mln. hrv.					
2007	10821,0	7969,7	144,8	321,8	2384,7
2008	11994,2	7264,0	336,9	115,4	4277,9
2009	7949,9	5169,7	127,0	1512,9	1140,9
2010	8045,5	4775,2	87,0	2411,4	771,9
2011	14333,9	7585,6	149,2	56,9	6542,2
2012	11480,6	7335,9	224,3	994,8	2925,6
2013	9562,6	6973,4	24,7	1253,2	1311,3
2014	7695,9	6540,3	344,1	138,7	672,8
2015	13813,7	13427,0	55,1	58,6	273,0
2016	23229,5	22036,0	179,0	23,4	991,1

As it has already been mentioned, Ukrainian mashing-building enterprises lack innovations. Hopes for outside help in the existing realities of the economy of the

country are useless. Enterprises should independently learn how to build an effective innovation work using the existing resource potential. A clear benchmark for the

industry is innovation. Moreover, innovations are not only technologies and end products but also managerial innovations, innovations in the organization of all areas of activity – innovation of dialogue and cooperation of initial and end points of interaction, innovations in the exchange of information, innovations in the work with personnel, innovations in corporate culture and attitudes towards production commitments. Modern challenges require changing vectors of activity, require the development of new markets, the creation of new products. In order to enter the new market, Ukrainian enterprises have to get rid of the dissonance of the internal principles of the organization with the principles that are available in new markets. All this unambiguously requires involving significant innovative and transformational measures which include the re-engineering of business processes [3, 4]. In the period of transformations, according to the author, marketing should become responsible for adapting enterprises to new principles of operation [5, 6, 7]. In the conditions of the re-engineering of business processes, marketing should also change and then a new marketing should create a new enterprise.

#### **The analysis of recent studies and publications**

Apparently, Ukrainian manufacturers have heard statements about the importance of attracting innovations many times but these are just populist statements but not real advances. In this context, it is worth quoting M. Hammer and J. Champy who wrote in their book: "Innovation is rather the result of well-designed processes than the one happens on its own. The weakness of many companies is that they failed to look at their business through the prism of processes. Without this, all attempt to improve business will be reduced to meaningless work like rearranging deck chairs on the deck of Titanic which has already started to sink" [3, c.288]. Therefore, the unique value of re-engineering is to reveal the very practical aspects associated with the organizational and economic features of building an enterprise with an effective innovation policy.

The unique property of marketing and innovation cooperation lies in the fact that marketing can be both a subject and an object of innovative policy. There is even a separate direction of studies – the marketing of innovations and innovative marketing, which will be discussed in details below. Such scientists as L. Balabanova, V. Barancheev, M. Beiker, V. Bozhkova, O. Vinogradov, N. Goncharova, A. Gryniiov, Yu. Drachuk, P. Drukker., N. Illyashenko, S. Illyashenko, Yu. Karakay, V. Kardash, N. Karpenko, B. Kiwi, M. Kirnosova, F. Kotler, I. Kotliarevskaya, R. Kuper, J. Levinson, T. Maksymova, V. Morokhova, V. Nyanko, P. Pererva, T. Prymak, O. Teletov, A. Ukrainets, N. Chukhray and others contributed greatly to studying the of marketing and innovative activities. Besides, the concepts of innovative marketing and the marketing of innovations were introduced into the scientific discourse by S. Illyashenko [8].

An important task of new marketing is to ensure favourable conditions for innovative activities of an enterprise. E. Utkin calls these conditions "innovative

climate" that is referred to as properly developed conditions in which a person feels free, completely motivated, prepared for creative work [9, p. 41]. Therefore, one of the tasks of re-engineering the marketing activity of a machine-building enterprise is to provide organizational and economic changes that create an efficient innovative climate.

Among the scientists who have studied the issues of innovative marketing at Ukrainian enterprises in the most profound way, N. Illyashenko [10] should be mentioned. Her works contain valuable recommendations for the practical implementation of innovative marketing taking into consideration the available peculiarities of domestic manufacturing enterprises.

Along with the works that study innovative marketing, economic literature also contains studies that focus more on marketing innovation, that is, on such interaction between marketing and innovations where innovations are an object in relation to marketing and moreover represent themselves as a product of manufacturing. Actually, marketing prepares, promotes manufacturing and sells such kind of innovation. Thus, Yu. Drachuk considers this interaction as marketing support of innovations at manufacturing enterprises and specifies it as a component of institutional environment of a manufacturing enterprise, which is a set of tools, forms and methods of innovative marketing and information technologies to manufacture, promote and market goods that are qualitatively improved, modified or innovative [11]. To support his opinions, he suggests the concept "industry marketing system" introduced by A. Kushneruk [12]. According to this approach, the whole process of creating a product, from its design to consumption and disposal, should meet the requirements of a consumer. The range of tasks of re-engineering marketing activities is determined exactly in this way and is considered as an efficient methodological tool for implementing such important changes in the system of values of industrial enterprises. I. Vinichenko supports this idea and states that the policy of re-directing innovative activities to marketing involves increasing the role of the market when both manufacturing and trading are aimed at studying the demands of specific customers and at satisfying them to the greatest extent [13].

The feasibility of changing the marketing methods used by Ukrainian machine builders is also confirmed by other researchers who study the perspectives of the practical introduction of innovative marketing. Thus, studying possibilities of implementing the concept of innovative marketing in the machine-building enterprises of Lviv region, A. Ukrainets mentions a very important thing – under modern conditions such goals as decreasing prime cost and price of products, improving technical and economic characteristics of products or encouraging consumers to buy goods are neither sound nor and basic among the priority of development. If the level of innovative potential is rather high, achieving leadership taking into account both the needs of consumers and own needs of an enterprise should become a priority task, which is the main task of introducing the concept of innovative marketing in the enterprise [14]. In this aspect,

attention should be paid to the previously discussed issue that, well-designed, arranged and mutually agreed business processes of an enterprise are of significant value to the enterprise in the far future in contrast to goods or services, which again emphasizes the necessity of re-engineering.

Practical recommendations for innovative marketing are mostly focused on the topic of using such information technology as the Internet environment or other special software products. A modern consumer, as T. Elvin claims, wants to have an access to the necessary information at any time, from any device, at any location [15].

At the same time, for most machine-building enterprises, the Internet is primarily an information platform that contains general information about companies, their scientific and manufacturing potential, contact information, nomenclature, latest news, background information, news about current successes and innovative developments of machine-building enterprises. On the other hand, machine-building enterprises receive information on the potential demand for products using online procurement sites of individual organizations or entire countries. At the same time, the functional set of capabilities of the Internet environment for other sectors (financial, service, retail sales, various entertainment) is much wider.

Practically, all recommended measures aimed at improving the process of disseminating information are already available. Everything that differs from ideas that are the basis of re-engineering should be "rather rooted out than automated" [3]. The use of universally developed information technology implies that they are not as effective as possible in any particular industry in particular in machine building. The essence of the feasibility of attracting information technology or other modern means of technology is revealing new unique, mutually beneficial opportunities in the context of the dialogue between a consumer and a manufacturer in the machine-building sector. This approach completely matches the inductive approach that underlies re-engineering [16, p. 28]. The Russian scientist, N. Abdikeev, emphasizes it, paying attention to the statement made by M. Hammer and J. Champy concerning the necessary condition for using the capabilities of information technologies, that is the capability of company managers to think inductively but not deductively. Thus, the deductive mode of thinking that is mostly used by managers lies in the fact that they specify a task, then search and assess different ways to solve this task. However, re-engineering must use the inductive mode of thinking, that is the capability to find an efficient solution and then search problems this solution can handle [16, p. 29].

A common mistake many companies make is to study the potential of information technologies within existing processes. At the same time, it has been proved that the automation of existing activities and the simple implementation of information technology on existing processes do not lead to the real transformation or to the upgrade of business. It is important to understand that the

correct question is "What technology should be used to help us do the things we have not done earlier?"

Re-engineering business processes is the innovation that is used to solve the problem of the organization of innovative marketing activity of Ukrainian machine-building enterprises and to teach us to use the available innovative potential and information technologies, in particular.

The Ukrainian scientists K. Myronenko, who studies the potential of re-engineering business processes in the context of the implementation of ERP-systems in innovation-active enterprises, makes a similar conclusion. In her works, she considers re-engineering business processes as the basis for implementing ERP-systems in innovation-active enterprises [17].

J. Bekker makes an important note regarding the implementation of the ERP system, he states in particular, that the implementation of the ERP-system often leads to changing entire processes and to re-grouping or even cancelling separate tasks [18]. Therefore, it is quite appropriate to combine the implementation of the ERP system and the re-engineering of business processes to improve qualitatively the organization of processes and efficient resource planning. At the same time, K. Myronenko considers that the most effective is the simultaneous re-engineering of business processes and implementing the ERP-system. Moreover, she emphasizes that the use of these systems helps not only automate business processes but also prepare them for the introduction of innovations [17].

The practical potential of introducing the ERP-systems in re-engineering marketing activities was also studied in the work "ERP and the Re-engineering of Industrial Marketing Processes. A Prescriptive Overview for the New-Age Marketing Manager" written by S. C. Gardiner, J. B. Hanna, M. S. La Tour [19].

M. Attaran [20] and A. Micu [21] focused on using the capabilities of information technologies for re-engineering as a whole, and marketing activities in particular.

The author believes that ERP-systems can also be used as the administrative and resource base for implementing tasks of innovative management in the system of the enterprise business processes; these tools can encourage an enterprise to operate according to the rules and priorities of innovative marketing. Therefore, finding optimal structures for business processes, in particular, their re-engineering and the creative involvement of organizational and economic capabilities of information technology is an integral part of building an innovative marketing system for the efficient operation in the innovation market.

As numerous studies show, many scientists have identified correct and progressive benchmarks for improving marketing activities for the Ukrainian industry and machine building, in particular. The only question is how to achieve the goals. Taking into account the similar nature of the priorities, the author is deeply convinced that re-engineering should reveal and specify the practical algorithm for solving the above systemic problems of domestic engineering and its marketing activities.

Thus, the **goal** of the study is to reveal the organizational and economic potential of involving re-engineering business processes in marketing activity of manufacturing enterprises to ensure the efficient innovative marketing, in particular, and efficient innovative activity, in general.

To achieve the set goal of the study, the following **methods and materials** were used – the comparative analysis to study the organizational and economic prerequisites for re-engineering business processes of industrial enterprises; systematic approach to study the works of domestic and foreign scientists on the problems of re-engineering business processes in general, and in marketing activities in particular; statistical analysis to study the innovation activity of the industrial complex of Ukraine in 2007-2016. The methodological basis of the study is the modern concepts of managing innovation and marketing activities.

### The results of the study

To understand precisely the basics of the interaction of marketing and innovations, the following characteristic points and the definition of some studies are suggested:

- marketing of innovations: marketing should be considered as the basis of innovation activity of a manufacturing enterprise that provides the enterprise with information about the needs of consumers and ways to meet them, the state and prospects of market development, the conditions of competition (this kind of information is the basis for selecting the areas of the innovative development of industrial enterprises) and with the necessary marketing tools for the creation and commercialization of innovations (trade and price policy, distribution and promotion of innovations, tools of marketing strategy planning, organization and control);

- innovations in marketing: it is understood as the implementation of advanced marketing tools, innovative methods of marketing research and various innovations within marketing [22].

It is obvious that the interaction of marketing and innovation is a standard process which is implemented in most industrial enterprises and its specificity lies in the type of interaction. But more often manufacturers provide the interaction of marketing and innovation in such a format where marketing is only a certain element in the chain of the innovative process. "Marketing of innovation commercialization" as well as "marketing in selecting the direction of innovative product" occur in such a way in real conditions. The innovations that have had a similar one-way interaction with marketing are referred to as "the ones that are generated in the laboratory" (Developing → Manufacturing → Marketing → Consuming innovations) and "the ones that are attracted my market" (Marketing → Developing → Manufacturing → Consuming innovations) [22]. Such formats of interaction have one common drawback – this is their one-sidedness as in the context of such interaction there is a high probability that the complex of concurrent factors will remain unaccounted, which will surely affect the success of the measures at subsequent stages of the innovation implementation. That

is why special attention of Ukrainian machine-builders should be focused on the interaction between marketing and innovations in a so-called "broad sense".

It is marketing that has the most common points with innovations. Let us identify the main points that in general describe the potential for the efficient use of the symbiosis of marketing and innovations:

- determining the prerequisites for attracting innovations;
- selecting, assessing the innovation efficiency and risks;
- preparing an enterprise for innovation;
- ensuring the priority of the selected innovation in the system of values of the enterprise operational activities;
- promoting innovations;
- protecting innovations;
- implementing innovations (providing information, promoting and selling);
- utilizing innovation.

Taking into account the previously highlighted emphasis of Ukrainian machine-building enterprises on their own resource potential in the form of highly skilled personnel, one of the most important issues is to ensure the priority, encouragement and protection of innovations.

The main disadvantage of marketing work with innovations in real domestic machine-building enterprises is the weak feedback and the limited scope of interaction. Ukrainian machine-building industry needs a comprehensive interaction of marketing and innovations, which should take place in the pairs of two-way interconnections. Such scientists as V. Morokhova and L. Borzakovska describe the following pairs of interaction that are appropriate for a manufacturing enterprise:

"marketing-development" – is the coordination of the marketing department and R&D department while developing an innovation (I level of the product – "core product");

"marketing-manufacturing" – the interaction of marketing and manufacturing departments (II level of the product – "actual product");

"marketing-consuming" – the interaction of an enterprise and a customer including the complex of marketing means aimed at delivering a product to a customer, after-sales service and the development of partnership relations to meet the needs of a consumer and their use as the basis of next innovations (III level of the product – "augmented product") [22].

It is obvious that with the growth of conditionally accepted levels of the product, the quality of ensuring the interaction of marketing and innovations in Ukrainian machine-building enterprises is getting lower and lower. In other words, the most important point of interaction "marketing-consumption" is implemented in the worst way. As performers do not understand the key role of consumers, additional marketing activities to meet the needs of innovation should be suggested:

- "marketing-motivating" makes personnel aware of proposed changes and priorities and builds the system of values and corporate innovation culture ("product as an idea").

Besides, the current changing conditions of the business environment significant impact of indirect, non-productive and non-consumptive factors requires even more sectoral expansion of marketing objectives for protecting innovations:

- "marketing-finances" – the interaction that involves substantiating the feasibility of innovation implementation and encourages finding the source of financial support as well as supporting the process of implementation, protection against unforeseen troubles, temporary difficulties and support in waiting for the financial return of the innovation ("product in monetary terms");

- "marketing-law" – one of the broadest and most important directions of interaction under the current conditions of severe competition and complex geopolitical circumstances that provides support and protection of innovation in the areas of patent protection, certification, customs and product national restrictions ("product in legal terms").

V. Morokhova states that two-sided interaction between the marketing and innovative activities is very important since marketing is the basis for ensuring the innovative development of a manufacturing enterprise and innovations are the way to improve and develop marketing [22].

Among the most important issues in research on innovative marketing at Ukrainian industrial enterprises, special attention can be paid to the idea expressed by Ilyashenko N.S. [10] who believes that Ukrainian manufacturing enterprises act in two directions in the context of innovative marketing:

- import of foreign innovative technologies (including new manufacturing enterprises opened on the territory of Ukraine by foreign manufacturers);

- development and implementation of own innovations – organizing own scientific laboratories in domestic enterprises and continuous careful work of marketing services to create innovative products that meet the requirements of domestic customers [23].

The above analysis of the structure of innovative activity of Ukrainian manufacturing enterprises confirms the prevailing forced orientation on their own innovative developments, which emphasizes the importance to retain and value skilled personnel potential. Taking into account its own powerful scientific and technical potential, the Ukrainian industry is experiencing a shortage of imports and implementation of rather organizational and managerial innovations than technical ones. Technical innovations after their import are much easier adopted and implemented in Ukrainian machine-building enterprises, while organizational managerial ones face the established functional system and mental characteristics, even though imports of such innovations are less demanded.

To support the above opinion, N. Ilyshenko emphasizes that the implementation of the basic principles of innovative marketing involves developing and implementing innovative projects which cannot be always managed within the existing organizational structures; so, if an enterprise selects the concept of innovative marketing, its organizational and managerial structure should be rearranged [23]. The author believes that the

considered directions of the innovative activities of manufacturing enterprises should be supplemented by a strategically important aspect – the export of innovations. This area of activity is a key factor for achieving the ultimate goal for Ukrainian machine building that seeks the improvement of the economic situation through the qualitative updating of the nomenclature and the development of new export markets. It is important to note that Ukrainian machine-building innovations are potentially demanded in foreign markets. There are many statements about the prospects to open joint industrial enterprises in Ukraine with the corresponding import of innovations but few intentions to export Ukrainian innovations and to open joint enterprises in foreign markets on the basis of Ukrainian technical innovations.

And it is the marketing of an enterprise that should be interested most in the development of the economy based on innovations. Moreover, the innovativeness of the economy should be not only in the development of high-tech products (innovations) but also in the use of innovations in all spheres and areas of activity. Therefore, both the marketing itself and the enterprise as a whole should be sufficiently innovative in order to solve the problems of innovation. O. Gaponenko, who studies cognitive management, continuously claims that the main thing for the economy based on knowledge is not to create knowledge but to use it efficiently [24].

Innovations have a significantly higher price and value than raw materials and low-tech products, which means that the export of a high tech product or the whole production cycle is more economically attractive. So, the objectives of the complex organizational and managerial aspects should be changed, which would allow the exported products to be efficiently implemented in a new business environment. Therefore, the pattern of involving innovation attraction, suggested by the author, seems reasoned. Within this pattern, organizational and managerial innovations are imported to establish the domestic policy of developing innovations in the most efficient way and to export successfully the generated innovations on the basis of the new innovative organization of the enterprise. The schematic algorithm is as follows (fig. 1).

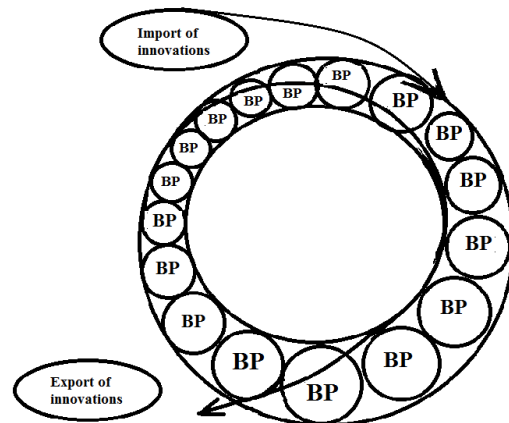


Fig. 1. The algorithm of innovation movements in an enterprise while re-engineering business processes (designed by the author)

Imported innovations should cover every business process that needs to be changed, rebuild the optimal structure of business processes and make the necessary number of appropriate iterations of interactions with the business processes of an enterprise.

Taking into account the above material, re-engineering the marketing activities of industrial enterprises can be considered as the innovation that is being imported. So, similar to the studies that single out innovative marketing and the marketing of innovation, re-engineering can be studied as an innovation in marketing as well as a technique for setting effective marketing to innovations, that is, one innovation is imported for the successful export of other innovations.

G. Forti, in his work "Re-engineering Marketing Strategies" [25], considers marketing the most efficient environment for the implementation of re-engineering activities in an enterprise.

Similar to the author who stated earlier that marketing should ensure introducing basic principles of re-engineering in all spheres of the enterprise activities, scientists that study innovative marketing claim that it should harmonize internal innovative climate in manufacturing enterprises. Thus, N. Illyashenko writes about creating the subsystem of innovative marketing that lies in improving the organizational subsystem, the subsystem of personnel motivation and mainstreaming research activities as well as building the complex of innovative marketing. She supplements traditional components of the marketing complex such as trade, price, sales and communicative policies of an enterprise with such important elements as "people" and "culture". The essence of these additional elements lies in harmonizing interrelations with main competitors and communication in the enterprise as well as in building the corporate culture that is aimed at innovations, their continuous generation and implementation [23].

The in-depth disclosure of the content of these elements points to a fundamental similarity to the tasks of re-engineering business processes; there is the only difference that lies in the fact that re-engineering answers the questions about the practical achievement of the set

tasks, while preserving the principles of the radical transformations and the significance of the improvements.

Therefore, taking into account the above-mentioned judgments on end-to-end and simultaneously circular movements of innovation in an enterprise, the pattern of the components of innovative marketing, suggested by N. Illyashenko, can be supplemented with the element "enterprise business processes" as well as with such element as "information technologies, in particular their organizational and economic capabilities", which is very important and essential for the successful implementation of the re-engineering of the marketing activities (fig. 2). Business processes and their features are not always obvious and typical. But the author believes that it is not important to pay much attention to their entire list, more important is to ensure a conscious and efficient interaction of each business process with innovations. Obviously, this is a new fundamental and strategic goal of innovative marketing. While the re-engineering of the marketing activities of a machine-building enterprise is a methodological tool for its successful implementation. It is important that attention should be paid to the new specific role of information technologies. Thus, in the context ideas suggested by N. Illyashenko, about the concept "people", that is about internal and external links of enterprises where information is the major product of production and an article of consumption, the following major tasks should be fulfilled:

- information on main subjects an enterprise cooperates with should be collected and analyzed;
- long-term agreements with counter-agents should be set, the efficiency of cooperation with them should be increased;
- the level of communication with the personnel of an enterprise should be improved [23].

At the same time, the new role of information technology in the context of re-engineering marketing activities is the creation of a new structure and new business processes, the initiation of activities that have not been carried out earlier to improve the consuming characteristics of the activities of individual structural units and enterprises in general.

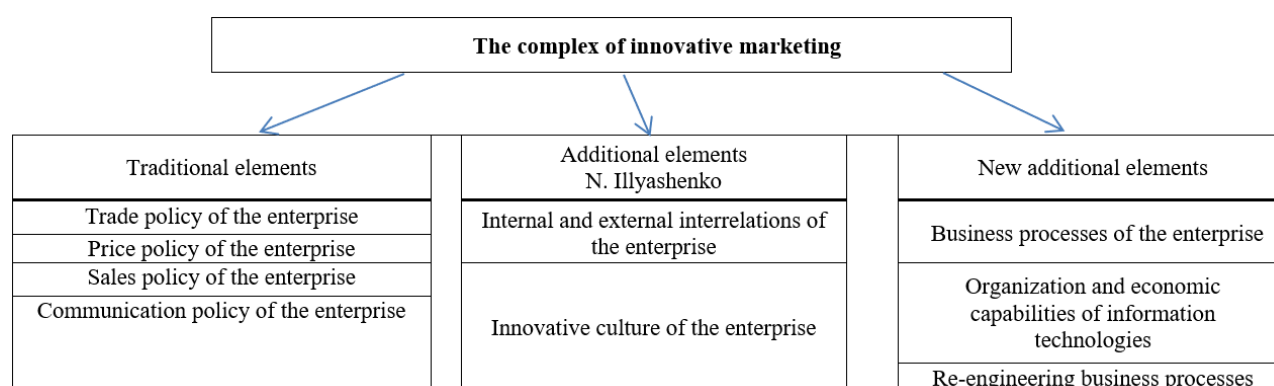


Fig. 2. The complex of innovative marketing (added basing on [23])

Thus, N. Illyashenko [23] makes the conclusion that a necessary prerequisite for the transition of the activity of an enterprise to innovative marketing is to prepare an enterprise, that is to ensure the advanced organizational

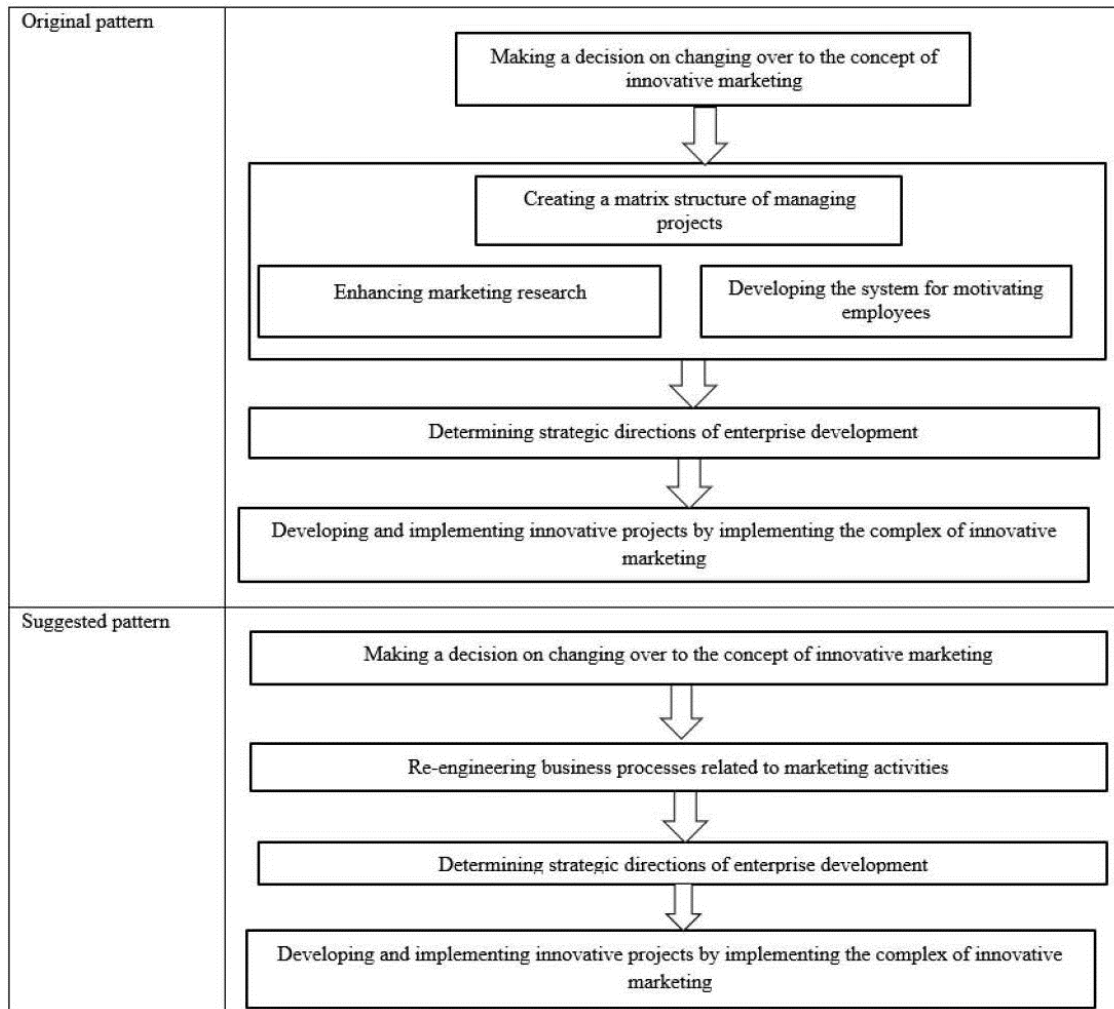
system, the subsystem of personnel motivation, mainstreaming research activities, which should be carried out by re-engineering marketing activities of an enterprise and business processes related to it. Taking into account

everything mentioned above, the author suggests changing the pattern of implementing innovative marketing in an enterprise presented in available studies [23] (Table 4).

The described above principles and priority directions in the re-engineering of marketing activities provide a broader, radical and fundamental spectrum of transformations in the enterprise than the original pattern suggested. The current circumstances in the business environment and corresponding organizational and

economic conditions of the machine-building enterprises of Ukraine require that the principles of the activity organization should be fundamentally changed. Therefore, innovation marketing should be introduced in each workplace and appropriate material base should be provided to transmit necessary information in the most appropriate ways by re-engineering business processes of the enterprise.

**Table 4.** The pattern for implementing innovative marketing in an enterprise (finalized basing [23])



The main tasks that are set for re-engineering business processes to establish innovative marketing in machine-building enterprises should be formulated as follows:

- to build and coordinate business processes of an enterprise and to involve organizational and economic capabilities of information technologies, which will help ensure:
  - using internal innovation intellectual capital efficiently and completely;
  - monitoring advanced sectoral innovations;
  - importing necessary innovations timely, economically and reasonably;
- to create a positive innovative climate of an enterprise, to encourage increasing internal innovation

capital, to adopt imported innovations and encourage the export of manufactured innovations;

- to build the organizational and methodological base for managing, planning, protecting and using innovations for all business processes of an enterprise:
  - directing internal information flows optimally and efficiently to innovations;
  - directing external information flows optimally and efficiently to innovations;
  - preparing innovations for export in the optimal information, resource, commercial and legal way;
  - exporting innovations profitably on the strategic level (within the market);
  - supporting and ensure standard (trouble-free) using of the exported innovation;
  - utilizing innovations (as an item of nomenclature).

### Conclusions and the prospects of further research

The conducted statistical analysis of the innovative activity of industrial enterprises of Ukraine in 2007-2016 clearly demonstrates the rapid deterioration of the conditions under which enterprises carry out innovative activities, as well as the reduction of innovative products in the total volume of industrial products that were sold in 2014-2016. To conduct successful innovation activities, enterprises should make every effort to use available scientific, technical and human resources completely. The author believes that the efficient solution to this problem lies in re-engineering the business processes of the marketing activities of industrial enterprises. The author suggests expanding the list of points of interaction between marketing and innovations. On the basis of the studies of innovative marketing and marketing of innovations as well as the main concepts of re-engineering business processes, the author suggests revealing the innovative function of marketing industrial enterprises

while re-engineering their business processes. While specifying the innovative function, the theoretical and methodical approach to innovative marketing of industrial enterprises during the re-engineering of business processes was improved; this innovative marketing, unlike available ones, contains a set of elements of innovative marketing to redesign radically business processes and study re-engineering as a managerial innovation which is imported for further preparation and implementation of efficient export of food and technological innovations. Accordingly, the pattern for introducing innovative marketing in the industrial enterprise is supplemented by stages related to re-engineering business processes; the main tasks of re-engineering in the area of efficient innovative activity are determined. Further studies should be aimed at developing more detailed methodological recommendations on re-engineering activities in marketing activities that are directed at developing the innovative potential of real industrial enterprises.

### References

1. *Materials of State Statistic Service of Ukraine*, available at : <http://ukrstat.gov.ua/>.
2. *Archive of Basic Trends of Money Exchange Market, National Bank of Ukraine* : web-site, available at : [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat\\_id=40823](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=40823)
3. Hammer, M., Champy, J. (1997), *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution* : translated from English, St.-P. : St-P, University Publish House, 332 p.
4. Davenport, T. (1993), *Process Innovation : Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business School Press, 201 p.
5. Taraniuk, L. M., Kobyzskyi, D. S., Taraniuk, K. V. (2016), "Organizational and Economic Opportunities of Reengineering Business-processes as Part of the Effective Functioning for Native Machine-building Branch Recreation", *Mechanism of Economic Regulation*, No. 4, P. 68–76.
6. Kobyzskyi, D. S. (2017), "Preconditions of Marketing Activity Reengineering at Ukrainian Machine-building Enterprises" ["Peredumovy vprovadzhennja reinzhynirynhu marketyngovoji dijalnosti ukrajinskix mashynobudivnyx pidpryjemstv"], *Mechanism of Economic Regulation*, No. 3, P. 76–84.
7. Kobyzskyi, D. S. (2018), "Organizational and Economic Provision of Marketing Activity Reengineering at Ukrainian Machine-building Enterprises" ["Organizacijno-ekonomichne zabezpechennja reinzhynirynhu marketyngovoji dijalnosti ukrajinskix mashynobudivnyx pidpryjemstv"], *Business-Inform*, No. 2, P. 319–325.
8. Illjashenko, S. M. (2008), *Marketing of Innovations and Innovations in Marketing* : Monograph [*Marketynng innovacij i innovaciji v marketyngu* : Monografiya], ed. by S. M. Illjashenko, Sumy, University Book, 615 p.
9. Utkin, E. A. (1998), *Business-reengineering : Business Renew*, Moscow, Tandem, 219 p.
10. Illjashenko, N. S. (2011), *Organizational and Economic Basis of Innovative Marketing of Industrial Enterprises* : Monograph [*Organizacijno-ekonomichni zasady innovacijnogo marketyngu promyslovyx pidpryjemstv* : Monografya], Sumy State University Publish House, 192 p.
11. Drachuk, J. Z., Trushkina, N. V. (2013), "Directions of Marketing Provision of Industrial Manufacturing Modernization" ["Naprijamy marketyngovogo zabezpechennja modernizaciji promysloвого vyrobnyctva"], *Regional Business-Economy and Management*, No. 2 (38), P. 35–42, available at : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Rbetu\\_2013\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Rbetu_2013_2_8).
12. Kushneruk, A. S. (2012), "Theoretical Issues of Governmental Policy of Industrial Development on Marketing Basis", ["Teoretychni zasady derzhavnoji polityky promysloвого rozvytku na zasadaх"], *Actual Problems of Economics*, No. 9 (135), P. 86–93, available at : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape\\_2012\\_9\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2012_9_11).
13. Vinichenko, I. I. (2013), "Singularities of Marketing Management of Enterprises' Innovative Activity" ["Osoblyvosti marketyngovogo upravlinnja innovacijnoju aktyvnistju pidpryjemstv"], *Effective Economics*, No. 2, available at : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2013\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_2_3).
14. Ukrajinec, A. I. (2012), "Analyze of Innovative Marketing Implementation Abilities" ["Analiz mozhlyvostej vprovadzhennja innovacijnogo marketyngu na mashynobudivnyx pidpryjemstvax Lvivshchiny"], *Bulletin of National University "Lvivska Politehnika"*, No. 749 : Logistics, P. 299–304, available at : <http://ena.lp.edu.ua:8080/hande/ntb/25833>.
15. Elwin, T. *Reengineering Marketing*, available at : <https://tobyelwin.com/reengineering-marketing/>
16. Abdikeev, N. M., Kiseljov, A. D. (2010), *Corporation's Knowledge Management and Business Reengineering* [*Upravlenie znanijami korporacii i reinzhynirng biznesa*], ed. by N. M. Abdikeev, Moscow, "Infra", 382 p.
17. Myronenko, K., Kovalenko, A., Stanislavnik, E. (2014), "Key Aspects of ERP-systems Implementation at Innovative-active Industrial Enterprises" ["Kljuchevye aspekty vnedrenija ERP-system na innovacionno-aktivnyx promyshlennyx predpriyatijax"], *Scientific Bulletin of Odessa National Economic University*, No. 6, P. 83–94, available at : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nv\\_2014\\_6\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nv_2014_6_10).
18. Bekker, J., Vilkov, L., Taratukhin, V. (2007), *Processes Management*, Moscow, "Eksmo", 384 p.

19. Gardiner, S. C., Hanna, J. B., La, Tour M. S. (2002), "ERP and the Reengineering of Industrial Marketing Processes. A Prescriptive Overview for the New-Age Marketing Manager", *Industrial Marketing Management*, Vol. 31, No. 4, P. 357–365. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00167-5](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00167-5).
20. Attaran, M. (2004), "Exploring the Relationship between Information Technology and Business Process Reengineering. *Information & Management*. Vol. 41, No. 5, P. 585–596. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(03\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00098-3).
21. Micu, A., Capatina, A., Micu, A. E. (2012), "Marketing Process Reengineering within a Romanian Software Company Focused on the Implementation of a Freelancing Strategy", *iBusiness*, Vol.4, No. 4, P. 341–349. DOI: <https://doi.org/10.4236/ib.2012.44043>.
22. Morokhova, V. O., Borzakovska, L. V. "Complex Interaction of Marketing and Innovative Activities of Industrial Enterprise" ["Kompleksna vzajemodija marketyngovoji ta innovacijnoji dijalnosti promyslovogo pidprijemstva"], *Management of Innovative Process in Ukraine*, available at : [http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/14834/1/109\\_179-180\\_120506\\_maket\\_ena\\_ntb.pdf](http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/14834/1/109_179-180_120506_maket_ena_ntb.pdf).
23. Iljashenko, N. S. (2010), "Implementation of Innovative Marketing Conception within Industria Enterprises Activity" ["Vprovadzhennja koncepcii innovacijnogo marketyngu v dijalnistj promyslovyx pidprijemstv"], *Marketing and Management of Innovations*, No. 1, P. 28–33.
24. Gaponenko, A. L. (2006), *Economics, Based on Knowledge [Ekonomika, osnovannaja na znanijax]*, Moscow, "RAGS", 352 p.
25. Gilbert Forti "Reengineering Marketing Strategies", Lahti University of Applied Sciences : Degree Programme in International Business, available at : [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51425/Forti\\_Gilbert.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51425/Forti_Gilbert.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

Received 17.08.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Кобизський Денис Сергійович** – Сумський державний університет, аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, АТ "Сумський завод "Насосенергомаш", начальник відділу маркетингу, м. Суми, Україна, e-mail: [Kobyzskiy\\_DS@nempump.com](mailto:Kobyzskiy_DS@nempump.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1842-7128>.

**Кобизский Денис Сергеевич** – Сумской государственной университет, аспирант кафедры экономики, предпринимательства и бизнес-администрирования, АО "Сумский завод "Насосенергомаш", начальник отдела маркетинга, г. Сумы, Украина.

**Kobyzskiy Denys** – Sumy State University, Postgraduate Student at the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, JSC "NASOENERGOMASH Sumy", Marketing Department Chief, Sumy, Ukraine.

## ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РЕІНЖІНІРИНГУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В МАРКЕТИНГОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО ЕФЕКТИВНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Предметом** дослідження статті є принципи організації інноваційної діяльності вітчизняних промислових підприємств та функціональні зв'язки маркетингу та інноваційної діяльності в період здійснення реінжинірингу бізнес-процесів. **Мета** роботи – розкрити організаційно-економічний потенціал залучення реінжинірингу бізнес-процесів у маркетинговій діяльності промислових підприємств для забезпечення ефективного інноваційного маркетингу зокрема, та ефективної інноваційної діяльності в цілому. В статті вирішуються наступні **завдання**: дослідження статистичних показників інноваційної діяльності вітчизняних промислових підприємств та відповідних джерел фінансування; аналіз існуючих досліджень по темі інноваційного маркетингу, маркетингу інновацій, інноваційної складової реінжинірингу та реінжинірингу бізнес-процесів у маркетинговій діяльності; розвиток методичного підходу впровадження інноваційного маркетингу. Використовуються такі **методи**: порівняльний аналіз, системний підхід, статистичний аналіз. Отримано наступні **результати**: українські промислові підприємства відчувають різкий дефіцит залучення інновацій. Підприємства власноруч мають навчитися нагодувати ефективну інноваційну роботу з використанням наявного ресурсного потенціалу. Чітко визначений орієнтир для промисловості – інновації. При чому, інновації – не тільки технологій та кінцевого продукту, а й управлінські інновації. Зазначена розстановка сил безальтернативно вимагає залучення інноваційних трансформаційних заходів радикального характеру, до яких належить реінжиніринг бізнес-процесів. В період різних змін як у внутрішньому, так і зовнішньому бізнес-середовищі, на переконання автора, саме маркетинг має стати відповідальним за адаптацію підприємств до нових принципів роботи. Так сформовано розширений перелік точок контакту маркетингової діяльності та інноваційної, розкрито інноваційну функцію маркетингу промислових підприємств, вдосконалено теоретико-методичний підхід до інноваційного маркетингу промислових підприємств при проведенні реінжинірингу бізнес-процесів. **Висновки**: реінжиніринг бізнес-процесів у маркетинговій діяльності промислових підприємств містить у собі вагомий організаційно-економічний потенціал, що може бути використаний для забезпечення ефективного інноваційного маркетингу зокрема, та ефективної інноваційної діяльності в цілому.

**Ключові слова**: реінжиніринг бізнес-процесів; маркетингова діяльність; інноваційний маркетинг; організація бізнес-процесів; промислові підприємства.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Предметом** исследования статьи являются принципы организации инновационной деятельности отечественных промышленных предприятий и функциональные связи маркетинга и инновационной деятельности в период осуществления

реинжиниринга бизнес-процессов. **Цель** работы – раскрыть организационно-экономический потенциал привлечения реинжиниринга бизнес-процессов в маркетинговой деятельности промышленных предприятий для обеспечения эффективного инновационного маркетинга в частности, и эффективной инновационной деятельности в целом. В статье решаются следующие **задачи**: исследования статистических показателей инновационной деятельности отечественных промышленных предприятий и соответствующих источников финансирования; анализ существующих исследований по теме инновационного маркетинга, маркетинга инноваций, инновационной составляющей реинжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов в маркетинговой деятельности. Используются следующие **методы**: сравнительный анализ, системный подход, статистический анализ. Получены следующие **результаты**: украинские промышленные предприятия испытывают острый дефицит привлечения инноваций. Предприятия должны самостоятельно научиться обеспечивать эффективную инновационную работу с использованием имеющегося ресурсного потенциала. Четко определенный ориентир для промышленности – инновации. Причем, инновации – не только технологий и конечного продукта, но и управленческие инновации. Указанная расстановка сил безальтернативно требует привлечения инновационных трансформационных мер радикального характера, к которым относится реинжиниринг бизнес-процессов. В период резких изменений, как во внутренней, так и во внешней бизнес-среде, по убеждению автора, именно маркетинг должен стать ответственным за адаптацию предприятия к новым принципам работы. Так сформирован расширенный список точек контакта маркетинговой деятельности и инновационной, раскрыта инновационную функцию маркетинга промышленных предприятий, усовершенствовано теоретико-методический подход к инновационному маркетингу промышленных предприятий при проведении реинжиниринга бизнес-процессов. **Выводы**: реинжиниринг бизнес-процессов в маркетинговой деятельности промышленных предприятий содержит в себе весомый организационно-экономический потенциал, который может быть использован для обеспечения эффективного инновационного маркетинга в частности, и эффективной инновационной деятельности в целом.

**Ключевые слова**: реинжиниринг бизнес-процессов; маркетинговая деятельность; инновационный маркетинг; организация бизнес-процессов; промышленные предприятия.

---

Я. П. КОРОЛЬ

## АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩА КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОЗРОБОК В УНІВЕРСИТЕТАХ

**Предметом** дослідження в статті є комерціалізація науково-технічних розробок в Україні на основі закладів вищої освіти. **Мета** роботи полягає у розробленні систематизованого підходу до процесів комерціалізації науково-технічних розробок в університетах. **Завданнями** статті є визначення організаційно-економічних механізмів комерціалізації науково-технічних розробок в університетах, що потребує наступного аналізу особливостей розвитку інноваційної інфраструктури у розвинутих країнах, визначенні негативних чинників впливу на формування національної інноваційної інфраструктури, встановити взаємозв'язки інноваційної інфраструктури та механізмів комерціалізації науково-технічних розробок в університетах, встановленні системи принципів ефективної комерціалізації науково-технічних розробок в університетах. В роботі отримано наступні **результати**. В роботі показано, що реалізація механізмів комерціалізації суттєво залежить від розвиненості інноваційної інфраструктури, проаналізовані її складові. Адже процес комерціалізації науково-технічних розробок залежить від організування ефективних інформаційних потоків, конфігурація і швидкість яких визначається потужністю комунікаційних каналів, адаптивністю оброблення інформації структурними елементами задіяних учасників-організацій, впливом зовнішнього середовища. Проаналізовано особливості розвитку інноваційної інфраструктури в розвинутих країнах та Україні. Розглянуто основні складові інформаційної інфраструктури. Визначено основні чинники, що характеризують ефективність розвитку інноваційної інфраструктури. Наведено класифікацію принципів підтримання процесів комерціалізації науково-технічних розробок як на макро-, так і на мікро- рівнях. **Висновки**: загалом ефективність комерціалізації науково-технічних розробок залежить як від розвиненості національної інноваційної інфраструктури, так і її внутрішнього сегменту. Активізація діяльності університетів надасть їм змогу ефективно формувати систему налагоджених і оперативних зв'язків науки, освіти, бізнесу і органів влади в цілому.

**Ключові слова**: університет; науково-технічна розробка; комерціалізація; інноваційна інфраструктура; принципи комерціалізації.

### Вступ

У сучасних умовах комерціалізація науково-дослідних розробок є актуальним і важливим джерелом успішного розвитку ЗВО. Як показує досвід розвинутих країн, комерціалізація освітньої та наукової діяльності університетів може стати істотним джерелом їх фінансування. Для ефективного проведення комерціалізації науково-технічних розробок в університетах потрібне системне застосування комплексу різних інформаційних, консалтингових і освітніх форм і методів. Ключем системного підходу до практичного вирішення завдань комерціалізації науково-технічних розробок лежить в площині застосування узагальнених стандартизованих підходів і конкретних прийомів в рамках розбудови інноваційної інфраструктури.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемам розвитку середовища комерціалізації результатів науково-дослідних робіт вивчали такі українські вчені, як В. Александрова, П. Бубенко, М. Бутко, В. Гець, В. Дем'яшин, В. Денисюк, О. Лапко, Л. Федулова, В. Хаустов, А. Чухно, а також зарубіжні – С. Алдошин, О. Голиченко, А. Дагаєв, І. Дежина, І. Леонов, С.Л. Брю, Е.Дж. Долан, Д. Ліндсей, Г. Кошевой та інші.

Відзначаючи необхідність побудови розвинених взаємозв'язків усередині інноваційної інфраструктури, недостатньо приділено належну увагу власне механізму комерціалізації для університетів. Слід зазначити, що незважаючи на високий статус комерціалізації, недостатньо вивчені питання

формування ефективних механізмів комерціалізації науково-технічних розробок в університетах з урахуванням особливостей розвитку вітчизняної інноваційної інфраструктури.

### Мета роботи

Розвиток механізмів комерціалізації науково-технічних розробок в університетах потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати особливості розвитку інноваційної інфраструктури у розвинутих країнах;
- визначити кризові явища розбудови національної інноваційної інфраструктури;
- окреслити і проаналізувати інноваційну інфраструктуру для реалізації механізмів комерціалізації;
- провести класифікацію принципів ефективної комерціалізації науково-технічних розробок в університетах.

### Результати досліджень та їх обговорення

В розвинутих країнах інтенсивно розвивають інноваційну інфраструктуру, орієнтованої на розвиток комерціалізації науково-технічних розробок. Як приклад можна навести такі спеціальні організації (державні агенти) як от: ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) у Франції, Національне технологічне агентство (TEKES) у Фінляндії, Британська технологічна група (British Technology Group) у Великобританії.

В США стимулювання створення і розвитку центрів комерціалізації підтримується на

законодавчому рівні. Для прикладу можна навести Закон про технологічні інновації Стівенсона-Уайдлера від 1980 р. про створення офісу для виявлення комерційно цінних технологій і їх комерціалізації для федеральних лабораторій. Створення центрів трансферу промислових технологій і промислових послуг закріплене Законом про торгівлю і конкуренцію від 1988 р.

У Франції розгорнуто низку дослідницьких мереж й мереж технологічних інновацій, які покликані організувати співпрацю між бюджетними дослідницькими структурами і промисловими структурами за пріоритетними напрямками досліджень. Мережі об'єднують зацікавлених учасників у сфері технологій і промисловості. В них можуть брати участь партнери з інших країн Європейської спільноти.

Розвиваються механізми співфінансування комерціалізації науково-технічних розробок за рахунок бюджетних коштів і засобів приватного сектора. Так, у США з 1986 р. зацікавлені організації отримали доступ до науково-дослідних ресурсів федеральних лабораторій у рамках договорів про спільні наукові дослідження і розробки (Cooperative Research and Development Agreement - CRADA).

Розвинуті країни створили необхідні правові й організаційні механізми, що стимулюють приватні компанії для укладення договорів на проведення досліджень і розробок з державними університетами і дослідницькими інститутами, які, у свою чергу, отримали можливість займатися технічним консультуванням, працювати керівними працівниками в приватних компаніях і отримати права на інтелектуальну власність, отриману за державними замовленнями. Загалом розгортання зв'язків у сфері комерціалізації стало основним пріоритетом політики багатьох держав, а приватно-державні партнерства - дійовим інструментом її реалізації.

В цілому у багатьох європейських країнах зростає роль приватно-державних партнерств у сфері комерціалізації науково-технічних розробок, що підтверджує зростання витрат національних бюджетів, законодавчих ініціатив і розроблення нових програм. Низка держав визначили розвиток партнерств і співпраці між державним і приватним секторами пріоритетним завданням уряду і усунули низку перешкод для розвитку державно-приватних партнерств шляхом:

- розроблення стимулів для дослідників в організуванні старт-апів;
- активізації залучення фінансування досліджень на початковому етапі;
- формування умов для венчурного фінансування;
- фінансування старт-ап компаній;
- адаптації державних досліджень до потреб промислових інновацій;
- створення приватно-державних мережевих кластерів.

Проблеми розвитку інноваційної інфраструктури в Україні. Якщо в розвинутих країнах основною

проблемою взаємозв'язків "наука-виробництво" є пошук ринкової можливості інновації, то в Україні основною проблемою є нерозвиненість мережі комунікацій, базою якої є інноваційна інфраструктура для розробників і потенційних споживачів науково-технічних розробок. Домінування винахідницького підходу як спадку планової економіки сповільнює розвиток процесів комерціалізації, так як акцент зосереджується на науково-технічні, а не ринкові (економічні) цілі. Ще сьогодні багато науковців ставляться до бізнесу з недовірою, так як бракує знань і досвіду для роботи в мінливому інноваційному середовищі вітчизняної економіки. Загалом такий стан зумовлений наступною ситуацією.

XXI ст. для вітчизняної науки в цілому і для університетів зокрема характеризується послабленням зв'язків науково-технічних розробок і реальної економіки, слабкою вмотивованістю науковців і винахідників, незначним оновленням устаткування, великою кількістю трудомістких процесів, недостатнім професійним рівнем працівників через значне послаблення механізмів підвищення кваліфікації. Загалом в Україні спостерігається розбалансування роботи та зростання ентропії у сфері НТР, що зумовлено такими кризовими явищами:

- Криза ресурсів проявляється в недостатньому фінансуванні у сферах забезпечення наукових кадрів, оновлення обладнання, скорочення термінів виконання НДР тощо.

- Криза співробітництва проявляється в проблемах комунікацій учасників НДР через відсутність активності виконавців НДР через низьку мотивацію та невизначеність

- Криза функціонування академічних та освітніх установ зумовлена зтяжним процесом реструктуризації в умовах зменшення їх фінансування, що в свою чергу зумовлено небажанням змін і вдосконалення власних підходів щодо управління і виконання НДР, проблемами захисту прав інтелектуальної власності.

Основні труднощі комерціалізації науково-технічних розробок зосереджені в таких сферах [1, 14]:

- перетворення науково-технічних розробок на товар на ринку;
- виявлення, оцінювання і охорона інтелектуальної власності;
- розроблення бізнес-плану, а також пошук партнерів та інвесторів;
- просування науково-технічних розробок на ринок;
- визначення форм комерціалізації на ринку технологій.

Основним об'єктом цих проблем є інтелектуальна власність. Уявлення про комерціалізацію як про процес передбачає не лише трансформацію науково-технічної розробки у конкретний результат, а й організування діяльності в просторі і часі. Тому процес комерціалізації науково-технічних розробок залежить організування ефективних інформаційних потоків, конфігурація і

швидкість яких визначається потужністю комунікаційних каналів, адаптивністю оброблення інформації структурними елементами, впливом зовнішнього середовища.

Економічне спрямування комерціалізації передбачає поліпшення базисних технологій шляхом реалізації творчої ідеї з метою підвищення конкурентоздатності організації. Механізми комерціалізації науково-технічних розробок в університеті можна визначити як сукупність дій, процесів і організаційних структур, які застосовуються для ефективного управління проектом комерціалізації з метою впровадження нововведення на ринок [10].

Найбільш поширеною моделлю інтеграції університету в реальний сектор економіки є модель "потрійної спіралі" (Triple Helix Model) Генрі Іцковіца, яка охоплює університети, підприємства і владу, в якій ключову роль відіграють університети як центрів концентрації "молоді та інноваційної думки". Таке розуміння комерціалізації науково-технічних розробок в університеті ґрунтується на поєднанні науково-дослідного, інституційного, процесного, маркетингового, проектного підходів.

Інституційний підхід враховує такі інтереси суспільства, держави і бізнесу, кожен з формувє власні інститути комерціалізації, розбудовує мережу взаємозв'язків між ними, в цілому формується інституційне середовище для комерціалізації інновацій. Для комерціалізації науково-технічних розробок формуються ринкові інститути (нові потреби й моделі поведінки споживачів, нові ринки, нові бізнес-моделі тощо), так і соціально-економічні інститути для стимулювання комерціалізації (різні форми об'єднання суб'єктів ринку інновацій).

У разі використання процесного підходу комерціалізацію розглядають як сукупність дій, спрямованих на впровадження науково-технічних розробок урахуванням законів ринкового середовища. Процесний підхід до комерціалізації передбачає спільні впорядковані дії, які спрямовані на певний результат, зокрема виведення науково-технічних розробок на ринок. Запровадження міжнародних стандартів ISO серії 9000 у ЗВО забезпечить узгодження концепцій, технологій і стандартів для різних організацій, незалежно від їх сфери діяльності, форми власності та розміру. Процесний підхід щодо організування діяльності університету відповідно до вимог та рекомендацій стандартів ISO 9001, ISO 9004, кожен із яких описаний за циклом PDCA (плануй-дій-контролюй-покращуй). Ці процеси охоплюють на вертикальні і горизонтальні зв'язки, охоплюючи всі підрозділи університету. Запровадження процесного підходу дає змогу уніфікувати документообіг та мінімізувати час для оформлення й оброблення інформації на основі бази типових документів.

Маркетинговий підхід передбачає виконання аналітичної, продуктово-виробничої, збутової і організаційної функцій. В цьому разі інформаційне забезпечення охоплює: збирання статистичних даних, оброблення заявок на розробку НТР від виробничих

підприємств і представників бізнесу, державне чи місцеве замовлення, проведення досліджень, аналізування наукового потенціалу регіону, визначення потенціалу університету, комплексне аналізування науково-дослідних ініціатив.

Проектний підхід щодо комерціалізації розуміємо застосування знань, умінь, засобів, інструментів і технологій для виконання вимог комерціалізації.

Основну рушійну силу економічного зростання можливе лише на основі формування ефективного організаційно-економічного механізму комерціалізації науково-технічних розробок. Механізм комерціалізації призначений для ухвалення управлінських рішень на кожному з етапів життєвого циклу проекту за функціями управління. За кожним проектом комерціалізації науково-технічних розробок приймають рішення по загальних і спеціальних функціях управління, а також каналу процесу комерціалізації.

Практична реалізація вказаних стратегій знаходить вираження в трьох інноваційних організаційно-економічних механізмах комерціалізації науково-технічних розробок:

- ліцензування і подальшого продажу ліцензій на використання результатів науково-технічних розробок;

- розподіл ризиків шляхом кооперації і функціонального розподілу праці в процесах комерціалізації;

- інтеграційного лідерства університету як інтегратора партнерів-організацій в створенні конкретної науково-технічної розробки.

Механізм ліцензування застосовується у тому випадку, коли університет вважає за краще отримувати прибуток від своїх ідей і інтелектуальних активів, не вкладаючи засоби в комерціалізацію науково-технічної розробки за допомогою продажу прав на технологію (наприклад, Dolby). Ліцензія стає інструментом конкурентної боротьби на ринку інноваційних розробок.

Механізм "розподілу ризиків" заснований на рівноправній взаємовигідній співпраці, можливо мережевого характеру, зі зацікавленими організаціями, що розподіляють між собою прибутки і ризики. Застосування такого механізму можливе за наявності в університеті технологічного лідерства, а також надійних партнерів з ресурсами. Найбільш доцільно застосування такого механізму в умовах освоєння нових ринків.

У рамках механізму інтеграційного лідерства університет повністю контролює інноваційний процес для збереження контролю над науково-технічною розробкою і отримує значну частку прибутку, переймаючи на себе частину інвестицій і відповідно ризиків. Такий механізм доцільно застосовувати, якщо університет володіє достатніми обсягами ресурсів, що дає змогу контролювати витрати і терміни комерціалізації. Зазначимо, що в такому разі виникає ризик крадіжки імпліцитних складових науково-технічних розробок, зокрема ідей.

Роль розвитку інноваційної інфраструктури в процесах комерціалізації. Розвиток і ефективна реалізація науково-технічних розробок в університеті потребує розбудови інноваційної інфраструктури, спрямованої на вдосконалення освітніх програм і поширення інформації про результатів інтелектуальної діяльності.

Треба підкреслити, що просування наукових розробок університету до моменту їх впровадження найважливішими є інвестиції. Університети не мають коштів, тому необхідно, щоб існував взаємозв'язок з потенціальними споживачами наукових розробок.

Закріплення прав на створену інтелектуальну власність дає змогу уникнути копіювання чи використання її іншими дослідниками. Суб'єктами комерціалізації можуть бути приватні інвестори, державні та недержавні міжнародні фонди і програми (Державний фонд фундаментальних досліджень, TACIS, Фонд Сороса), венчурні фонди, "бізнес-ангели", кредитні організації, підприємства [13].

Макросередовище охоплює структури та інститути місцевого, регіонального, національного і міжнародного рівня [4], а його концептуальну структуру наведено на рис. 1.

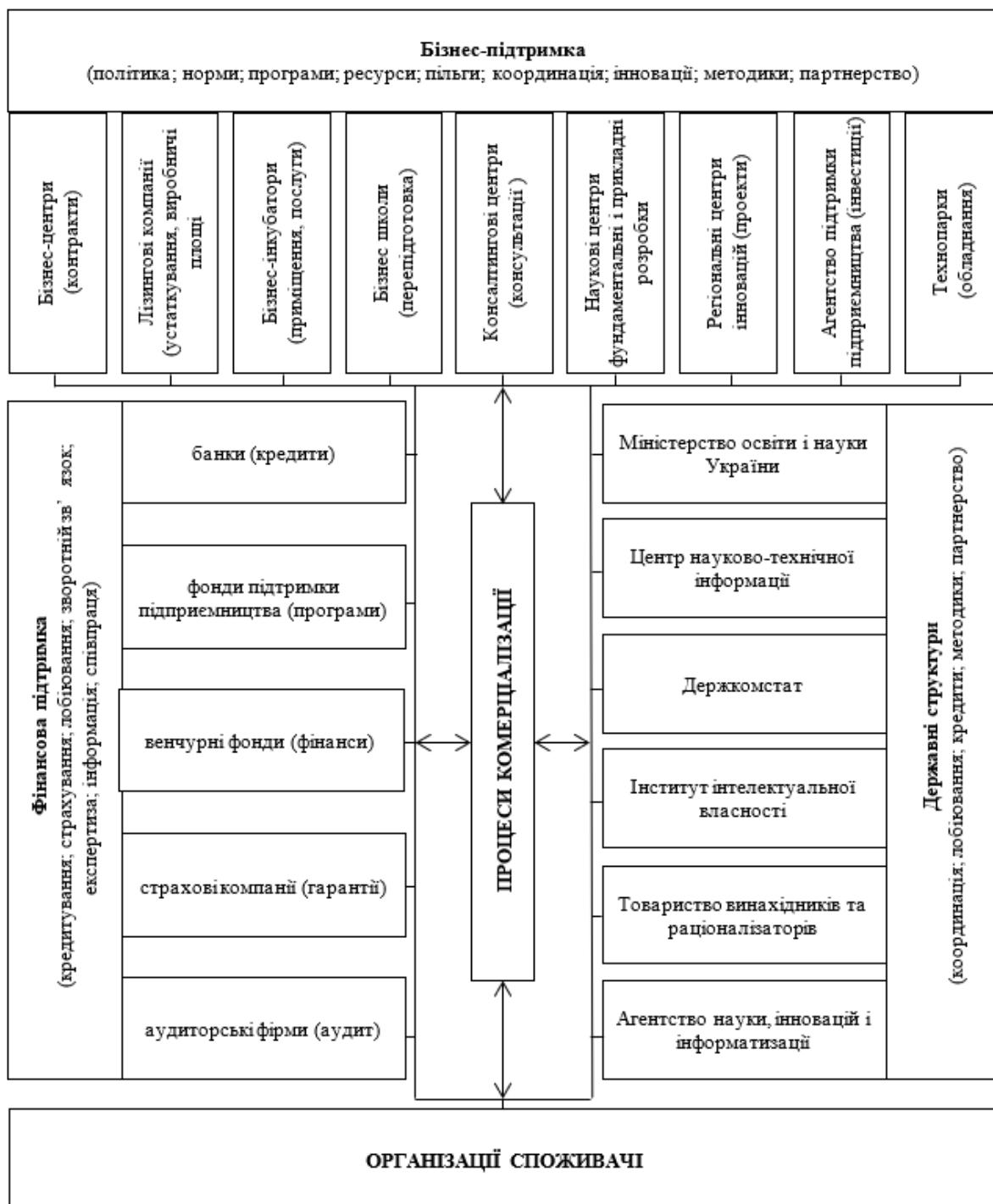


Рис. 1. Інноваційна інфраструктура комерціалізації науково-технічних розробок

Для прискорення і полегшення завдання пошуку потенційних інвесторів також доцільно скористатися послугами партнерів, що спеціалізуються на завданнях просування проектів. До їх числа відносять:

- центри підтримки підприємництва (для пошуку інвесторів, підтримка в просуванні проекту);
- інформаційні центри (для надання різної інформації);
- бізнес-центри (для пошуку інвесторів, підтримка в просуванні і реалізації проектів);

- консультаційні, консалтингові фірми (для проведення консультацій);
- патентно-ліцензійні бюро (для захисту інтересів учасників комерціалізації науково-технічних розробок).

Чинники оцінки рівня розвитку інноваційної інфраструктури сприяння комерціалізації наукових розробок наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1.** Чинники формування інформаційної інфраструктури

Чинники	Змістове наповнення
Політико-правовий	державне регулювання соціально-економічних процесів супроводу процесу комерціалізації на основі розробки нормативно-правових актів і законодавчих основ.
Освітній	наявність відповідного кадрового потенціалу для сталого розвитку наукових досліджень.
Інноваційно-технологічний	наявність розвиненого ринку науково-технічних розробок і ефективно функціонуючої регіональної інноваційної системи як основи механізму їх комерціалізації.
Фінансово-економічний	підтримання функціонування ефективної системи фінансових і економічних інструментів регулювання процесів комерціалізації.
Інформаційний	забезпечення статистичного спостереження і інформативності показників комерціалізації наукових розробок.
Комунікаційний	підвищення рівня інформованості в сфері комерціалізації науково-технічних розробок і підвищення відповідальності усіх суб'єктів цих процесів.
Відтворювальний	оптимізація процесу розвитку потенціалу науково-технічних розробок в університеті.
Глобалізаційний	розширення сфер комерціалізації на основі інтернаціоналізації між університетських зв'язків.
Інституціональний	створення відповідних інститутів реалізації стратегії підтримання науково-технічних розробок університеті, а також створення умов для використання ефективних організаційних форм механізмів.

Університет повинен бути відкритим до співпраці у поширенні власних наукових розробок й практичного досвіду із запровадження стандартизованих вимог до управління та кращих міжнародних практик.

Таким чином процес комерціалізації науково-технічних розробок вимагає дотримання базових принципів, які наведено у таблиці 2.

**Таблиця 2.** Система принципів комерціалізації науково-технічних розробок в університеті

Загальноекономічні принципи	
аудиту	об'єктивне відображення характеристик об'єкта комерціалізації.
креативності	новаторство у пошуку шляхів прискорення соціально-економічного розвитку регіону
оцінювання	альтернативне об'єктивне оцінювання науково-технічних розробок, визначення її пріоритетності
комплексності	охоплення сукупності етапів розроблення та реалізації процесу комерціалізації науково-технічних розробок
конкурентоздатності	визначення результатів науково-технічних розробок з урахуванням конкурентоспроможності на ринку
багатоваріантності	повне охоплення наявних ресурсів, засобів, способів сфери наукових досліджень в сфері досліджень
системності	цілісність соціально-економічної системи з одночасним взаємозв'язком всіх її підсистем
збалансованості	обґрунтована узгодженість, розумне співвідношення результатів на основі сучасних методів управління
ефективності	альтернативності оцінки кінцевого результату комерціалізації науково-технічних розробок
Організаційні принципи	
прикладних досліджень	акцентування на новизні і якості науково-технічних розробок, а не широті охоплення її кількості
фундаментальних досліджень	пошук нових можливостей для подальших прикладних досліджень і отримання інноваційних результатів

## Закінчення таблиці 2

структурованості	адаптація формування інноваційної інфраструктури для активізації процесу комерціалізації заданому напрямі
захищеності	безпека процесу комерціалізації від внутрішніх і зовнішніх факторів, які можуть призвести до економічних втрат
керованості	здатність регулювання процесу комерціалізації на всіх етапах наукових досліджень
динамічності	необхідність дотримання технології комерціалізації з урахуванням змін на макро-, мезо- та макрорівнях
цілісності	представлення процесу комерціалізації як єдиного цілого на всіх стадіях і всіх складових
гармонізованості	підтримання процесу комерціалізації у стані відповідності, злагодженості та синхронності
окупності	обов'язкова окупність всіх витрат процесу комерціалізації.
соціалізованості	максимальне задоволення потреб кінцевих споживачів
цілеспрямованості	формування чіткої мети комерціалізації результатів наукових напрацювань, неухильного орієнтування на її досягнення
єдності	узгодженості інноваційної політики університету і напрямів розвитку наукових досліджень

Основним принципом застосування стандартів ISO серії 9000 є орієнтування на споживача. Для університету це – вступники, студенти, роботодавці та інші зацікавлені сторони, з кожною із яких у системі менеджменту якості запроваджено механізми зворотного зв'язку. Саме від зважання вишів на потреби своїх споживачів, відслідковування цих потреб, очікувань та рівня їх задоволеності залежить конкурентоспроможність сучасних університетів. Це і є основним завданням керівництва навчальних закладів.

Високу результативність науково-технічних розробок в університеті можна досягнути лише за рахунок гнучкості і високої адаптивності інноваційної інфраструктури в умовах високої ринкової невизначеності.

### Висновки та перспективи подальшого розвитку

Саме від взаємодій усередині університету, від здатності його менеджменту ефективно організувати науково-технічні розробки, використовувати внутрішні і мобілізувати зовнішні ресурси в значній

мірі залежить ефективність функціонування механізмів комерціалізації. Зазначимо, що таке завдання є достатньо складним навіть для розвинених країн світу, тому теоретико-методичні засади його вирішення лежить в площині формування національної інноваційної інфраструктури. Загалом ефективність комерціалізації науково-технічних розробок в університеті сильно залежить від системи налагоджених і оперативних зв'язків науки, освіти, бізнесу і органів влади.

Кожен університет володіє значним інтелектуальним капіталом для покращення їх фінансового стану через процеси комерціалізації, завдяки яким можна підвищити конкурентоспроможність вітчизняної продукції на світовому ринку. Тому вагомість розвитку власного сегменту інноваційної інфраструктури університету та ініціювання в ньому механізмів комерціалізації в сучасних умовах значно зростає.

В подальшому доцільно провести дослідження щодо особливостей розподілу ризиків, переваг і прибутків між учасниками процесів комерціалізації.

### Список літератури

1. Бутко М. П., Попело О. В. Інтелектуальний капітал як чинник модернізації регіонального економічного простору : монографія. Ніжин, 2014. 372 с.
2. Буянова М. Э., Широ М. С. Принятие решения о коммерциализации НТР в условиях деятельности экономического кластера. *Вестник Волгоградского государственного университета*. 2015. Серия 3, № 2. С. 58–69.
3. Бутнік-Сіверський О. Б. Особливості управління комерціалізацією об'єктів права інтелектуальної власності. Матеріали круглого столу "Комерціалізація результатів науково-технічної діяльності". Київ, 2013. С. 5–11.
4. Василенко Н. В. Технологии и организационно-экономические механизмы их коммерциализации в условиях современной экономики. *Фундаментальные исследования*. 2016. № 4-1. С. 129–133.
5. Дежинов И., Салтыков Б. Механизмы стимулирования коммерциализации исследований и разработок. *Общество и экономика*. 2004. № 7/8. С. 188–248.
6. Денисюк В. Комерціалізація результатів науково-дослідних робіт : проблеми і перспективи. *Вісник НАН України*. 2006. № 5 С. 39–53.
7. Загородній А. Г., Вознюк Г. Л. Фінансово-економічний словник. Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2005. 714 с.
8. Зінов В. Проблеми комерціалізації результатів досліджень і розробок. *Інтелектуальна власність*. 2000. №3. С. 35–42.
9. Калиниченко М. П. Маркетинг комерціалізації результатів інноваційної діяльності в промисловості. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. Суми, 2012. № 4. С. 43–50.
10. Ляшенко О. М. Моделі комерціалізації та трансферу технологій в умовах глобального середовища : монографія. Тернопіль, 2007. 489 с.
11. Федоров М. В., Пешина Э. В. Пентаспираль – концепция производства знаний в инновационной экономике. *Управление*. 2012. № 3-4. С. 4–12.

12. Савчук В. С., Антонюк Л. Л. Інновації: теорія, механізм, розробки та комерціалізація : монографія. КНЕУ Київ, 2003. 394 с.
13. Чухрай Н. І., Криворучко Ю. О. Оцінювання і розвиток відносин між бізнес-партнерами : монографія. Львів, 2008. 360 с.
14. Цибинога М. О., Старкова О. В., Гнучих Л. А. Організаційний механізм процедури комерціалізації інновацій. *Система обробки інформації*. 2011. № 2 (92). С. 273–276.
15. Kniaz, S., Shpak, N., Myroshchenko, N., Kolomiyets, O. (2014), "Commercialization of high-tech products: theoretical-methodological aspects", *Econtechmod*, Vol. 3, No.1, P. 81–88.

## References

1. Butko, M. P., Popelo, O. V. (2014), *Intellectual capital as a factor of modernization of the regional economic space* : monograph [*Intelektualnyj kapital yak chynnyk modernizaciyi regionalnogo ekonomichnogo prostoru* : monografiya], Nizhyn, 372 p.
2. Buyanova, M. E., Shirou, M. S. (2015), "Decision on the commercialization of scientific and technological revolution in the conditions of the economic cluster" ["Prinyatiye resheniya o kommersializatsii NTR v usloviyakh deyatelnosti ekonomicheskogo klastera"], *Bulletin of Volgograd State University*, Series 3, No. 2, P. 58–69.
3. Butnyk-Siversky, O. B. (2013), "Features of Commercialization Management of Intellectual Property Rights Objects" ["Osoblyvosti upravlinnya komercializaciyeyu ob'yektiv prava ntektualnoyi vlasnosti"], Materials of the round table "Commercialization of results of scientific and technical activity", Kyiv, P. 5–11.
4. Vasilenko, N. V. (2016), "Technologies and organizational-economic mechanisms of their commercialization in the conditions of modern economy" ["Tekhnologii i organizatsionno-ekonomicheskiye mekhanizmy ikh kommersializatsii v usloviyakh sovremennoy ekonomiki"], *Fundamental research*, No. 4-1, P. 129–133.
5. Dezhinov, I., Saltykov, B. (2004), "Mechanisms of stimulating the commercialization of research and development" ["Mekhanizmy stimulirovaniya kommersializatsii issledovaniy i razrobotok"], *Society and economy*, No. 7/8, P. 188–248.
6. Denisyuk, V. (2006), "Commercialization of research results: problems and perspectives" ["Komericializaciya rezultativ naukovodoslidnyx robot: problemy i perspektivy"], *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, No. 5, P. 39–53.
7. Zagorodnyy, A. G., Voznyuk, G.L. (2005), *Financial and Economic Dictionary* [*Finansovo-ekonomichnyj slovnyk*], Vat. Nats. University Lviv Polytechnic, 714 p.
8. Zinov, V. (2000), "Problems of commercialization of the results of research and development" ["Problemy komercializaciyi rezultativ doslidzhen i rozrobok"], *Intellectual Property*, No. 3, P. 35–42.
9. Kalinichenko, M. P. (2012), "Marketing of commercialization of the results of innovation activity in industry" ["Marketynng komercializaciyi rezultativ innovacijnoyi diyalnosti v promyslovosti"], *Marketing and innovation management*, Sumy, No. 4, P. 43–50.
10. Lyashenko, O. M. *Models of commercialization and technology transfer in a global environment* : Monograph [*Modeli komercializaciyi ta transferu texnologij v umovax globalnogo seredovishha* : monografiya], Ternopil, 489 p.
11. Fedorov, M. V., Peshina, E. V. (2012), "Pentaspiral - the concept of knowledge production in an innovative economy" ["Pentaspiral – kontsepsiya proizvodstva znaniy v innovatsionnoy ekonomike"], *Control*, No. 3-4, P. 4–12.
12. Savchuk, V. S., Antoniuk, L. L. (2003), *Innovations: Theory, Mechanism, Development and Commercialization* : Monograph [*Innovaciyi: teoriya, mekhanizm, rozrobky ta komercializaciya* : monografiya], KNEU Kiev, 394 p.
13. Chukhrai, N. I., Krivoruchko, Yu. O. (2008), *Evaluation and development of relations between business partners* : Monograph [*Ocinyuvannya i rozvytok vidnosyn mizh biznes-partneramy* : monografiya], Lviv, 360 p.
14. Tsibinoga, M. O., Starkova, O. V., Flexible, L. A. (2011), "Organizational mechanism of the process of commercialization of innovations" ["Orhanizatsiyniy mekhanizm protsedury komertsializatsii nnovcii"], *System of information processing*, No. 2 (92), P. 273–276.
15. Kniaz, S., Shpak, N., Myroshchenko, N., Kolomiyets, O. (2014), "Commercialization of high-tech products: theoretical-methodological aspects", *Econtechmod*, Vol. 3, No. 1, P. 81–88.

Надійшла (Received) 10.09.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Король Ярослав Петрович** – Національний університет "Львівська політехніка", аспірант кафедри менеджменту організацій, м. Львів, Україна; e-mail: y.korol93@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5782-281X>.

**Король Ярослав Петрович** – Национальный университет "Львовская политехника", аспирант кафедры менеджмента организаций, г. Львов, Украина.

**Korol Yaroslav** – Lviv Polytechnic National University, Graduate Student at the Department of Management Organizations, Lviv, Ukraine.

## АНАЛИЗ СРЕДЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК В УНИВЕРСИТЕТАХ

**Предметом** исследования в статье является коммерциализация научно-технических разработок в Украине на основе заведений высшего образования. **Цель** работы заключается в разработке систематизированного подхода к процессам коммерциализации научно-технических разработок в университетах. Целями статьи являются определение организационно-экономических механизмов коммерциализации научно-технических разработок в университетах, что требует последующего анализа особенностей развития инновационной инфраструктуры в развитых странах, определения негативных факторов влияния на формирование национальной инновационной инфраструктуры, определения взаимосвязи инновационной инфраструктуры и механизмов коммерциализации научно-технических разработок в университетах, установления системы принципов эффективной коммерциализации научно-технических разработок в университетах. В работе получены

следующие **результаты**. В работе показано, что реализация механизмов коммерциализации существенно зависит от развитости инновационной инфраструктуры, проанализированы ее составляющие. Ведь процесс коммерциализации научно-технических разработок зависит от организации эффективных информационных потоков, конфигурация и скорость которых определяется мощностью коммуникационных каналов, адаптивностью обрабатывания информации структурными элементами задействованных участников-организаций, влиянием внешней среды. Проанализированы особенности развития инновационной инфраструктуры в развитых странах и Украине. Рассмотрены основные составляющие информационной инфраструктуры. Определены основные факторы, которые характеризуют эффективность развития инновационной инфраструктуры. Приведена классификация принципов поддержания процессов коммерциализации научно-технических разработок как на макро-, так и на микро- уровнях. **Выводы:** в целом эффективность коммерциализации научно-технических разработок зависит как от развитости национальной инновационной инфраструктуры, так и ее внутреннего сегмента. Активизация деятельности университетов предоставит им возможность эффективно формировать систему налаженных и оперативных связей науки, образования, бизнеса и органов власти в целом.

**Ключевые слова:** университет; научно-техническая разработка; коммерциализация; инновационная инфраструктура; принципы коммерциализации.

## THE ANALYSIS OF THE ENVIRONMENT OF COMMERCIALIZATION OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL DEVELOPMENTS AT UNIVERSITY

The **subject** matter of the article is the commercialization of scientific and technical developments in Ukrainian universities. The **goal** of the work is to develop the systematic approach to the processes of commercialization of scientific and technical developments in universities. The **tasks** of the study are to determine the organizational and economic mechanisms for the commercialization of scientific and technical developments in universities, which requires that the specifics of the innovative infrastructure in developed countries should be analyzed, negative factors that affect the development of the national innovation infrastructure should be specified, the relationship between the innovative infrastructure and the mechanisms for the commercialization of scientific and technological developments in universities should be determined, the system of principles for effective commercialization of scientific and technical developments at universities should be established. The following **results** are obtained. The paper shows that the implementation of the mechanisms of commercialization essentially depends on the development of the innovative infrastructure, its components are analyzed. The process of commercialization of scientific and technical developments depends on effective information flows, whose configuration and speed are determined by the capacity of communication channels, by the adaptability of data processed by the structural elements of organizations that participate in the process, by the impact of the external environment. The features of the development of innovative infrastructure in developed countries and in Ukraine are analyzed. The main components of the information infrastructure are considered. The main factors that characterize the effectiveness of the development of the innovation infrastructure are identified. The principles for supporting the processes of commercialization of scientific and technical developments at both macro- and micro- levels are classified. **Conclusions.** In general, the effectiveness of the commercialization of scientific and technological developments depends both on the development of the national innovation infrastructure and on its internal segment. The intensification of university activities enables developing the system of well-coordinated and operational links of science, education, business and government in general.

**Keywords:** university; scientific and technical development; commercialization; innovative infrastructure; principles of commercialization.

---

O. MYKOLIUK, N. PRYLEPA

## MANAGEMENT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF A CHOICE OF ENERGY SECURITY STRATEGY

The **subject** matter of the research in the article is the energy security strategy of enterprise, the choice of which for the enterprise is the basis of full functioning, further economic and innovative development. The **goal** of this article is to identify the conditions and criteria of a choice of energy security strategy of enterprises taking into account the factors and threats of the internal and external environment. In the article we used such **methods** and **techniques** of scientific cognition: methods of analysis and synthesis – to consider the essence of energy security strategy, method of theoretical generalization – to identify the formation stages of energy security strategy of enterprise in the conditions of innovative development, a taxonomy-analytical method – to classify the main components of the energy security strategy management of enterprise, method of logical generalization – to justify the relevance of the topic, goals and objectives of the research, method of transition from abstract to concrete – in the formulation and justification of proposals for the selection of energy security strategy in the conditions of innovative development of the enterprise. **Tasks:** to determine the choice of alternative strategic perspectives of energy security; to analyze the main approaches to formation of energy security strategy in the conditions of innovative development; to develop scientific and methodological recommendations for neutralization of threats of the energy strategy of enterprise in internal and external environment, revealed in innovation development process. The **following results** were obtained: defined the main selection criteria of energy security strategy of enterprise; the author's interpretation of the concept "energy security strategy of enterprise" is proposed, which is based on the vector of innovative development of enterprise in the field of energy security, which is aimed at rational and efficient use of energy and natural energy resources for achievement of strategic innovation aimed goals of energy policy; a structure for the energy security monitoring of enterprise has been formed and the main tasks of the enterprise's energy security subdivision have been defined. **Conclusions.** Management of innovative development of the enterprise involves the development and implementation of the concept, which is the basis for the formation of the enterprise economically grounded policy of improving the competitiveness of the enterprise. The dynamism and uncertainty of the market economy requires management of the enterprise quick adaptation to changing environmental conditions. Achievement of effective functioning of socio-economic systems is possible on the basis of efficiency and focus on reducing energy consumption of the enterprise. Consequently, management of innovative development of the enterprise which is based on energy security, may be the only way for domestic enterprises, which will provide a significant increase in competitiveness and form a new management paradigm in the long term.

**Keywords:** innovative development; management; energy security; threats; structure; strategy; energy efficiency; strategic analysis; energy audit.

---

### Introduction

The current stage of development of the economy of the country characterized by instability of market trends, threats to economic, political and social direction necessitates a choice of directions of innovative development of socio-economic systems. Formation and management of economically sound policies of enterprises is impossible without taking into account their energy component and, therefore, ensure their energy security. Strengthening the crisis of the industrial complex of the state is inextricably linked with the internal problems in the country, as well as geopolitical factors. The uncertainty of the external environment determines the awareness of the top management of the enterprises of the new character changes and the ability to react quickly to the process. Operation of businesses define the conditions of instability and uncertainty. The economic environment in their composition contains a significant number of market participants that are characterized by complex structure and model behavior in accordance with market conditions. Collectively, these factors contribute to the need for adopting quality managerial decisions, which will minimize the level of influence of external and internal threats at the same time will create conditions to ensure an adequate level of energy security of enterprises.

---

### The analysis of literary sources and recent research

It should be noted that the issue of innovative management development of enterprises is devoted to a number of works of both foreign and domestic scientists. Among foreign scientists a significant contribution to the solution of this problem belongs to I. Ansoff [1], P. Drucker, M. [6], Porter [16], K. Freeman [20] and others. Among domestic scientists' great attention to the innovation management and strategic development of the enterprises devote: L. Antonuk [2], M. Voynarenko [3; 23], O. Gonchar [21], A. Griniov [4], S. Ilyashenko [8] and others. Problems of ensuring energy security of the companies was studied by many scientists both in Ukraine and abroad, which confirms the relevance of this field of study. A significant contribution to the development of the theoretical foundations of economic security and its composition of energy security of the enterprise was made by G. Kozachenko [12] A. Lyashenko [13], S. Kavun [9], S. Shcharlet, [19] etc.

---

### The parts of the general problem that have not been solved

At the same time, the scientific literature has not fully disclosed issues of choice enterprises strategy according to ensure their energy security, taking into account the factors of external and internal impact in terms of innovative management development. A wide

range of issues relating to the alternatives of the strategic prospects of energy security, defining the content and the ways of improvement of innovative management activity of enterprises in the strategic context of their operation require further research.

The **goal** of the article lies in the choice of energy security strategy of enterprises, taking into account the influence of external and internal environment in the conditions of innovative development.

The **basic material** of innovation management development of the enterprise involves the adaptation of complex socio-economic system to the constant changes of the environment. Accordingly, there is a constant search and use of new ways of ensuring competitiveness of the enterprise. The realization of the potential of the enterprise in a changing environment, is impossible without the definition and adherence to the chosen strategy that provides for the priorities of the enterprise, its mission, main objectives and the allocation of resources to achieve them. One of the priority directions of development and functioning of the enterprise is the coordinated efforts of senior management towards safety. In particular, energy security of an enterprise reflects the level of security of its energy supply from external and internal threats in the context of the normal functioning with the perspective of development, and the degree of power supply the minimum required energy needs in emergencies [15; 24]. According to this definition, energy security of the enterprise can be achieved through the implementation of measures to improve its energy efficiency. Thus, the choice of enterprise strategy aimed at ensuring energy security involves the formation of a number of alternatives of a choice in strategies.

In turn, O. V. Kirilenko [11] distinguishes between the concepts of "energy strategy" as a process of formation of the general perspective directions of development of the enterprise in the field of energy conservation based on the definition of a qualitatively new goals, matching internal capabilities of the enterprise environment and the development of complex energy saving measures to ensure its implementation. The energy strategy should be the basis and strategy of the highest level for the formation of energy security strategy of the enterprise. Such a hierarchy will promote the principles of the International standard ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use", which establishes requirements for the energy management system, based on which the company can develop and implement energy policy, to setting goals and objectives, and develop action plans taking into account legislative requirements and data on significant energy use [22]. According to the economic essence of energy saving, the Law of Ukraine "About energy saving" [7], formed its own interpretation of the term: energy security strategy of the enterprise, which is a long-term vector of innovative development of enterprise in the field of energy security, aimed at rational and efficient use of energy and natural energy resources for the production of products, performance of works, rendering of services and achievement of strategic innovation aimed objectives of energy policy.

After reviewing the researches [10; 14; 17], as well as drawing on our own work [23], we believe that the energy security strategy of the enterprise is formed under the influence of a number of factors that can be divided into the following groups: external (macro - and microenvironment of the enterprise) and internal.

Macro environment of the enterprise defines the general conditions which must form its energy strategy and characterized by political, legal, economic, social and technological, nature, scientific-technical factors.

However, assessment of the macro environment can be augmented by analyzing the energy component, which determines the state policy in the field of formation of energy security strategy of enterprises and regions. Factors in the microenvironment include the requirements of consumers for products, the energy saving policy of the competitors, conditions of energy supply and energy-saving equipment.

The internal factors of formation of strategy of energy security of the enterprise should include the concept of development of the enterprise, its strategic goals defined the overall corporate strategy and the strategic potential of an enterprise (resource, production, labor, investment, innovation, organizational, managerial, financial) as a combination of existing resources and competencies to achieve the strategic objectives of energy saving.

Of course, the energy security strategy of enterprises must comply with the basic directions of implementation of energy strategy at the state level that is due primarily to the monopolistic nature of the whole energy and the lack of competition in the electricity market.

Therefore, the choice of energy security strategy of the enterprise is influenced both by internal factors of the enterprise (its internal environment, including available resources and competencies) and by external environment (macro and micro). Based on the methodology of the continuous improvement cycle "Plan – Do – Check – Act" (PDCA) as stipulated in the International standard ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use", the algorithm of development energy security strategy of the enterprise should include the following steps (Fig. 1).

The choice of energy security strategy of the enterprise is preceded the holding of strategic energy analysis which aims to study external and internal factors affecting energy consumption and energy efficiency of the enterprise.

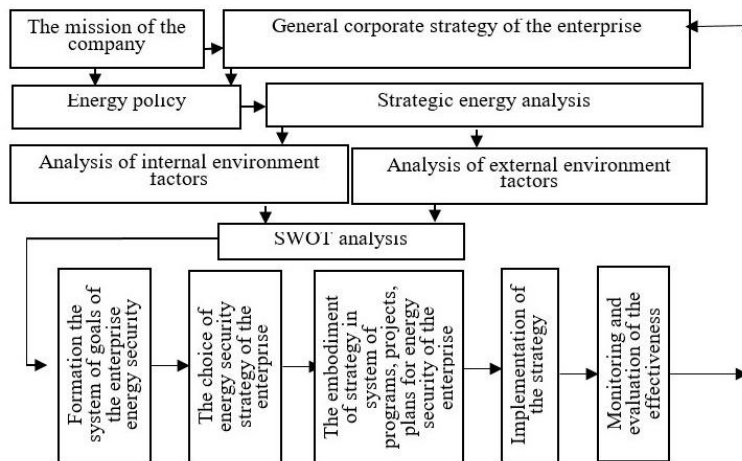
According to the International standard ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use" for the development of energy analysis in the enterprise need to carry out a series of sequential steps:

a) analyze energy use based on measurement and evaluation sources; evaluation of the utilization and energy consumption for previous periods;

b) identify areas of excessive energy consumption, which involves the identification of buildings, equipment, systems, processes that significantly affect the use and consumption of energy; the current definition of energy

efficiency indicators associated with the significant use of energy; evaluate the future use and energy consumption;

c) identifying opportunities to improve energy efficiency.



**Fig. 1.** Stages of formation of energy security strategy of the enterprise in the conditions of innovative development (formed by the authors based on [17])

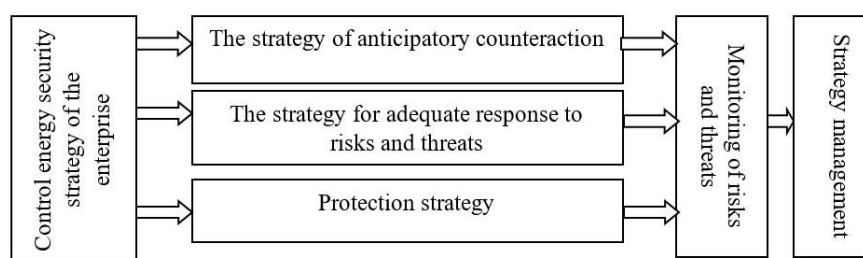
Therefore, Dzhedzhula V. V. declares the necessity of conducting an energy audit, which is in the feasibility survey systems generation, transportation and consumption of energy resources, water for the purpose of identification and economic justification technical, organizational, economic, operational ways of reducing primary energy consumption and maximum transfer to the secondary and alternative sources of energy. Such steps will enable the company to achieve real and substantial savings and reduce the ecological load on the environment [5].

I agree that an energy audit is a tool for the study of energy and energy-financial flows of enterprises. As a result of which the proposed economically justified energy conservation measures. The basis of energy efficiency policies in the enterprise can be formed the energy management service, whose main objective is to ensure energy security. Accordingly, the energy audit should be attributed to the priority methods of strategic energy analysis.

Completed strategic analysis by conducting SWOT analysis with which to develop strategic alternatives of innovative development, build development scenarios impact on energy security of the enterprise. In the next step justify the energy security strategy, which will allow wider use of opportunities and strengths of the enterprise and also to neutralize threats, reduce the impact of weaknesses. Implementing the strategy into concrete actions is possible through the quality system of programs,

projects, plans of conservation. The implementation of the programme of energy saving requires the use of technical, economic, organizational, legal and other methods.

The company should provide monitoring, measurement and analysis of energy efficiency indicators, based on which conclusions on the effectiveness of the chosen strategy. If necessary, possible remedial effect and review the overall development strategy and energy policy of the enterprise. Achieve system objectives within the framework of the chosen energy security strategy of the enterprise will promote energy efficiency and prevent internal and external threats, as well as the stable functioning of the enterprise. The proposed sequence of development energy security strategy of the enterprise demonstrates the need for a versatile energy analysis, the need to find a "pair combinations" in the SWOT analysis and provide alternative rationale for the strategy. At the research works [12; 14; 18] a group of scientists explores the specific socio-economic situation on the optimization of the composition and choice of variants of the enterprise strategy. Based on this list each company must be formed, discussed and adopted its own, specific to this enterprise, a comprehensive strategy, taking into account the peculiarities of the macroeconomic situation, the status of sectoral and regional surroundings of the enterprise, its internal capacity, as well as management energy security strategy. Control energy security strategy of enterprises in the unstable conditions of existence must contain the following components (Fig. 2).



**Fig. 2.** Main components of a management energy security strategy of the enterprises in conditions of innovative development

The strategy of anticipatory counteraction is in the anticipation and prevention of negative phenomena, preparing for their emergence and prevention at the initial stage. The effectiveness of the strategy could be achieved with energy-stability of the enterprise and helps organization within a certain time to perform its functions even in the case of environmental parameters for certain restrictions.

Thus, the strategy of anticipatory counteraction is based on activities that contribute to counter crises and slow down the process of their development in the company. In addition, the organization is able to function using properties such as flexibility and adaptability that allow it to change the goals, processes and pace of achieving the objectives or goals depending on the conditions of the internal environment.

Strategy for adequate response lies in the adoption of management decisions aimed at neutralizing external and internal threats that constantly arise on the basis of the analysis of the external environment of the enterprise. In its actions the strategy for adequate response relies on the reserves and additional resources, stabilize the situation, but also on the competence of the leadership in energy security issues. During the implementation of this strategy determines the success of solving problems, enables companies to perform their production tasks within a certain time, despite being in a state of crisis and to move towards innovative development. Irrational organized system of control has a negative impact not only on the work of the enterprise, but also on the relations with the external environment, which on its turn affects energy economic indicators.

With the aim of resolving crisis situations and out of them in the functioning of enterprises used a range of strategies as "Bankruptcy", "Sanation", "Peace agreement", "Elimination" and others, which are based on financial relationships, and the ways out of crisis situations based on the solution of economic and energy.

Consequently, the development of a strategy for adequate response and decision-guidance solutions aimed at neutralizing threats in the external environment involves the following steps:

- analysis of the current crisis;
- definition and division of objective and subjective negative actions;
- define the list of measures to prevent threats to energy security;
- assessment of the effectiveness of the proposed measures from the point of view of neutralization of negative actions;
- valuation of the proposed measures to address the threats to energy security.

In turn, the protection strategy seeks to ensure the protection of information and property business, as well as security personnel. In our view, to ensure energy security in the enterprise needs to operate special organs.

The organizational activity of the enterprise involves the creation of structures involved in the analysis of the state's energy security and developing measures to ensure the economic security of the enterprise as a whole, depending on the nature of the business and can be as own department, and also as attracted on a contractual basis. The main objectives of division of energy security is shown in figure 3.

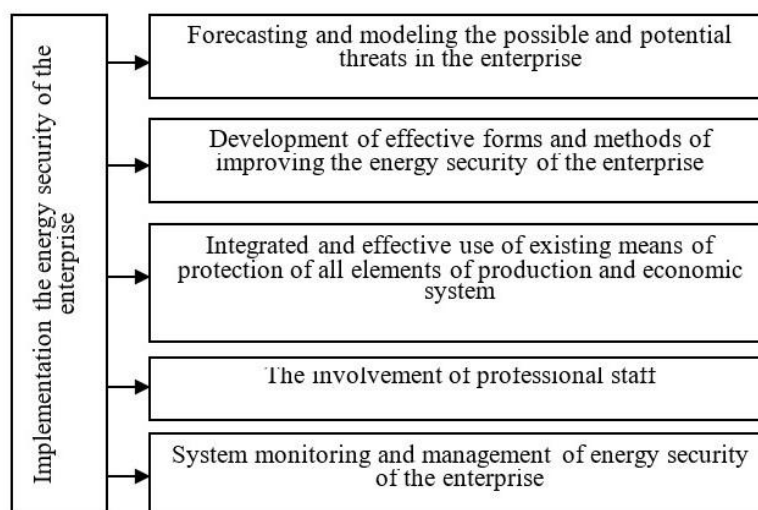


Fig. 3. Main tasks of the division of energy security implementation (built by the author using [14])

Thus, the main objectives of the division of energy security of the enterprise are:

1) definition of criteria and parameters (qualitative and quantitative thresholds) energy system enterprises that meet the requirements of energy security;

2) development of mechanisms and measures identification of threats to energy security and their carriers;

3) the rationale for the areas of localization of threats;

4) establishment of the main subjects of the threats, the mechanism of their functioning and impact on the energy system of the enterprise;

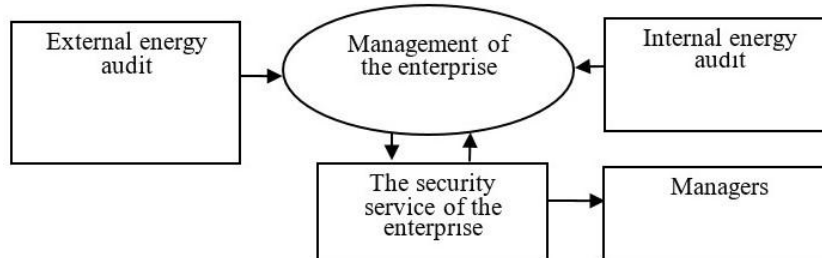
5) development of methodology for predicting, identifying and preventing the factors that determine the occurrence of threats to energy security, conduct research

to identify trends and opportunities for the development of such threats;

6) creation of mechanisms and measures of energy and economic policy, neutralizing or mitigating the impact of negative factors;

7) the definition of objects, subjects of control parameters for the energy security of the enterprise.

To reduce internal risks and threats to energy security are needed in the enterprise, first of all, the control structure of energy security of the enterprise, which is presented in figure 4.



**Fig. 4.** Control structure of energy security of the enterprise

Control service to ensure energy security of the enterprise should in operative mode monitor energy security, to react on changing situations, regularly prepare documents to guide the enterprise to make decisions regarding problems related to the supply and consumption of energy resources, and to monitor their implementation.

Thus, for the organization of effective system of energy security of the enterprise is necessary to develop appropriate documentation, the company, which shall be determined by internal and external threats, as well as the criteria based on which the energy security of the enterprise can be recognized as impaired.

Under such conditions, monitoring of risks and threats to energy security is conducted to analyze and organize incoming information for further relevant decisions of the higher management of the companies. The complexity of the practical implementation of the process of monitoring risks and threats, first of all, depends on the source of occurrence and risk profile. To identify risks and analyze them for the level of quality necessary, but not sufficient. The risk of economic decisions estimated expected losses, which is a consequence of the threat, so the risk assessment framework that formalize the process of measurement and calculation, must determine three basic components: magnitude (the amount of possible losses); likelihood of adverse events; duration of exposure to risk.

According to many specialists and scientists to measure and assess risks is the most important and difficult step in the entire procedure of monitoring and control energy risk. The quality of such estimates depends on the appropriateness of implementation of a particular business transaction, determining the level of necessary energy resources, the formation of an adequate cost of insurance.

Since the activities of enterprises connected with the action of external and internal risk factors and threats to energy security, there should be monitoring internal and external risk factors, determine the level of risk and, if necessary, making appropriate management decisions for its reduction or prevention. To internal and external risk factors of functioning of the enterprise identified in the innovation development process and are subject to monitoring include: the lack or insufficiency of external

and internal investments, difficulties in obtaining long-term loans from banks, which do not allow to replenish the company's circulating assets and to direct them to update power equipment. This leads to the use of technically and morally obsolete equipment and technologies, which entails a threat to energy security. Inefficient organization of the production process, insufficient skilled workers, a high degree of wear of fixed assets at the enterprises of Ukraine is 60-70% and in some industries reaches 80-85% etc., leads to decrease in the level of energy security.

Thus, the energy security strategy of the enterprise should include the following components:

- diagnostics of situations;
- separation of objective and subjective negative actions;
- define the list of measures to prevent threats to energy security;
- assessment of the effectiveness of the proposed measures from the point of view of neutralization of negative actions;
- valuation of the proposed measures to address the threats to energy security.

## Conclusions

One of the main reasons constraining innovative development of Ukraine is the lack of domestic enterprises the explicit directions of the reflected in the appropriate strategy. In an unstable market trends, threats to energy, political and social trends, energy security is becoming increasingly important not only at country level but also at the enterprise level. Energy security is one of the highest priorities of the functional areas of security. Energy security plays a defining role in ensuring the sustainability and competitiveness of the enterprise. At the same time reducing the level of energy security of Ukraine due to a number of external and internal factors, and risks with respect to ensuring energy sustainability and independence. Definition of priority directions of ensuring energy security of the enterprise should be preceded by an assessment of the current state and diagnosis of the existing risk factors, involve formation of strategy of

energy security of the enterprise. The basis of such a strategy should be based on an assessment of actual volume of consumption of energy resources, technical, information and technological support of the enterprise. Development of energy security strategy of the enterprise involves conducting versatile power analysis to find the "pair combinations" in the SWOT analysis and the alternative rationale. The creation of a special control structure over the energy security of the enterprise, whose main task is to analyze the status of energy security and development of measures for its maintenance, creates additional opportunities for monitoring, timely response

on changing situations related to the delivery and consumption of energy resources.

#### Further researches

The subject of further studies are issues of innovative development of the enterprises through a strategy of ensuring their energy security, the method of building a hierarchy of strategy choice of energy security, take into account the numerous factors that influence the external environment and the existing level of energy security.

#### References

1. Ansoff, I. (1999), *New corporate strategy* [Novaya korporativnaya strategiya], SPb.: Piter, 416 p.
2. Antoniuk, L. L., Poruchnyk, A. M., Savchuk, V. S. (2003), *Innovation: theory, designing mechanism and commercialization* [Innovatsii: teoriia, mekhanizm rozrobky ta komertsializatsii], Kyiv : KNEU [in Ukrainian].
3. Voynarenko, M. P., Dzhedzhula, V. V., Yepifanova, I. Y. (2016), "Modeling of the decision making process regarding sources of funding for innovation activities" ["Modelyuvannya protsesu pryinyattya rishennya shchodo dzherel finansuvannya innovatsiynoi diyalnosti"], *Economical journal* – XXI, No. 7-8 (160), P. 126–128, available at : <http://soskin.info/ea/2016/160-7-8/201630.html> [in Ukrainian].
4. Hrinov, A. V. (2003), *Innovative development of machine-building enterprises: concept, methodology, strategic management* [Innovatsiyni rozvytok mashynobudivnykh pidpriemstv: kontseptsii, metodolohiia, stratehichne upravlinnia], Kharkiv: VZ INZHEKT [in Ukrainian].
5. Dzhedzhula, V. V. (2014), *Energy saving of industrial enterprises: methodology of formation, management mechanism* [Enerhozberezhennia promyslovykh pidpriemstv: metodolohiia formuvannia, mekhanizm upravlinnia], Vinnitsa: VNTU [in Ukrainian].
6. Druker, P. (1992), *The results-oriented management* [Upravlenie, natselenoe na rezultaty], Moscow: Prohress [in Russian].
7. The Law of Ukraine "About energy saving" dated 01.07.1994 № 74/94-BP [Zakon Ukrainy "Pro enerhozberezhennia" vid 01.07.1994 № 74/94-VR (zi zminamy ta dopovnennyamy)] (1994), (n.d.). [zakon3.rada.gov.ua, available at :http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/94-bp](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/94-bp). [in Ukrainian].
8. Illiashenko, S. M. (2005), *Management of Innovative Development* [Upravlinnia innovatsiynym rozvytkom], Kyiv : Publishing House "Princess Olga" [in Ukrainian].
9. Fedorenko, V. H., Denysenko, N. P., Hryshchenko, I. M., & Hrechan, A. P. (2008), *Innovative processes in a mixed economy* [Innovatsiini protsesy v zmishaniy ekonomitsi], Kyiv: NISD [in Ukrainian].
10. Kavun, S. V. (2009), *System of economic security: methodological and methodical principles* [Systema ekonomichnoi bezpeky: metodolohichni ta metodychni zasady], Kharkiv:HNEU [in Ukrainian].
11. Kyrilenko, O. V. (2010), "Energy saving is a development strategy" ["Enerhozberezhennia – stratehiia rozvytku"], *Business messenger*, No. 2, P. 8–11 [in Ukrainian].
12. Kozachenko, A. V., Ponomarev, V. P., Ljashenko, A. N. (2003), *Economic security of the enterprise: the essence and mechanism of ensuring* [Ekonomicheskaja bezopasnost' predpriyatiya: sushhnost' y mekhanizm obespecheniya], K.: Lybra [in Russian].
13. Liashenko, O. M. (2011), *Conceptualization of management of economic safety of the enterprise* [Kontseptualizatsiia upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu pidpriemstva], Luhansk: SNU im. V. Dalia [in Ukrainian].
14. Bilovodska, O. A. (Eds) (2012), *Mechanism of Strategic Management of Innovation Development* [Mekhanizm stratehichnoho upravlinnia innovatsiynym rozvytkom], Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].
15. Nadtocha, T. B. (2010), "Energy security of the enterprise as a tool to ensure its sustainable socio-economic development" ["Enerhetychna bezpeka pidpriemstva yak instrument zabezpechennya yoho staloho sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku"] *Economy and organization of management*, Vol. 2 (8), P. 15–24 [in Ukrainian].
16. Porter, M. E. (2005), *Competition* [Konkurentsii], Moscow: "Vyliams" [in Russian].
17. Sak T. V. (2016), "Energy saving strategy of the enterprise: essence, factors, stages of formation" ["Stratehiia enerhozberezhennia pidpriemstva: sutnist, chynnyky, etapy formuvannia"], *Global and national problems of the economy*, No. 11, P. 494–497 [in Ukrainian].
18. Beketova, O. M. (2015), *Financial and Economic Security: Strategic Analysis and Audit Support* [Finansovo-ekonomichna bezpeka : stratehichna analityka ta audytorskyi suprovid], Kharkiv : KhNUMH [in Ukrainian].
19. Shkarlet, S. M. , Marhasova, V. H., Sakun, O. S. (2016), "Mechanism of management in the system of strategic support of economic stability to threats to economic security" ["Mekhanizm upravlinnia v systemi stratehichnoho zabezpechennia stiikosti ekonomiky do zahroz ekonomichnoi bezpetsi"], *Scientific Bulletin of Polissia*, No. 3 (7), P. 29–37 [in Ukrainian].
20. Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (eds) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, in G. Dosi "Japan: A New National System of Innovation", Pinter, P. 330–348.
21. Gonchar, O. I.(2016), "Management potential of the company with regard flock business life", *Scientific Bulletin of Polissia*, No. 3 (7), P. 190–196.
22. ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use", available at : <http://www.iso.org/>.
23. Voynarenko, M. P., Mykoljuk, O. (2017), "Strategic energy security outlook formation of Ukraine under European integration process", *Scientific bulletin Polesie*, No. 3 (11), Part 1, P. 29–37.

24. Mykoliuk, O. (2018), "Priority trends in ensuring the energy security of Ukraine in the terms of eurointegration" [Tendentsii prioritetnosti obespecheniya energeticheskoy bezopasnosti Ukrainy v usloviyakh evrointegratsii], *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (3), P. 116–123. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.116>.

Received 17.08.2018

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Миколюк Оксана Анатоліївна** – кандидат економічних наук, доцент, Хмельницький національний університет, докторант кафедри обліку, аудиту та оподаткування, м. Хмельницький, Україна; e-mail: oks81mik@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8526-0829>.

**Миколок Оксана Анатольевна** – кандидат экономических наук, доцент, Хмельницкий национальный университет, докторант кафедры учета, аудита и налогообложения, г. Хмельницкий, Украина.

**Mykoliuk Oksana** – PhD (Economics Sciences), Associate Professor, Khmelnytskyi National University, Doctoral Student at the Department of Accounting, Auditing and Taxation, Khmelnytskyi, Ukraine.

**Прилепа Наталія Валеріївна** – кандидат економічних наук, Хмельницький національний університет, доцент кафедри менеджменту, адміністрування, та готельно-ресторанної справи, м. Хмельницький, Україна; e-mail: nataprilepa@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6255-3669>.

**Прилепа Наталия Валерьевна** – кандидат экономических наук, Хмельницкий национальный университет, доцент кафедры менеджмента, администрирования и гостинично-ресторанного дела, г. Хмельницкий, Украина.

**Prylepa Nataliia** – PhD (Economics Sciences), Khmelnytskyi National University, Associate Professor at the Department of Management, Administration and Hotel and Restaurant Business, Ukraine.

## УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ВИБОРУ СТРАТЕГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

**Предметом** дослідження в статті є стратегія забезпечення енергетичної безпеки підприємства, вибір якої для підприємства є основою повноцінного функціонування та подальшого економічного та інноваційного розвитку. **Мета** статті полягає у виявленні умов та критеріїв вибору стратегії забезпечення енергетичної безпеки підприємств із врахуванням чинників та загроз внутрішнього та зовнішнього середовища. У статті було використано такі **методи і прийоми** наукового пізнання: методи аналізу та синтезу – для розгляду сутності стратегії забезпечення енергетичної безпеки, теоретичного узагальнення – для виявлення етапів формування стратегії забезпечення енергетичної безпеки підприємства за умов інноваційного розвитку, класифікаційно-аналітичний – для класифікації основних складових стратегії управління енергетичною безпекою підприємств, логічного узагальнення – для обґрунтування актуальності теми, мети і завдань дослідження, метод переходу від абстрактного до конкретного – при розробці та обґрунтуванні пропозицій щодо вибору стратегії забезпечення енергетичної безпеки за умов інноваційного розвитку підприємства. **Завдання:** визначити альтернативи вибору стратегічних перспектив енергетичної безпеки; проаналізувати основні підходи до формування стратегії забезпечення енергетичної безпеки за умов управління інноваційним розвитком; розробити науково-методичні рекомендації щодо нейтралізації загроз внутрішнього та зовнішнього середовища енергетичній стратегії підприємства, що виявляються у процесі інноваційного розвитку. Отримано такі **результати:** визначено основні умови вибору забезпечення енергетичної безпеки підприємства; запропоновано авторське тлумачення поняття "стратегія забезпечення енергетичної безпеки підприємства", в основі якого покладено вектор інноваційного розвитку підприємства у сфері енергетичної безпеки, що спрямований на раціональне та енергоефективне використання енергії і природних енергетичних ресурсів досягнення стратегічних інноваційно-спрямованих цілей енергетичної політики; сформовано структуру контролю за забезпеченням енергетичної безпеки підприємства та визначено основні завдання підрозділу забезпечення енергетичної безпеки підприємства. **Висновки.** Управління інноваційним розвитком підприємства передбачає розробку та реалізацію концепції, яка є основою для формування підприємством економічно обґрунтованої політики підвищення конкурентоздатності підприємства. Динамічність та невизначеність ринкової економіки вимагає від менеджменту підприємства швидкої адаптації до мінливих умов зовнішнього середовища. Досягнення ефективності функціонування соціально-економічних систем можливе на засадах енергоефективності та орієнтації на зниження енерговитрат підприємства. Відтак, управління інноваційним розвитком підприємства в основі якого покладено забезпечення енергетичної безпеки, може стати єдиним прийнятним виходом для вітчизняних підприємств, який дозволить забезпечити значне підвищення конкурентоздатності та сформує нову парадигму управління на довгострокову перспективу.

**Ключові слова:** інноваційний розвиток; управління; енергетична безпека; загрози; структура; стратегія; енергоефективність; стратегічний аналіз; енергетичний аудит.

## УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ В КОНТЕКСТЕ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Предметом** исследования в статье является стратегия обеспечения энергетической безопасности предприятия, выбор которой для предприятия является основой полноценного функционирования и дальнейшего экономического и инновационного развития. **Цель** статьи заключается в выявлении условий и критериев выбора стратегии обеспечения энергетической безопасности предприятий с учетом факторов и угроз внутренней и внешней среды. В статье были использованы следующие **методы и приемы** научного познания: методы анализа и синтеза – для рассмотрения сущности стратегии обеспечения энергетической безопасности, теоретического обобщения – для выявления этапов формирования

стратегии обеспечения энергетической безопасности предприятия в условиях инновационного развития, классификационно-аналитический – для классификации основных составляющих стратегии управления энергетической безопасностью предприятий, логического обобщения – для обоснование актуальности темы, цели и задач исследования, метод перехода от абстрактного к конкретному - при разработке и обосновании предложений по выбору стратегии обеспечения энергетической безопасности в условиях инновационного развития предприятия. **Задачи:** определить альтернативы выбора стратегических перспектив энергетической безопасности; проанализировать основные подходы к формированию стратегии обеспечения энергетической безопасности в условиях управления инновационным развитием; разработать научно-методические рекомендации по нейтрализации угроз внутренней и внешней среды энергетической стратегии предприятия, которые выявляются в процессе инновационного развития. Получены следующие **результаты:** определены основные условия выбора обеспечения энергетической безопасности предприятия; предложено авторское толкование понятия "стратегия обеспечения энергетической безопасности предприятия", в основе которого лежит вектор инновационного развития предприятия в сфере энергетической безопасности, направленный на рациональное и энергоэффективное использование энергии и природных энергетических ресурсов, достижение стратегических инновационно-направленных целей энергетической политики; сформирована структура контроля за обеспечением энергетической безопасности предприятия и определены основные задачи подразделения обеспечения энергетической безопасности предприятия. **Выводы.** Управление инновационным развитием предприятия предполагает разработку и реализацию концепции, которая является основой для формирования предприятием экономически обоснованной политики повышения конкурентоспособности предприятия. Динамичность и неопределенность рыночной экономики требует от менеджмента предприятия быстрой адаптации к меняющимся условиям внешней среды. Достижения эффективности функционирования социально-экономических систем возможно на основе энергоэффективности и ориентации на снижение энергозатрат предприятия. Следовательно, управление инновационным развитием предприятия в основе которого возложено обеспечение энергетической безопасности, может стать единственным приемлемым выходом для отечественных предприятий, который позволит обеспечить значительное повышение конкурентоспособности и сформирует новую парадигму управления на долгосрочную перспективу.

**Ключевые слова:** инновационное развитие; управление; энергетическая безопасность; угрозы; структура; стратегия; энергоэффективность; стратегический анализ; энергетический аудит.

Т. В. МОМОТ, І. О. ФІЛАТОВА, Д. Д'ЯКОН

## ОЦІНКА ЗАГРОЗ МАРКЕТИНГОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ КЛІЄНТО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

**Предметом** дослідження в статті є оцінка загроз маркетингового середовища в умовах впровадження клієнто-орієнтований підходу до управління підприємствами будівельної галузі. **Мета** – обґрунтування науково-методичних засад впровадження клієнто-орієнтований підходу до управління підприємствами будівельної галузі з врахуванням оцінки загроз маркетингового середовища. **Завдання:** досліджено складові маркетингового середовища, систематизовано його загрози з врахуванням особливостей функціонування підприємств будівельної галузі. Проаналізовано стан та тенденції розвитку будівельної галузі на макро- та мікрорівні. Проаналізовано стан житлового будівництва України у порівнянні із станом житлового фонду країни в цілому. Обґрунтовано актуальність впровадження клієнто-орієнтованого підходу до управління корпоративними підприємствами будівельної галузі. **Методи:** абстрактно-логічний аналіз, теоретичного узагальнення, системного та статистичного аналізу, експертних оцінок. Отримані такі **результати.** Здійснено класифікацію загроз маркетингового середовища корпоративних підприємств будівельної галузі. Розроблено методичний підхід до оцінки ефективності системи клієнто-орієнтованого управління за сьома компонентами, а саме відповідність продукції підприємства очікуванням клієнта; рівень благоустрою прибудинкової території; ступінь задоволення клієнтів якістю будівельних робіт та матеріалів; ступінь задоволення клієнтів комфортністю будинку; рівень обслуговування клієнтів; рівень інформованості клієнта про діяльність підприємства; конкурентні переваги та репутація підприємства. **Висновки.** Проаналізовано тенденції розвитку підприємств будівельної галузі України протягом 2013–2017 рр. Конкурентоспроможність підприємств будівельної галузі у значній мірі залежить як від ефективності менеджменту, так і від факторів ризику як на макро-, так і на мікрорівні, що обумовлює доцільність пошуку шляхів залучення достатньої кількості споживачів, з метою посилення конкурентних переваг підприємств галузі. Доведено, що основними параметрами конкурентоспроможності підприємств будівельної галузі є рівень якості виконання будівельних робіт, ціна, додаткові послуги для споживачів, які можуть сформувати додаткову корисність та посилити позицію підприємства на ринку та які є базою для формування цінностей у системі клієнто-орієнтованого управління. Запропоновано сегментацію будівельного ринку нерухомості та виділено підходи до утримання покупців в рамках системи клієнто-орієнтованого управління. На основі експертного опитування розроблено методичний підхід до оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління в системі забезпечення корпоративної безпеки підприємств будівельної галузі.

**Ключові слова:** клієнто-орієнтоване управління; маркетингове середовище; підприємства будівельної галузі; загрози маркетингового середовища; сегментація будівельного ринку нерухомості; конкурентоспроможність підприємства.

### Вступ

Одним із напрямків забезпечення високого рівня корпоративної безпеки є своєчасна оцінка загроз маркетингового середовища підприємств будівельної галузі з метою зменшення їх негативного впливу на діяльність підприємства, яке функціонує в умовах впливу, з одного боку, економічних, демографічних, політико-правових, науково-технічних, природно-кліматичних чинників та чинників культурного середовища, а з іншого – ефективність його діяльності багато в чому залежить від постачальників, посередників, поведінки споживачів, дій конкурентів та контактних аудиторій. Зазначені чинники є складовими маркетингового середовища. Світовий досвід доводить, що перспективним для підвищення конкурентоспроможності та швидкості реагування на зміни кон'юнктури ринку є впровадження клієнто-орієнтованого управління, що є відносно новим для вітчизняних підприємств будівельної галузі. Дослідження мотивацій споживачів та оцінка загроз маркетингового середовища функціонування підприємств будівельної галузі, а саме: виокремлення елементів, що визначають ринковий вибір споживачів, та розкриття їх зв'язку з комплексом маркетингу підприємства дозволяє створити базу для впровадження комплексної системи клієнто-орієнтованого управління. Недостатні напрацювання в

області дослідження маркетингового середовища в умовах впровадження клієнто-орієнтованого підходу до управління підприємствами будівельної галузі та підвищені інтереси практиків зумовлюють актуальність цього питання та необхідність його вирішення.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Котлер Ф. визначає маркетингове середовище фірми як сукупність активних суб'єктів і сил, що діють за межами фірми і, що впливають на можливості керівництва службою маркетингу встановлювати і підтримувати з цільовими клієнтами відносини успішного співробітництва [1]. Полтораки В.А. трактує маркетингове середовище як сукупність активних суб'єктів, різноманітних чинників, що діють за межами підприємства і впливають на її стратегію, можливості ефективно працювати на ринку і не підлягають безпосередньому контролю з боку підприємства [2]. Белявцев М.І. та Іваненко Л.М. розглядають середовище маркетингу як сукупність активних суб'єктів, сил і факторів, що діють як усередині, так і за межами підприємства й організації, які впливають на можливості керівництва, і служби маркетингу досягати поставлених цілей [3]. Скибінський С.В. визначає маркетингове середовище підприємства як сукупність активних суб'єктів та сил

у межах та за межами підприємства, які впливають на можливості керівництва підприємства та служби маркетингу діяти на цільових ринках підприємства [4]. Азарян О.М. розглядає маркетингове середовище як сукупність активних суб'єктів і сил, що діють за межами підприємства і впливають на можливості керівництва службою маркетингу встановлювати та підтримувати з цільовими клієнтами відносини успішного співробітництва [6]. Броннікова Т. С. визначає маркетингове середовище фірми як сукупність активних суб'єктів та сил, що діють за межами фірми та впливають на можливості керівництва службою маркетингу встановлювати та підтримувати з цільовими клієнтами відносини успішного співробітництва [7]. Гаркавенко С.С. зазначає, що маркетингове середовище – сукупність суб'єктів, умов та сил, що діють за межами підприємства і здатні вплинути на його маркетингову діяльність. Врахування змін маркетингового середовища та здатність своєчасно адаптуватися до них надає можливості підприємству зайняти вигідну конкурентну позицію. Проте не всі зміни піддаються прямому впливу підприємства, що обумовлює доцільність виокремлення та дослідження внутрішнього та зовнішнього маркетингового середовища. Незважаючи на наявність вагомій наукової бази стосовно дослідження маркетингового середовища підприємства, застосування клієнто-орієнтованого управління та оцінка його ефективності для підвищення конкурентоспроможності є відносно новим для вітчизняних підприємств будівельної галузі. Зокрема, невирішеним є питання вибору критеріїв і засобів оцінки клієнто-орієнтованого управління в системі забезпечення корпоративної безпеки підприємства [8]. Натомість світовий досвід переконливо доводить доцільність та перспективність застосування цього підходу в практиці менеджменту, оскільки він дозволяє глибше зрозуміти потреби клієнта, задовольнити їх краще за конкурентів, підвищивши при цьому конкурентоспроможність та швидкість реагування на зміни кон'юнктури ринку [9].

### **Виявлення невирішених раніше частин загальної проблеми**

Метою роботи є обґрунтування науково-методичних засад впровадження клієнто-орієнтований підходу до управління підприємствами будівельної галузі з врахуванням оцінки загроз маркетингового середовища. Досягнення поставленої мети обумовило вирішення таких завдань: обґрунтовано сутність та досліджено складові маркетингового середовища, систематизовано його загрози з врахуванням особливостей функціонування підприємств будівельної галузі. Проаналізовано стан та тенденції розвитку будівельної галузі на макро- та мікрорівні. Проаналізовано стан житлового будівництва України у порівнянні із станом житлового фонду країни в

цілому. Обґрунтовано актуальність впровадження клієнто-орієнтованого підходу до управління корпоративними підприємствами будівельної галузі з метою забезпечення підвищення їх конкурентоспроможності та швидкості реагування на зміни ринкової інфраструктури.

### **Матеріали та методи**

Теоретико-методичною основою дослідження стали наукові праці та інформаційно-аналітичні матеріали провідних вітчизняних вчених і зарубіжних учених-економістів в сфері клієнто-орієнтованого підходу до управління підприємством у рамках підвищення його конкурентоспроможності. У ході дослідження використано такі методи: абстрактно-логічний аналіз – для теоретичного узагальнення й обґрунтування напрямів та результатів дослідження; теоретичного узагальнення – для виявлення та систематизації маркетингового середовища корпоративних підприємств будівельної галузі; системного та статистичного аналізу – для аналізу та оцінювання динаміки розвитку будівельного ринку України; експертних оцінок – для оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління корпоративних підприємств будівельної галузі.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Дослідження підходів різних авторів щодо характеристики маркетингового середовища, його складових та факторів впливу дозволило систематизувати загрози маркетингового середовища корпоративних підприємств будівельної галузі (табл. 1).

Класифікація загроз маркетингового середовища здійснюється всередині окремого підприємства. Після того, як керівництво встановлює цілі, служба маркетингу починає розробляти власну систему факторів, що підлягають контролю. Будь-який план може бути зруйнованим за умов негативного впливу неконтрольованих факторів. Через це виникає необхідність постійно стежити за змінами зовнішнього середовища та враховувати їх вплив. План повинен передбачати процедури на випадок виникнення непередбачуваних обставин.

Приналежність компанії до будь-якої галузі обумовлює наявність додаткових особливих загроз маркетингового середовища, зокрема для підприємств будівельної галузі доцільно виділити такі: наявність земельних ділянок (здійснення операцій з отримання земельної ділянки пов'язано з фінансовими та юридичними загрозами), типи будівництва (переважання малоповерхової забудови, що є низькоприбутковою для будівельних підприємств, викликає загрозу нежиттєздатності проекту та загрозу не завершення будівництва).

Таблиця 1. Класифікація загроз маркетингового середовища будівельної галузі

Ознака	Види загроз
За джерелами виникнення	Зовнішні та внутрішні
Залежно від суб'єктивної обумовленості	Об'єктивні та суб'єктивні
Залежно від суб'єкта посягання	Постачальники, конкуренти, посередники, споживачі
Залежно від об'єкта посягання	Персоналу, майну, технологіям, техніці, інформації, продукції, діловій репутації
За можливістю прогнозування	Прогнозовані та не прогнозовані
За способами контролю	Контрольовані та неконтрольовані
За ступенем імовірності	Фактичні, потенційні
За природою виникнення	Демографічні, соціальні, економічні, культурні, науково-дослідницькі, природні, політичні, правові
Залежно від географічного простору роботи	В межах одного міста, в межах області, в межах країни, в межах світового простору
Залежно від кількості конкурентних організацій на обмеженому географічному просторі	Загрози при незначній та значній кількості
Залежно від ступеню монополізації ринку великими підприємствами	Загрози монополії, олігополії, конкурентного середовища
Загрози появи браку, в тому числі прихованого	Загрози що призводять до фінансових втрат у незначному розмірі, у значному розмірі
Загрози сезонності робіт	Погодні ризики, загрози нехватки робітників у період високого навантаження, загрози економічних збитків внаслідок помилок планування
Загрози внаслідок віддаленості та територіальної роз'єднаності об'єктів	Загрози зниження рівня керованості процесом будівництва об'єктів, загрози зростання транспортних витрат, загрози розкрадання матеріальних цінностей

Оскільки кожна галузь визначається власними проблемами, обмеженнями, якісними та кількісними характеристиками, то побудова системи виявлення, попередження та усунення загроз маркетингового середовища потребує врахування специфічних особливостей різних груп споживачів. В роботі досліджуються підприємства будівельної галузі, орієнтовані на кінцевого споживача, що обумовлює доцільність оцінки маркетингового середовища саме таких підприємств.

Аналіз зовнішнього макросередовища підприємств будівельної галузі дозволяє зробити висновок, що найбільш суттєвий вплив здійснює економічне середовище: загальний стан економічної кон'юнктури, рівень ділової активності в цілому та в інвестиційному середовищі, зайнятість населення, відкритість економіки для іноземних інвесторів, ступінь економічної лібералізації та втручання держави у діяльність будівельних підприємств.

В ході дослідження стану та тенденцій розвитку будівельної галузі встановлено, що в структурі ВВП України протягом 2013–2017 рр. будівництво займає 14 місце серед 19 основних галузей країни: в 2017 р. – 2,7% від загального обсягу або 68152 млн. грн., 2016 р. та 2015 р. – 2,3 % (47457 млн. грн. та 38928 млн. грн. відповідно), в 2014 р. – 2,7% або 36876 млн. грн. в 2013 р – 2,8 % або 36902 млн. грн. В 2017 років підприємствами будівельної галузі виконано робіт на суму 105682,8 млн. грн. Найбільший обсяг будівельних робіт у 2017 р. виконано у м. Київ – 24 % від загального обсягу робіт або 25404,1 млн. грн., друге місце посідає Одеська область – 10,6 % загального обсягу або 11244,7 млн. грн., третє місце –

Харківській – 9,5 % або 10053,4 млн. грн, незначно відстає за обсягами Дніпропетровська область – 9,2 % або 9712,7 млн. грн. У 1 кварталі 2018 р. найбільший обсяг будівельних робіт виконано у м. Київ – 26,4% або 4836,3млн. грн, друге місце посіла Харківська область – 11,2 % або 2051,4 млн. грн., третє місце – Дніпропетровська область – 10,8 % або 1969,5 млн. грн. [10].

Оскільки в роботі аналіз галузі проводиться у взаємозв'язку зі стратегією клієнто-орієнтованого управління підприємством, а його внутрішніми клієнтами завжди є співробітники, важливим моментом дослідження є аналіз рівня заробітної плати робітників та рівень заборгованості з її виплати. За рівнем середньої заробітної плати будівельна галузь з 2013 р. по 2017 р. посідає 9 місце (за винятком 2014 р., коли вона посідала 10 місце) серед всіх 15 видів економічної діяльності підприємств країни. При цьому з 2008 р. по 2017 р. середня заробітна плата робітників будівельної галузі була нижчою за середню заробітну плату країни в цілому (для порівняння в 2007 р. – зарплата у будівництві була вище середньої). За рівнем заборгованості із виплати заробітної плати (порівнюючи обсяг заборгованості у вигляді відсотку до загального фонду оплати праці в галузі) будівельна галузь весь час посідає найвищі місця: в 2014–2015 рр. – 1 місце (найбільший відсоток заборгованості), 2013 р., 2017 р. – 3 місце серед всіх 15 видів економічної діяльності підприємств країни [10].

В структурі капіталу переважають поточні зобов'язання, частка яких поступово зростає з 57,9 % на 01.01.2013 р. до 73 % на 30.09.2017 р. Друге місце в структурі капіталу належить довгостроковим

зобов'язання (25,8 % станом на 30.09.2017 р.). Негативною тенденцією в розвитку галузі є поступове зменшення чистого оборотного капіталу: якщо на 01.01.2013 р. він становив 14944,3 млн. грн, то станом на 01.01.2014 р. – вже 11777 млн. грн, на 01.01.2015 р. – 2452,2 млн. грн., на 01.01.2016 р. – (-9187,4 млн. грн.), на 01.01.2017 р. – 1535,2 млн. грн, на 01.10.2017 р. – (-3356,5 млн. грн.). Негативним є і зниження коефіцієнту автономії підприємств будівельної галузі з 0,12 станом на 01.01.2013 р., до 0,11 – на 01.01.2014 р., 0,02 – на 01.01.2015 р., -0,05 – на 01.01.2016 р., 0,1 – на 01.01.2017 р. та 01.10.2017 р., що вказує на високу залежність від зовнішніх джерел фінансування. Зростає коефіцієнт довгострокового залучення коштів: станом на 01.01.2013 р. – 0,71; на 01.01.2014 р. – 0,73; на 01.01.2015 р. – 0,95; на 01.01.2016 р. – 1,18; на 01.01.2017 р. – 0,97; на 01.10.2017 р. – 0,96. Період оборотності активів у будівельній галузі збільшився за 5 останніх років з 606 днів у 2014 р. до 1003 дні у 2017 році [10].

Стан житлового будівництва розглянуто у порівнянні із станом житлового фонду країни в цілому. Так, забезпеченість житлом на душу населення зростала з 17,8 м<sup>2</sup> на 1 людину у 1990 р. до 23,8 м<sup>2</sup> на 1 людину у 2013 р., в 2014 р. забезпеченість житлом зменшилась до 22,6 м<sup>2</sup> на 1 людину, далі поступово зростає і у 2016 р. становить 23,1 м<sup>2</sup> на 1 людину. Важливим показником для аналізу задоволеності умовами житла є показник кількості кімнат, що приходить на одну особу. Станом на 01.01.2017 р. кількість кімнат, що приходить на одну особу, становить 0,93 кімнати. Задоволеність умовами житла тісно пов'язане із аналізом стану житлового фонду. Найбільша кількість ветхого житлового фонду припадає на Харківську (15,6 % загальної площі), Одеську (10,8 %) та Дніпропетровську область (10,0 %). Найбільша кількість аварійного житлового фонду припадає на Одеську (16,9 % загальної площі), Донецьку (9,4 %) та Вінницьку область (7,7 %) [10].

Важливим чинником зовнішнього макросередовища будівельної галузі є демографічна ситуація: зростання чисельності населення за умов сприятливої економічної кон'юнктури стимулює збільшення попиту на житлове будівництво, зміна вікової структури населення впливає на зрушення в сфері будівництва об'єктів соціально-культурного призначення.

Аналіз зовнішнього мікросередовища будівельної галузі зводиться до аналізу суб'єктів, з якими взаємодіють підприємства. Зважаючи на наявність великої кількості обмежень на вхід до будівельної галузі, зокрема необхідність отримання ліцензії на виконання певних видів робіт, значний обсяг фінансових ресурсів для здійснення діяльності, довга тривалість виробничого процесу, необхідність залучення спеціалізованого обладнання високої вартості, володіння технологіями, кваліфікований персонал, налагоджені відносини із постачальниками, кількість учасників на такому ринку – обмежена. Загроза з боку товарів-замісників у вигляді житла на

вторинному ринку є несуттєвою, оскільки кількість населення у країні є відносно стабільною величиною.

Аналіз мікросередовища в роботі проведено на прикладі п'яти типових її представників будівельної галузі: АТ "Трест Житлобуд-1" (код ЄДРПОУ 01270285; м. Харків), ТДВ "Житлобуд-2" (код ЄДРПОУ 01270351; м. Харків), ПрАТ "Куряжський домобудівельний комплекс" (код ЄДРПОУ 04852585; м. Харків), ПрАТ "ІБК "АВАНТАЖ" (код ЄДРПОУ 33901877; м. Харків), ПрАТ "Науково-виробниче об'єднання "Созидатель" (код ЄДРПОУ 13416334; м. Дніпро).

Отримані дані вказують, що всі підприємства здійснюють свою діяльність у межах великого міста, що обумовлює наявність постійного стабільного попиту на продукцію. Кожне підприємство займає власну ринкову нішу у межах будівельного ринку. Зокрема, АТ "Трест Житлобуд-1" та ПрАТ "КДБК" спеціалізуються на будівництві житла економ класу, при цьому перше товариство у м. Харків, друге у Харківській області, звісно з деякими перетинами інтересів. ТДВ "Житлобуд-2" та ПрАТ "ІБК "АВАНТАЖ" спеціалізуються на будівництві житла бізнес та преміум класу, незначна увага приділяється ними будинкам економ-класу, що створює точки перетину з першими двома компаніями. Останні два роки попит на житло зростає, що пов'язано з переселенням осіб із окупованої території.

Проведений аналіз свідчить і про зміни в структурі власного капіталу. Зокрема, для всіх підприємств порівняно з 2011 р. збільшилась питома вага нерозподіленого прибутку, що вказує на ефективну роботу підприємства, посилення ділової активності. Збільшення частки нерозподіленого прибутку свідчить також про розширений тип відтворення.

Стан основних засобів підприємств, що аналізуються, характеризується низьким рівнем зносу, а відповідно високим рівнем гідності. Для всіх підприємств (за винятком ПрАТ "КДБК") характерне перевищення оборотних активів над поточними зобов'язаннями. Коефіцієнт автономії має найвище значення для ПрАТ "НВО "Созидатель" та станом на 31.12.2017 р. становить 0,89. Найнижче значення для коефіцієнту автономії станом на 31.12.2017 р. характерне для ТДВ "Житлобуд-2" – 0,06. Коефіцієнт оборотності запасів для всіх підприємств зростає протягом періоду, що аналізується, що вказує на проведення політики щодо раціонального використання запасів.

Коефіцієнти рентабельності зростають, але залишаються на низькому рівні, за 2017 р. ПрАТ "КДБК" та ПрАТ "НВО "Созидатель" мали збитки, а відповідно і негативні показники рентабельності.

Таким чином, конкурентоспроможність забудовника забезпечується шляхом зміни цін та умов оплати, які є різними в залежності від постачальників. Проте значна кількість постачальників на ринку дозволяє будівельникам звертатись до найбільш вигідних із них. Більш складним є вибір якісних матеріалів, що змушує будівельні компанії працювати

з перевіреними постачальниками. В цілому кількість постачальників будівельних підприємств є достатньо великою, жоден із них не пропонує унікальної продукції, а тому ринкова сила їх впливу на конкурентоспроможність є незначною.

За результатами дослідження встановлено, що основними параметрами конкурентоспроможності підприємств будівельної галузі є рівень якості виконання будівельних робіт та ціни, що ними пропонуються. На сьогодні для ефективного функціонування підприємства в динамічних ринкових умовах необхідним є формування довготривалих стосунків із споживачами з метою відбору цільових ринкових сегментів та формування моделі сегментації споживчого ринку як основи прийняття підприємством ефективних маркетингових рішень.

Відтак, клієнто-орієнтоване управління, як інтегруюча технологія, яка об'єднує в собі всі маркетингові тенденції та сучасні вимоги до забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств стає домінуючою, що обумовлено розвитком будівельного ринку, пов'язаного з відсутністю необхідної кількості платоспроможних споживачів будівельної продукції. Орієнтація будівельного підприємства на клієнта є одним із найважливіших напрямків ринкових перетворень у галузі. В умовах нестабільності сучасних економічних відносин орієнтація будівельних підприємств на клієнта може стати тим засобом, який допоможе вітчизняним підприємствам не тільки вижити в цих складних умовах, але й досягти зростання й високого рівня корпоративної безпеки у стратегічній перспективі.

Крім того, вимоги споживачів до будівельної продукції суттєво відрізняються між собою, що свідчить про значний їх вплив на ринкову кон'юнктуру. На будівельному ринку нерухомості споживачі здійснюють вплив на конкурентоздатність будівельних підприємств шляхом висунення вимог до ціни та якості нерухомості, а також до умов оплати та сервісу. Як наслідок, найбільш конкурентоздатними є ті будівельні підприємства, які пропонують на ринку нерухомість з найкращим співвідношенням ціна-якість та найбільш привабливими умовами оплати.

За результатами проведеного дослідження виявляється доцільним здійснення сегментації будівельного ринку нерухомості як одного з головних засобів посилення конкурентних позицій підприємства за такими групами споживачів: кінцеві споживачі – окремі особи, які мають намір придбати продукцію для особистого, некомерційного споживання та споживачі, які мають намір придбати продукцію або послуги з метою подальшого перепродажу або використання в процесі роботи.

Запропонована сегментація передбачає створення тісних взаємозв'язків з покупцями в рамках системи клієнто-орієнтованого управління. Виділяють три підходи до утримання покупців: збільшення фінансових вигод (пропозиція клієнту приєднатись до програми лояльності компанії, частотної програми, системи бонусів тощо); зміцнення соціальних зв'язків

(можливе за умов індивідуалізації та персоніфікації відносин, перетворення покупця на постійного клієнта, надання йому товарів та послуг на індивідуальній основі); розвиток структурних зв'язків (збільшення схильності покупців до повторних покупок за рахунок таких заходів, як створення довгострокових контрактів, зниження цін для тих, хто купує більше, перетворення товару в довготривалу послугу).

Відтак, впровадження клієнто-орієнтованої стратегії будівельного підприємства доцільно здійснювати на засадах дослідження мотивацій споживачів. Зокрема це стосується проведення опитувань клієнтів, наведення розширеної інформації про діяльність підприємств та характеристики продукції на веб-сайтах компаній, та інші заходи, які, однак, не завжди мають системний характер та не характеризуються комплексністю при врахуванні інтересів клієнтів.

Враховуючи велику цінність клієнта для підприємства, можна стверджувати, що ефективність клієнто-орієнтованого управління має прямий вплив на рівень корпоративної безпеки. Тому для корпоративних підприємств будівельної галузі при розрахунку рівня корпоративної безпеки доцільно буде до інтегрального показника корпоративної безпеки, поруч з фінансово-економічною, техніко-технологічною, інтелектуально-кадровою, політико-правовою, екологічною, інформаційною та силовою складовими, включати і клієнтську складову, яка буде характеризувати ефективність клієнто-орієнтованого управління будівельного підприємства.

Для оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління корпоративних підприємств будівельної галузі доцільним є застосування математико-статистичного методу експертних оцінок. Щодо реалізації даного методу, то його варто доповнити аналітико-графічним способом оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління будівельних підприємств, який має переваги перед іншими через наочність отриманих результатів та полегшення роботи з формування висновків проведеного дослідження.

Перш за все, необхідно виділити основні параметри оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління з урахуванням специфіки діяльності будівельних підприємств. Враховуючи доведену ефективність збалансованої системи показників при оцінці стратегічних показників діяльності підприємства, для оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління доцільно обрати як фінансові, так і не фінансові показники. При виборі параметрів оцінки пропонується обмежитись сімома компонентами для полегшення сприйняття та аналізу інформації.

З урахуванням специфіки діяльності будівельних підприємств рекомендується виділити такі компоненти оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління:

1) відповідність продукції підприємства очікуванням клієнта;

- 2) рівень благоустрою прибудинкової території;
- 3) ступінь задоволення клієнтів якістю будівельних робіт та матеріалів;
- 4) ступінь задоволення клієнтів комфортністю будинку;
- 5) рівень обслуговування клієнтів;
- 6) рівень інформованості клієнта про діяльність підприємства;
- 7) конкурентні переваги та репутація підприємства.

Ефективність клієнто-орієнтованого управління можна характеризувати функцією:

$$E_{\text{коу}} = F(A_1, A_2, \dots, A_n), \quad (1),$$

де  $E_{\text{коу}}$  – ефективність клієнто-орієнтованого управління;  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  – ефективність клієнто-орієнтованого управління за компонентами;

$n$  – кількість компонент.

На основі запропонованих компонент оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління для проведення дослідження на будівельному підприємстві було розроблено анкету у відповідності з вимогами і принципами її побудови. До анкети включено 7 груп запитань, тобто 7 компонентів, що характеризують систему клієнто-орієнтованого управління. Кожне запитання у анкеті є підкомпонентом клієнто-орієнтованого управління. У вступі зазначено ціль дослідження, критерії оцінки, наведено тлумачення використовуваної шкали балів, пояснено порядок заповнення анкети. Запитання анкети призначені для оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління будівельного підприємства в системі його корпоративної безпеки.

Компоненти клієнто-орієнтованого управління деталізовані кількома питаннями, щоб виключити неоднозначність їхнього тлумачення експертами та підвищити точність одержуваної інформації. Це також дозволяє виявити причини, які знижують ефективність клієнто-орієнтованого управління, та визначити напрямки для його удосконалення.

Для оцінювання компонентів клієнто-орієнтованого управління здійснено аналітичну оцінку відповідей респондентів експертами з числа керівного складу компанії за десятибальною шкалою. Додатково використано нульовий рівень, що умовно вводить істинно нульову точку шкали.

Оскільки відповідей на анкетні запитання є випадковими величинами, то для обробки результатів було застосовано методи математичної статистики, що дозволяють отримати більшу вірогідність вірної оцінки.

Для розрахунку оцінок компонентів ефективності клієнто-орієнтованого управління сформовано матрицю вірогідностей оцінок підкомпонентів ефективності клієнто-орієнтованого управління з використанням аналітичних даних щодо відповідей на анкетні запитання.

На основі узагальнення показників проведеного аналізу шляхом розрахунку середньоарифметичного

компонентів клієнто-орієнтованого управління було проведено оцінку його ефективності.

Для оцінки результатів експертного опитування розроблено шкалу оцінки рівнів клієнто-орієнтованого управління, а саме:

- 0 – 0,19 – незадовільний рівень клієнто-орієнтованого управління;
- 0,2 – 0,39 – задовільний рівень клієнто-орієнтованого управління;
- 0,4 – 0,69 – середній рівень клієнто-орієнтованого управління;
- 0,7 – 0,89 – добрий рівень клієнто-орієнтованого управління;
- 0,9 – 1 – відмінний рівень клієнто-орієнтованого управління;

Апробацію запропонованого методичного підходу здійснено на прикладі АТ "Трест Житлобуд-1". В апробації брали участь клієнти підприємства АТ "Трест Житлобуд-1". Усього було заповнено 30 анкет. Розрахований показник ефективності клієнто-орієнтованого управління склав 0,4465, тобто на підприємстві спостерігається середній рівень клієнто-орієнтованого управління.

Виходячи з отриманих результатів, для підвищення ефективності клієнто-орієнтованого управління підприємству у стратегічній перспективі найбільше уваги необхідно приділити підвищенню ефективності роботи за такими напрямками: підвищення рівня благоустрою прибудинкової території, зростання ступеню задоволення клієнтів якістю будівельних робіт і матеріалів та підвищення рівня інформованості клієнтів про діяльність підприємства.

Зокрема, в подальшій роботі необхідно врахувати побажання клієнтів щодо збільшення кількості місць для паркування та підвищення рівня озеленення прибудинкових територій; підвищити рівень виконання будівельних робіт шляхом підвищення кваліфікації працівників, а також за рахунок збільшення кількості перевірок якості виконаних робіт працівниками; сприяти зростанню рівня задоволення клієнтів оздоблювальними матеріалами шляхом їх попереднього обговорення та узгодження з клієнтом, підвищити рівень інформованості клієнтів про діяльність підприємства шляхом збільшення кількості проведення анкетних опитувань з подальшим їх опрацюванням та розміщенням необхідної інформації на сайті підприємства, на сторінках у соціальних мережах та підвищити рівень інформаційної прозорості при розкритті інформації про об'єкти будівництва.

### **Висновки та перспективи подальшого розвитку**

Проаналізовано тенденції розвитку підприємств будівельної галузі України протягом 2013-2017 рр. Вітчизняні підприємства будівельної галузі, перманентно перебуваючи під впливом несприятливих факторів розвитку економіки, стикаються з ризиком виникнення неплатоспроможності за рахунок зниження своєї

конкурентоспроможності. За цих умов посилення уваги до залучення платоспроможного споживача здатне стати одним із методів підвищення конкурентоспроможності підприємства та його перевагою на ринку будівельної продукції.

Конкурентоспроможність підприємств будівельної галузі у значній мірі залежить як від ефективності менеджменту, так і від факторів ризику як на макро-, так і на мікрорівні, що обумовлює доцільність пошуку шляхів залучення достатньої кількості споживачів, з метою посилення конкурентних переваг підприємств галузі. Доведено, що основними параметрами конкурентоспроможності підприємств будівельної галузі є рівень якості виконання будівельних робіт, ціна, додаткові послуги для споживачів, які можуть сформувати додаткову корисність та посилити позицію підприємства на ринку та які є базою для формування цінностей у системі клієнто-орієнтованого управління.

В умовах невизначеності, які характеризуються високим ступенем динамізму та ризику, впровадження клієнто-орієнтованого підходу до управління підприємствами будівельної галузі, потребує чіткого механізму оцінки, аналізу й прогнозування маркетингового середовища та тенденцій його зміни як у цілому, так і окремих його складових.

Запропоновано сегментацію будівельного ринку нерухомості та виділено підходи до утримання покупців в рамках системи клієнто-орієнтованого управління.

На основі експертного опитування розроблено методичний підхід до оцінки ефективності клієнто-орієнтованого управління в системі забезпечення корпоративної безпеки підприємств будівельної галузі. Апробацію запропонованого методичного підходу здійснено на прикладі АТ "Трест Житлобуд-1". Доведено, що одним зі шляхів підвищення конкурентоспроможності будівельного підприємства є впровадження системи клієнто-орієнтованого управління, що дозволяє ефективно спрямувати маркетингові зусилля на досягнення поставлених цілей, одержати необхідні дані про поведінку споживачів щодо запропонованих на будівельному ринку нерухомості пропозицій та послуг, удосконалити моделі ціноутворення, створити співтовариства споживачів, ефективно керувати логістичними потоками, пов'язати стимулювання з показниками ефективності, запровадити системи управління споживачами, відстежувати рівні відпливу і утримання клієнтів, відстежувати рівні задоволеності клієнтів, забезпечити високий рівень корпоративної безпеки будівельного підприємства.

#### Список літератури

1. Котлер Ф. Маркетинг, менеджмент. Санкт-Петербург : Питер Ком, 1999. 896 с.
2. Полторак В. А., Тараненко І. В., Красовська О. Ю. Маркетингові дослідження : Навч. посібник. 3-тє вид. Київ : Центр учб. л-ри, 2014. 342 с.
3. Белявцев М. І., Іваненко Л. М. Маркетинг. Навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2005. 238 с.
4. Скибінський С. В. Маркетинг : Підручник. Ч.1. Львів, 2000. 640 с.
5. Гаркавенко С. С. Маркетинг : Підручник для вузів. Київ : Лібра, 1998. 384 с.
6. Азарян О. М., Баширов І. Х., Воробйов Б. З., Жаболенко М. В., Криковцева Н. О. Маркетинг : принципи та функції : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Донецький держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М. І. Туган-Барановського / О. М. Азарян (ред.). 2-ге вид. Київ : НМЦВО МОН України, 2001. 319 с.
7. Бронникова Т. С., Чернявський А. Г. Маркетинг : Учебное пособие. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 1999. 103 с.
8. Филатова И. А. Информационно-аналитическое обеспечение клиенто-ориентированного стратегического управления в системе корпоративной безопасности предприятий строительной отрасли. *Современное состояние научных исследований и технологий в промышленности*. 2018. № 2 (4). С. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.050>.
9. Baker, M. (2002), *The Marketing Book*. 5th ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 875 p.
10. Державна служба статистики України : web-сайт. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення : 01.10.2018).

#### References

1. Kotler, F. (1999), *Marketing, management* [Marketing, menedzhment], Piter Kom, Sankt-Petersburg, 896 p.
2. Poltorak, V. A., Taranenko, I. V., Krasovsjka, O. Yu. (2014), *Marketing Research: Teaching Manual*. 3rd ed. [Marketynhovi doslidzhennia : Navch. Posibnyk. 3-tie vyd.], Tsentru uchbovoi literatury, Kyiv, 342 p.
3. Belyavtsev, M. I., Ivanenko, L. M. (2005), *Marketing. Teaching Manual* [Marketynh. Navchalnyi posibnyk], Tsentru navchalnoi literatury, Kyiv, 238 p.
4. Skybinskyi, S. V. (2000), *Marketing: Tutorial. Part 1* [Marketynh : Pidruchnyk. Chastyna 1], Lviv, 640 p.
5. Harkavenko, S. S. (1998), *Marketing: Textbook for universities* [Marketynh : Pidruchnyk dlia vuziv]. Libra, Kyiv, 384 p.
6. Azarian, O. M., Bashirov, I. Kh., Vorobiov, B. Z., Zhabolenko, M. V., Krykovtseva, N. O. (2001), *Marketing: Principles and Functions : A Manual for Students at Higher Educational Institutions*. 2nd ed. [Marketynh: pryntsy py ta funktsii : Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchychkh navchalnykh zakladiv. 2-he vyd.], NMTsVO MOiN Ukrainy, Kyiv, 319 p.
7. Bronnykova, T. S., Cherniavskiy, A. H. (1999), *Marketing: Tutorial* [Marketynh : Uchebnoe posobye], TRTU, Tahanroh , 103 p.
8. Filatova, I. (2018), "Information and analytical support of the customer-oriented strategic management in the system of corporate security of construction enterprises" [Informatsionno-analicheskoye obespecheniye kliyento-oriyentirovannogo strategicheskogo upravleniya v sisteme korporativnoy bezopasnosti predpriyatiy stroitel'noy otryasli], *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 2 (4), P. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.050>.
9. Baker, M. (2002), *The Marketing Book*. 5th ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 875 p.
10. State Statistics Service of Ukraine, available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (last accessed 01.10.2018).

**Момот Тетяна Валеріївна** – доктор економічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, завідувач кафедри фінансово-економічної безпеки, обліку і аудиту, Харків, Україна; e-mail: tvmomot@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7397-3565>.

**Момот Татьяна Валерьевна** – доктор экономических наук, профессор, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, заведующая кафедры финансово-экономической безопасности, учета и аудита, Харьков, Украина.

**Momot Tetiana** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Head at the Department of Financial and Economic Security, Accounting and Auditing, Kharkiv, Ukraine.

**Філатова Ірина Олександрівна** – Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, асистент кафедри фінансово-економічної безпеки, обліку і аудиту, Харків, Україна; e-mail: [filatova9075@gmail.com](mailto:filatova9075@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4405-3561>.

**Филатова Ирина Александровна** – Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, ассистент кафедры финансово-экономической безопасности, учета и аудита.

**Filatova Irina** – O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Assistant Professor at the Department of Financial and Economic Security, Accounting and Auditing, Kharkiv, Ukraine.

**Д'якон Денис** – доктор економіки, доцент, ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, ректор, Рига, Латвія; e-mail: [deniss.djakons@isma.lv](mailto:deniss.djakons@isma.lv); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3052-6735>.

**Дьякон Денис** – доктор экономики, доцент, ISMA Высшая школа менеджмента информационных систем, ректор, Рига, Латвия.

**Djakons Deniss** – Doctor of Economics, Associate Professor, ISMA University, Rector, Riga, Latvia.

## ОЦЕНКА УГРОЗ МАРКЕТИНГОВОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Предметом** исследования в статье является оценка угроз маркетинговой среды в условиях внедрения клиенто-ориентированного подхода к управлению предприятиями строительной отрасли. **Цель** – обоснование научно-методических основ внедрения клиенто-ориентированного подхода к управлению предприятиями строительной отрасли с учетом оценки угроз маркетинговой среды. **Задачи:** исследовано составляющие маркетинговой среды, систематизированы его угрозы с учетом особенностей функционирования предприятий строительной отрасли. Проанализировано состояние и тенденции развития строительной отрасли на макро- и микроуровне. Проанализировано состояние жилищного строительства Украины по сравнению с состоянием жилого фонда страны в целом. Обоснована актуальность внедрения клиенто-ориентированного подхода к управлению корпоративными предприятиями строительной отрасли. **Методы:** абстрактно-логический анализ, теоретического обобщения, системного и статистического анализа, экспертных оценок. Получены следующие **результаты.** Осуществлена классификация угроз маркетинговой среды корпоративных предприятий строительной отрасли. Разработан методический подход к оценке эффективности системы клиенто-ориентированного управления с использованием семи компонент, а именно соответствие продукции предприятия ожиданиям клиента; уровень благоустройства придомовой территории; степень удовлетворения клиентов качеством строительных работ и материалов; степень удовлетворения клиентов комфортностью дома; уровень обслуживания клиентов; уровень информированности клиента о деятельности предприятия; конкурентные преимущества и репутация предприятия. **Выводы.** Проанализированы тенденции развития предприятий строительной отрасли Украины в течение 2013–2017 гг. Конкурентоспособность предприятий строительной отрасли в значительной степени зависит как от эффективности менеджмента, так и от факторов риска как на макро-, так и на микроуровне, что обуславливает целесообразность поиска путей привлечения достаточного количества потребителей, с целью усиления конкурентных преимуществ предприятий отрасли. Доказано, что основными параметрами конкурентоспособности предприятий строительной отрасли является уровень качества выполнения строительных работ, цена, дополнительные услуги для потребителей, которые могут сформировать дополнительную полезность и усилить позицию предприятия на рынке и которые базой для формирования ценностей в системе клиенто-ориентированного управления. Предложено сегментацию строительного рынка недвижимости и выделены подходы к содержанию покупателей в рамках системы клиенто-ориентированного управления. На основе экспертной оценки разработан методический подход к оценке эффективности клиенто-ориентированного управления в системе обеспечения корпоративной безопасности предприятий строительной отрасли.

**Ключевые слова:** клиенто-ориентированное управление; маркетинговая среда; предприятия строительной отрасли; угрозы маркетинговой среды; сегментация строительного рынка недвижимости; конкурентоспособность предприятия.

## EVALUATION OF THE MARKETING ENVIRONMENT THREATS OF BUILDING ENTERPRISES IN CONDITIONS OF CLIENT-ORIENTED MANAGEMENT IMPLEMENTATION

The **subject** matter of the article is an assessment of the threats of the marketing environment in the condition of a client-oriented approach to the management of enterprises in the construction industry implementation. The **goal** is to substantiate the scientific and methodical approach for the implementing a client-oriented approach to the management of enterprises in the construction industry, taking into account the assessment of the threats to the marketing environment. **Objectives:** the components of the marketing

environment are investigated, its threats are systematized taking into account the peculiarities of the functioning of the construction industry enterprises. The state and trends of the construction industry development at the macro and micro levels are analyzed. The state of housing construction in Ukraine is analyzed in comparison with the state of the housing stock of the country as a whole. The relevance of the implementation of a client-oriented approach to the management of corporate enterprises in the construction industry is substantiated. **Methods:** abstract-logical analysis, theoretical generalization, system and statistical analysis, expert evaluations. The following **results** are **obtained**. The classification of threats to the marketing environment of corporate enterprises in the construction industry is carried out. The methodical approach to the evaluation of the effectiveness of the client-oriented management system for the seven components is developed, namely the compliance of the product with the customer's expectations; level of accomplishment of the adjoining territory; degree of satisfaction of clients with quality of construction works and materials; the degree of satisfaction of the clients with the comfort of the house; customer service level; level of awareness of the client about the activities of the company; competitive advantages and reputation of the company. **Conclusions.** The tendencies of development of the enterprises of the building industry of Ukraine during 2013–2017 are analyzed. Competitiveness of construction industry enterprises depends to a large extent on both the efficiency of management and the risk factors at both macro and micro levels, which determines the expediency of finding ways to attract a sufficient number of consumers, in order to strengthen the competitive advantages of the industry. It is proved that the main parameters of the competitiveness of construction industry enterprises are the level of quality of construction works, the price, additional services for consumers, which can form additional utility and strengthen the position of the company on the market and which are the basis for the formation of values in the system of client-oriented management. The segmentation of the construction real estate market is proposed and the approaches to customer retention within the framework of the system of cyber-oriented management are highlighted. On the basis of an expert survey, a methodical approach to assessing the effectiveness of client-oriented management in the corporate security system of the construction industry enterprises is developed.

**Keywords:** client-oriented management; marketing environment; construction industry enterprises; threats of marketing environment; segmentation of the construction real estate market; competitiveness of the enterprise.

---

M. KHODAKIVSKA

**THE THEORETICAL FRAMEWORK FOR DETERMINING THE QUALITY OF LIFE**

The **object** of the study is the process of determining the quality of the life of the population. The **subject** of the study is methodological approaches, methods for determining the quality of life that affect the quality of working life and indicate the usefulness of investing in improving the overall level of staff development. The **goal** of the paper is to provide the theoretical justification of factors that affect the quality of life of the population of regions grounding on the assessment of indicators to study the usefulness of investing to support and develop this phenomenon. The **objectives** of the article are to analyze the factors that affect the quality of life, to select and substantiate the components of the quality of life assessment of the population of regions, to draft proposals on the composition of the system of indicators for assessing the quality of life. The following **methods** are used in the study – the systematic one, logical and historical approaches, analysis and synthesis, induction and deduction, monographic analysis. **Results.** The quality of life is considered as a complex concept that characterizes the degree of satisfaction with the conditions of a person being; the quality of working life including labour, the physical and social environment at an enterprise, the system of management, the relationship between the labour and non-labour sphere constitute a very significant part of the mentioned phenomenon. The components and factors that affect the quality of the life of population are grouped as those that directly affect the quality (the quality of working life, living conditions, environment, satisfaction with life), and those that indirectly affect the quality of life (the demographic situation, financial security, legal support, health protection, education, social environment). Factors and the system of indicators for assessing the quality of the life of the population in regions are specified on the basis of the components that have been proved and suggested additionally – ecological condition and the quality of the working life of workers of the enterprises located in regions. **Conclusions.** The analysis enabled revealing a number of factors that affect the quality of the life of the population of Ukraine, determining the most common of them and the features of their impact and taking into account new trends in the society, economy and politics to classify these factors depending on their impact on the object of the research that is on an individual as those that directly affect the quality the life of the population, and those indirectly affect the quality of life of the population. The monographic analysis enabled identifying and justifying the system of indicators of the quality of the life of the population in the regions of Ukraine.

**Keywords:** the quality of the life of the population; the quality of working life of employees; life quality factors; the system of indicators to assess the quality of life.

**Introduction**

The quality of life of the population is very significant for determining the competitiveness of the country and is one of the most crucial indicators of the effectiveness of social and economic policy, therefore the major international ratings pay a lot of attention to the quality of life of the population. This, in turn, affects the increase of investment flows, import and export operations, cooperation with other countries. Therefore, improving the quality of life of the population is one of the priority directions of the social policy in Ukraine. However, the assessment of the quality of life of the population is a complicated and controversial process which requires updating factors that affect the life quality and determining their nature and significance.

**The analysis of recent studies and publications**

Many prominent scientists paid attention to the factors and assessments of the quality of life, among them are L. Udotova, V. Bakirov, F. Uzunov, I. Kalachova, S. Mantsurov, M. Kizim, V. Ponomarenko, E. Libanova and others. However, the external environment that is constantly changing, new factors that affect the quality of life create conditions for the continuous development of theoretical foundations for determining the quality of life and for further research in this area.

**Issues for consideration that have not been studied before**

The goal of this article is to substantiate theoretically the factors that affect the quality of life of the population of the regions of Ukraine, to determine on their basis indicators for assessing the economic feasibility of investing in the development and assurance of this phenomenon.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- factors that affect the quality of life were analyzed;
- components for assessing the quality of life of the population of the region were selected and justified;
- proposals concerning the system of indicators for assessing the quality of life quality were developed.

**The discussion of the results of the study**

Under modern economic conditions, the quality of life of the population is becoming the main factor for assessing the competitiveness and economic growth of countries and regions. This indicator reflects in the clearest way the directions of the world politics and determines the priorities in managing the development of regions. The quality of life is an integrated qualitative characteristic of human life, which reveals the criteria of the life of the society, the conditions for life support, as well as the conditions for the viability of society as an integral social organism[27].

In Ukraine, little attention is paid to the problems of assessing and selecting methods for improving the quality

of life of the population. The state has some programs and realizations, but there is no clear policy and regulatory mechanism. However, since the end of the 20th century, the quality of life of the population has become a priority area of the state policy and social work in the most developed countries of the world, because the quality of life of the population is a tool for the integrated assessment of the effectiveness of public administration in the post-economic period.

Solving these problems requires fundamental research, which, in turn, requires significant financial, intellectual and other resources. Factors affecting the life of the population should be determined, the methods of assessment should be specified, regional programs should be developed, ways to improve the quality of life of the

population should be selected and the concept that is the basis for developing the mechanism for improving the quality of life of the population should be specified.

In domestic and foreign business practices, various terms were used to assess the life of the population: "welfare", "standard of living", "quality of life". The term "life quality" includes both quantitative and qualitative indicators, therefore, it is a broader concept that can be used differently to describe both quite specific issues concerning the working conditions and the life of people and general philosophical problems of human existence.

There are various approaches to determining the concept "quality of life", some of them are given in table 1.

**Table 1.** The definitions of "life quality"

Author	Definition
L. Udotova	The degree of conformity to living conditions and living standards is based on scientifically substantiated norms or certain standards.
L. Levi, L. Anderson, I. Prybytkova	The assessment of all conditions for physical, mental and social well-being, as it is understood by an individual and a separate group of the population.
G. Petropavlova	The social and economic category which show the degree of the set living standard which the population have achieved at the current level of threats.
S. Ausheva	The category that reflects the content of the life of the society as a whole and includes three interconnected systems: personal safety, social guarantees, economic security.
L. Nozdrina	The category that combines a number of social and economic parameters that cover the entire social and economic system and shows how the present and future generations are satisfied with the material, social and other demands under the conditions of preserving the environment, depending on the existing trends of economic development.
B. Boitsov	The set of characteristics of living conditions of the population which have been formed in the mass consciousness.
V. Drobysheva	The integral qualitative characteristic of the lives of people which reveals not only life activities, life support, but also the viability of the society as the entire social organism, social qualities.
Eliseeva	The social and economic category which includes not only the level of consumption of material goods and services but also the satisfaction with spiritual needs, health, life expectancy, environmental conditions, moral and psychological climate, mental comfort.
F. Uzunov	The qualitative characteristic of the hierarchy of satisfaction with human life.
R. Yapparova	The complex concept which reflects the degree of the development of human potential, conditions, forms and subjective assessment of its implementation within the life of a human being, social group and the society as a whole.
S. McCall	The best approach to assessing the quality of life is to assess how fully human "necessary conditions for happiness" are met, that is the requirements that are necessary (though insufficient) for a person to feel happy.
World Health Organization	The category that shows how an individual perceives their position in life in the context of culture and the system of values in which this individual lives and in relation to the goals, expectations, standards and interests of this individual.
Encyclopedia of Sociology	The integral concept that characterizes the quantitative level and the variety of material and spiritual needs that can satisfy a person in a particular society.
Ontario Social Development Council	It is a product of interrelation of social, economic, health and environmental conditions affecting the development of a human and the society.
Quality of Life Research Unit, University of Toronto	The category which shows how a person realizes important opportunities in their life. These opportunities lie in chances and limitations that each individual has in their life and reflect the interconnection between personal factors and environmental factors. The satisfaction with life consists of two elements: own sense of satisfaction and the achievement of particular characteristics.

Some scientists, for example, L. Udotova, determine the quality of life as a standard. But the English scientist A. Toynbee believed that the quality of life is a person's goal and noted that the goal of a human life is spiritual. That is why there is also a sociological aspect of this

phenomenon. Among contemporary Ukrainian scientists who consider the quality of life of the population in the sociological dimension, V. S. Bakirov mentions Y. Golovakha, N. Panina, I. Prybitkova, and Yu. Saenko, who understand the quality of life as subjective feelings

and perceptions of an individual of their own well-being. Other scholars understand this phenomenon in two planes, namely as a social dimension and as a quantitative concept of "quality of life of the population", among these scholars are N. Rymashevskaya, F. Uzunov, I. Kalacheva, I. Mantsurov, M. Kizim, V. Ponomarenko, E. Libanova [22].

Also, "quality of life" is a multi-level category that can characterize both the quality of life of the population of the country and the quality of life of certain social classes, social groups or separate segments of the population, the quality of life of a particular person or family.

In the case of enterprise personnel, the term "the quality of working life" is used, which consists of several components: labour, the physical and social environment at the enterprise, management system, the relationship between labour and non-labour spheres.

The definition of "quality of life" affects the indicators selected for its assessment. They can characterize both one element of the quality of life and all of them, which, to a certain extent, depends on the object of study. The list of these indicators often includes the following points - health, the possibility to keep the healthy lifestyle at all stages of the life cycle, individual development through learning, employment and the quality of working life, leisure, the possibility to purchase goods and use services, personal security and legal bodies, social opportunities and social activity [27].

Taking into account the specifics of Ukrainian regions, namely the fact that the most part of the population is employed at the enterprises of the industrial sector, the fact that the state social policy is aimed at supporting and developing the industry in the region and taking into account the fact that these regions, due to large industrial enterprises, form the greater part of the country GDP and the revenue part of the budget both at the local level and at the state level, the indicators of the quality of working life should be emphasized when selecting the areas for improving the quality of life of the population. The quality of life of the population is an integral concept that characterizes both the quality of working life of the population, taking into account the specifics of management processes and their conditions in accordance with the needs of the population and the possibilities to meet them. Regarding the regions, these are the conditions for managing the industrial sector of the economy and the state of its external social and economic environment. Increasing the indicators of the quality of working life will undoubtedly lead to the improvement in the quality of life as a whole and will also positively affect the development of organizational awareness of business entities.

Thus, the conclusion can be made that the quality of life can be defined as a complex concept that reflects the degree of satisfaction with the conditions of an individual's existence, a significant part of which is the conditions and quality of the working life which includes labour, physical and social environment in the enterprise,

management system, the relation between the labour and non-labour sphere and so on.

The analysis of "the quality of life" enables revealing some general characteristics in defining this concept. First, the quality of working life is a very broad, multifaceted, multidisciplinary category that lies beyond the economy and is, to a greater extent, a sociological category. Also, "the quality of life" is a complex category which includes many related social and economic categories such as living standards, welfare, lifestyle and so on. At the same time, the quality of life can be assessed from two sides – from the objective [33] and subjective ones. On the one hand, the criteria of assessment are the standards of demands and interests of people, but on the other hand, there is a subjective assessment that shows how individual needs are met. They are not statistical values and they exist only in the popular mind and are based on personal opinions and assessments.

Under modern conditions of management, while determining the quality of life, it is important to take into account all aspects of the life of employees. First of all, these are economic, social, ecological, demographic, legal and other aspects.

Nowadays, social factors have become a priority. Therefore, when assessing the quality of life, basic parameters should be determined, the definition of the nature and power of the impact of individual groups of factors should be defined. Probable problems with the lack of information, its unreliability or difficulty in its obtaining should be also taken into account. In this regard, selecting the priority factors of the impact on the quality of life is extremely crucial for the welfare of the country. The comprehensive methodology of assessment which does not require the long and complex collection of information, additional research, subjective assessments but is based on the available statistical basis and practical experience should be developed.

A number of factors that affect the quality of life of the population were specified. Some organizations and individual scientists single out a variety of basic factors of impact (Table 2) [9, 11, 21, 22, 26, 27, 28, 32]. However, the conclusion can be made that particular factors are the most important. These are financial indicators, education, demographic situation, health protection living conditions. Less important are the environment and social medium [33], the quality of working life and consumption. Attention has been recently paid to legal support of the population and to the satisfaction with life, to personal safety and leisure. There is also a number of factors that are characteristic only for a particular methodology of assessment. For example, participation in social life, political or social activities.

To assess the quality of life, the specified factors should be classified and systematized, the object of their impact and their importance should be determined. Considering the quality of life of the population, the object of the study can be an employee, a household or the population in general.

**Table 2.** The list of the most crucial factors that affect the quality of life of the population

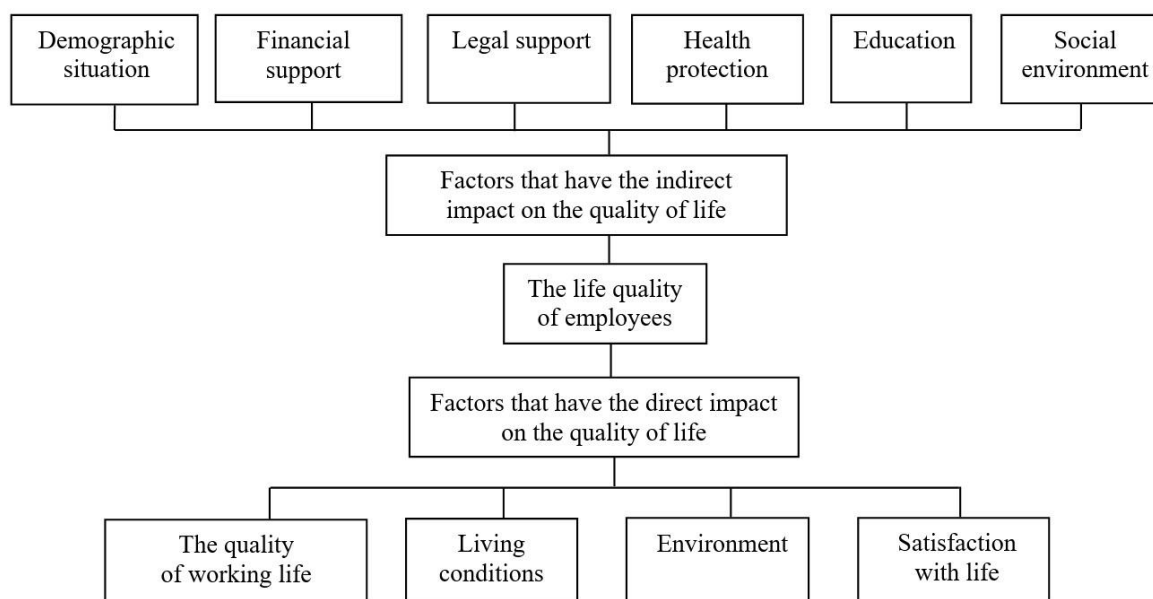
	Factors													
	Demographic situation	Financial indicators	Legal support	Health protection	Education	Social environment	The quality of working life	Life conditions	Environment	Leisure	Participation in social life	Consumption	Personal safety	Satisfaction with life
Factors that some international organizations single out in the methods of assessing the quality of life of the population														
International Labour Organization		+	+	+	+	+	+		+	+	+			
Organization for Economic Cooperation and Development		+		+	+	+	+	+	+	+			+	
World Bank (Program for Developing Countries)	+	+		+	+			+				+		
International Statistical Organization	+	+	+	+	+	+		+		+		+		
International Bank for Reconstruction and Development	+	+		+	+									
World Health Organization	+			+					+	+	+		+	+
UN	+	+		+	+		+			+		+		+
UN Economic and Social Council	+	+		+	+			+						
State Committee of the CIS	+	+				+		+				+		
State Statistics Committee of the Russian Federation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		
State Statistics Committee of Ukraine	+	+		+	+	+	+	+	+			+	+	
Council for the Study of the Productive Forces of Ukraine	+	+		+	+	+	+	+						
Factors that are used to calculate the indices of the quality of life of the population														
Human Development Index	+	+			+									
Composite indices for basic needs	+	+		+	+			+						
Social Development Index	+	+	+	+	+	+	+							
UN Development Index	+	+		+	+		+	+						
Human Development Index	+	+			+									
Quality of life rank	+	+	+	+	+		+	+						
Human Poverty Index	+	+			+									
Real consumption index	+							+				+		
Index of physical quality of life	+			+	+			+						
Index of human development of regions of Ukraine	+	+		+	+	+	+	+	+					

The end of the **Table 2**

Factors of impact on the quality of life of the population that some scientists single out														
N. Rymashevskya.	+	+		+			+	+				+		+
M. Buzlyakov		+		+				+				+		
D. Morris	+				+									
V. Kyrychenko	+	+		+	+		+	+		+		+		
V. Zherebin	+	+		+	+	+	+	+	+					
V. Mandybura	+	+	+	+	+			+				+	+	+
L. Cherenko				+	+			+						
O. Kryvtsov V. Ponomarenko M. Kizim	+	+		+	+					+		+		
O. Osaulenko O. Novikova N. Vlasenko	+	+			+				+					
L. Semiv	+	+			+			+	+					+
V. Gorbатов V. Ponomarenko M. Kizim		+		+	+			+	+	+		+	+	+
V. Ponomarenko M. Kizim F. Uzunov		+		+	+			+	+	+		+	+	+
Total	28	29	6	26	29	10	13	24	11	9	2	14	6	7

However, at the end of the XXth century, the welfare theory came up; this theory directed all the activities of the state to the increase of individual welfare, which was considered more widely in the neo-institutional school and included living conditions (free time, working conditions, and relationships) in addition to material goods. Also, modern scientists have recently paid increasing attention to the subjective perception of the quality of life, that is, they take into account the opinion of a person, their satisfaction with life. Factors that are specific for the regional enterprise under study should also be taken into account. Thus, for the regions of Ukraine, where industry developed historically for several centuries, enterprises with labour-intensive and material-

intensive production are typical in the industrial sphere as well as difficult working conditions, such factor as the quality of working life in the enterprise should be singled out. Thus, taking into account the above and considering an individual as the object of research, the components and factors of impact on the quality of life of the population can be identified as those that directly affect the quality of life (the quality of working life, living conditions, environment, life satisfaction) and those that have the indirect impact on the quality of life (demographic situation, financial support, legal support, health protection, education, social environment) (Fig. 1) [18, 19, 22, 27, 28].



**Fig. 1.** Components and factors that affect the quality of life

The factors that directly improve or worsen the quality of life of an individual have the direct impact. First and foremost, they include living conditions. This factor includes housing conditions and communal services, the availability of certain types of services, the satisfaction of basic needs, free time, property and valuables. It should be noted that living conditions determine the environment in which a person lives and the level of their comfort. This affects the general satisfaction of the life of an employee and their psychological state. Under modern conditions, there is a certain discrepancy between the living conditions and the needs of people and the general level of the development of modern post-industrial society. There is some imbalance between the actions of the state and local governments in improving the living conditions of the population, in particular, the priorities in solving some problems are determined incorrectly and no attention is paid to some aspects at all. This leads to the significant loss in the quality of life [27].

Another factor is the environment since the level of contamination of the atmosphere, environmental security and noise level directly affect the life of a human being [18].

An important factor for the regions is the quality of working life that can include such factors as working conditions, the motivation of employees, the social package of employees at the enterprise, working hours and working rhythm and so on.

The subjective opinion of an employee regarding their individual satisfaction with life should also be taken into account, which enables aiming the activities of the state at the improvement of the quality of life of the employees. However, there is also a more objective approach to defining the satisfaction with life when a certain group of people who have full and accurate information and necessary qualifications assesses the quality of life by a number of objective indicators [26].

Factors that generally affect the quality of life should be considered as factors that have an indirect impact. They are more often characterized by statistical indicators calculated per worker. This is a demographic situation that includes the size, structure, composition and density of the population, poverty, birth rates and mortality, life expectancy, and so on [32].

The level of GDP per capita, consumption, redistribution of income and property in the society, income and expenses of families and other some factors should be included in the financial security of an individual [32].

The legal support of the population involves the security of justice, the principles of justice and humanism, life safety, crime prevention and so on. In legal terms, the quality of life is the realization of the right to good living standards and the free development of an employee. Also, the given quality of life at the state level is defined and implemented through the legislative introduction of quality of life standards [26].

Almost all common methods for determining the quality of life take into account such a factor as the health of employees. It includes the indicator of life expectancy, the mortality rate of children and mothers, the fertility

rate, and takes into account the financing support of the processes that assure a healthy lifestyle [26].

The indicators of education, the concept of long-life education, the level of literacy, the use of all possibilities of the education system can also be included in the factors that determine the quality of life [27].

Since today the role of social factors in determining the quality of life of the population has significantly increased, a group of factors that characterize the social environment which takes into account social relations, social mobility and social and professional affiliation should be singled out.

Thus, the conducted analysis enabled revealing a number of factors that affect the quality of life of employees working in the regions of Ukraine, determining the most common factors, defining the nature of their influence and taking into account new trends in the society, economy and politics to classify these factors depending on the impact on the object of research - an individual - as those that have the direct impact on the quality of life of the population and those that have the indirect impact on the quality of life of the population. In general, all identified factors can be grouped into economic and social ones. These factors can be used in the most efficient way under the condition of a well-balanced state policy of regulating social and labour relations.

The quality of life of the population is one of the criteria for the effectiveness of the social and economic development of the state or region and therefore its increase gradually becomes the top priority in the public policy. Assessing the quality of life of the population is important for determining the direction of its increase. However, there is no single method for its implementation since there exists a necessity to specify continuously the factors that have a significant impact on the quality of life in a certain region. Thus, for the regions of Ukraine where there are many enterprises with a labour-intensive and material-intensive production in the industrial sphere, difficult conditions of labour, these factors should be singled out.

In these circumstances, the quality of working life of employees becomes essential. Labour takes a lot of time in the life of people and has a significant impact on the quality of their life in general, especially in industrialized regions with a labour-intensive and material-intensive production, where conditions of work, its intensity and social security of employees significantly affect the quality of the human life. Also, when assessing the quality of life of the population of the regions of Ukraine, the living conditions of a person should be taken into account since these regions are characterized by high population density, urbanization, water supply problems, the location of industrial facilities along with residential areas, harmful production and so on. All these factors often create unfavourable conditions for people to live. Therefore, a lot of the indicators of the quality of human life depend on the comfort of living conditions [19].

The environmental conditions, which, in the context of industrial clustering is of great significance, should be singled out. The issues of environmental safety and environmental pollution are more crucial for the regions

of Ukraine because they, in turn, have a greater impact on the health of the population, on the demographic situation, and so on.

Relatively high level of personnel qualification is typical for the regions. Therefore, when assessing the quality of life of the population, the level of education of the population should be taken into account. The level of education should correspond to the prospects of high-tech and innovative development of production. However, there is currently a shortage of highly skilled personnel who would have practical experience in introducing innovations as well as the low motivation of employees of the basic industries of the regions for retraining in accordance with the structural renovation of the economy in these regions [21]. Demographic processes negatively

affect the quality of life of the population of the regions of Ukraine. Some problems in preserving the population in these regions are among the most acute in the country [2]. However, the average monthly wage is rather high compared with other regions of the country [3]. The quality of life of the population is an indicator of the social and economic development of the region or the country as a whole as well as a management tool.

Therefore, a reliable assessment of the quality of life of the population, taking into account the specifics of the region, is the most important for determining the directions of its increase.

The indicators of the quality of life of the population are presented in table 3 [22].

**Table 3.** Indicators of the quality of life of the population

Indicators	UN	Economist Intelligence Unit	K. Gusevskaya [10]	J. Volskaya [6]	V. Haustova. O. Omelchenko [7]	A. Dvygun. N. Borysenko [8]	S. Aivazyan [9]
lifetime	+	+	+		+		
educational level	+		+	+	+		
GDP per capita	+		+				
the degree of satisfaction of material needs	+	+			+		
the degree of satisfaction of spiritual needs	+				+		
the degree of satisfaction of social needs	+	+	+	+	+		
family life		+	+	+			
political stability and security		+					
climate and geography		+	+				+
unemployment rate		+	+				
political freedom		+					
gender equality		+					
the level of consumer prices			+				
social security			+		+		
information awareness			+				
the quality of the environment			+	+	+	+	+
the quality of work				+			
the quality of the working environment				+			
infrastructure				+	+	+	
personal security				+	+		
satisfaction of people with the quality of life				+			
the economy of knowledge						+	
institutions						+	
resource efficiency						+	
the development of the economy						+	
the standard of living and health						+	
the quality of the population							+
urban development							+
living conditions of the population			+				
the quality of the social sphere							+

Summarizing the above, the conclusion can be made that the system of indicators of the quality of life of the population of the regions of Ukraine will consist of two subsystems - the subsystem of indicators that characterize factors that directly affect the quality of life of the population and the subsystem of indicators that

characterize factors that have an indirect impact on the quality of life of the population. Summarizing literary sources [25, 31, 4] and taking into account the availability of statistical data, the general system of indicators for assessing the quality of life of the population is presented in table 4.

**Table 4.** The system of indicators for assessing the quality of life of the population

Factors	Indicators
Factors that have the indirect impact on the quality of life	
Demographic situation	The coefficient of natural growth (reduction) of the population
	The coefficient of migration growth (reduction) of the population
Financial support	GDP per capita
	Average nominal wages of employees
Education	Number of university students
	Number of university students per 10000 population
Health protection	medical service density
	hospital bed capacity
Legal support	A number of registered crimes
	Total number of crime victims
Social environment	Housing per capita
	A number of pensioners per 1000 population
Factors that have the direct impact on the quality of life	
The quality of working life	
Living conditions	
Environment	
Satisfaction with life	

Indicators for assessing the quality of life of the population, which characterize factors that have a direct impact on the quality of life of the population, are determined by questionnaires. They should reflect the personal thoughts of people about the quality of their lives.

### Conclusions and the prospects for further development

Thus, the given proposals enable taking into account the statistical data that characterize the quality of life of the population at the country level and the subjective assessments of individuals. The system of indicators based on this methodology enables determining the quality of life of the population in the narrow sense - from the point of view of the financial support of the population, the level of consumption and the satisfaction of needs and also in the broad sense - regarding the human

development, medical conditions, safety and the level of life satisfaction.

In order to determine the directions for improving the quality of life of the population, both the possibilities of the human environment (improving living conditions, income growth, educational opportunities) and internal human capabilities (self-development, the aspiration to use the opportunities of social and economic growth) should be taken into account. Therefore, this system of indicators enables considering both these two aspects for a more accurate and weighted assessment.

An important aspect of assessing the quality of life of the population in certain regions is to take into account the specifics of these regions. In the regions where there is the greatest number of enterprises that manufacture the most industrial products and contribute a great part of monetary assets to the budget, the quality of life of the population largely depends on the quality of working life of employees. This question requires further studies.

### References

1. Ayvazyan, S. A. (2003), "Empirical analysis of synthetic categories of the quality of life of the population" ["Empiricheskiy analiz sinteticheskikh kategoriy kachestva zhizni naseleniya"], *Economics and Mathematical Methods*, No. 3, P. 19–53.
2. Apenko, S. (2003), "Effectiveness of the personnel assessment system" ["Effektivnost' sistemy otsenki personala"], *Man and work*, No. 10.
3. Andrukhov, V. A. (2012), "The quality of working life as an indicator of the socio-economic well-being of the organization" ["Yakist' trudovoho zhyttya yak pokaznyk sotsial'no-ekonomichnoho dobrobutu orhanizatsiyi"], *Suchasni doslidzhennya sotsial'nykh problem*, No. 4 (12).
4. Bakhmatova, T. G. (2002), Assessment of the competitiveness of workers in terms of the resource potential of labor mobility, [Otsenka konkurentosposobnosti rabotnikov s pozitsiy obladaniya resursnym potentsialom trudovoy mobil'nosti], *Problemy povysheniya konkurentosposobnosti trudovykh resursov* : materialy mezhtsemyal'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Biysk : Pechatnyy dvor, P. 58–59.
5. Bogdanova, Ye. L. (1996), *Marketing concept of organization of personnel management and labor competitiveness* [Marketingovaya kontseptsiya organizatsii personal-menedzhmenta i konkurentosposobnosti rabochey sily], SPb. : SPbUEF, P. 6.

6. Milyayeva, L. G., Markelov, O. I., Podol'naya, N. P. (2002), *Complex analysis of modern problems of employment and unemployment* : monograph [*Kompleksnyy analiz sovremennykh problem zanyatosti i bezrobotitsy* : monografiya], Barnaul : Izd-vo Alt. gos. tekhn. un-ta, P. 86.
7. Boychenko, N. V. (2011), *System approach to socio-economic relations in the field of labor protection* : a monograph [*Systemnyy pidkhid do sotsial'no-ekonomichnykh vidnosyn u sferi okhorony pratsi* : monografiya]. Dnipropetrovsk : NHUU.
8. Volskaya, O. M. (2011), "Ways to ensure the growth of the quality of life of the country's population" ["Shlyakhy zabezpechennya zrostannya rivnya yakosti zhyttya naselelnya krayiny"], *Ekonomika budivnytstva i mis'koho hospodarstva*, Vol. 7, No. 2, P. 73–79.
9. Hordey, O. (2010), "The system of factors and financial indicators of measuring the standard of living of the population" ["Systema chynnykiv i finansovi pokaznyky vymiryuvannya rivnya zhyttya naselelnya"], *Pidpryyemstvo, hospodarstvo i pravo*, No. 10, P. 222–226.
10. Gorkova, T., Shapovalov, G. (1999), "Strategy of competitive struggle in entrepreneurship" ["Strategiya konkurentnoy bor'by v predprinimatel'stve"], *Economist*, No. 6, P. 66–73.
11. Gorbatov, V. M., Ponomarenko V. S., Kizim N. A. (2005), *Level and quality of life of the ARC population* [*Uroven' i kachestvo zhizni naseleniya ARK*], Kharkiv : ID "INZHEK", 240 p.
12. Gusevskaya, K. S. Quality of life of the population: concept, indicators and current state [Kachestvo zhizni naseleniya: ponyatiye, pokazateli i sovremennoye sostoyaniye], available at : <http://rae.ru/forum2011/14/609>.
13. Dvygun, A. O. Borisenko, T. M. (2010), *The level of life of the population of Ukraine in the socio-economic dimension* [*Riven' zhyttya naselelnya Ukrayiny u sotsioekonomichnomu vymiri*], P. 11.
14. Doroshenko, Yu. O., Stepaniuk, O. O. (2009), "Critical-factor estimation of human quality of life" ["Kryterial'no-fakturne otsinyuvannya yakosti zhyttya lyudyny"], *Visnyk Derzhavnoyi akademiyi zhytlovo-komunal'noho hospodarstva*, No. 2, P. 10–30.
15. Yehorshyn, A. P. (2003), *Motivation of labor activity* : teaching. manual [*Motyvatsiya trudovoyi diyal'nosti* : navch. posib.], N. Novhorod : NIMB, 320 p.
16. Ivanov, N. A., Odegov, Yu. G., Andreyev, K. L. (1988), *Labor potential of an industrial enterprise* [*Trudovoy potentsial promyshlennogo predpriyatiya*], Saratov : Izd-vo Saratovskogo universiteta, 73 p.
17. Ivanovskaya L., Suslova, N. (1999), "Competitiveness of management personnel" ["Konkurentosposobnost' upravlencheskogo personala"], *Marketing*, No. 6, P. 35–46.
18. Zherebin, V. M. (2012), "Indicators of the quality of life of the population" ["Indikatory kachestva zhizni naseleniya"], *Voprosy statistiki*, No. 3, P. 25–36.
19. Zubarevich, N. V. (2003), *Social development of regions: problems and trends of the transition period* [*Sotsial'noye razvitiye regionov: problemy i tendentsii perekhodnogo perioda*], Moscow : Editorial, 264 p.
20. Kibanov, A. Ya. (2007), *Fundamentals of personnel management* : a textbook. 2nd ed., revised. and additional [*Osnovy upravleniya personalom* : uchebnik. 2-ye izd., pererab. i dop.], Moscow : INFRA-M, 447 p.
21. Kolot, A. M. (2003), *Social-labor relations: the theory and practice of regulation* : a monograph [*Sotsial'no-trudovi vidnosyny: teoriya i praktyka rehulyuvannya* : monografiya], Kyiv : KNEU, 230 p.
22. Kizim, N. A., Zinchenko, V. A. (2009), *Quality of life of the population and foreign economic activity of enterprises* [*Kachestvo zhizni naseleniya i vneshneekonomicheskaya deyatel'nost' predpriyatiy*], Kharkiv : ID "INZHEK", 184 p.
23. Lenskiy, Ye. V. (1991), "Labor potential of the production facility" ["Trudovoy potentsial proizvodstvennogo ob'yekta"], Moscow : Tsentrl delovogo sotrudnichestva, P. 35–36.
24. Maslov, Ye. V. (1998), *Management of the personnel of the enterprise* : textbook / Ed. P. V. Shemetova [*Upravleniye personalom predpriyatiya* : uchebnoye posobiye / Pod red. P. V. Shemetova], Moscow : INFRA-M, P. 102–103.
25. Libanova E., Paliy Ye. (1990), "Labor potential: problems of statistical evaluation" ["Trudovoy potentsial: problemy statisticheskoy otsenki"], *Vestnik statistiki*, No. 3, P. 10–15.
26. *Human Development in the Regions of Ukraine* : monograph / Ed. E. M. Libanova [*Lyuds'ky rozvytok rehioniv Ukrayiny* : monografiya / Za red. E. M. Libanovoyi], Kyiv : Institute of Demography and Social Studies of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2007, 328 p.
27. Mandybura, V. O. (1998), *The level of life of the population of Ukraine and the problem of reforming the mechanisms of its regulation* [*Riven' zhyttya naselelnya Ukrayiny ta problemy reformuvannya mekhanizmiv yoho rehulyuvannya*], Kyiv : Parlament's'ke vydavnytstvo, 256 p.
28. Mel'nichenko, O. A. (2008), *Improving the level and quality of life of the population: the mechanism of state regulation* : a monograph [*Pidvyshchennya rivnya ta yakosti zhyttya naselelnya: mekhanizm derzhavnoho rehulyuvannya* : monografiya], Kharkiv : Vyd-vo KharRI NADU "Mahistr", 232 p.
29. Mishin, A. K. (2002), Competitiveness of the region's labor force: the state and ways of solving the problem [Konkurentosposobnost' rabochey sily regiona: sostoyaniye i puti resheniya problemy], *Problemy povysheniya konkurentosposobnosti trudovykh resursov* : materialy mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Biysk: Pechatnyy dvor, P. 25–26.
30. Milyayeva, L. G. *Problems of employment in the post-Soviet period: analysis, solutions* : the author's abstract diss. Doctor of Economics sciences [*Problemy zanyatosti v postsovetskiy period: analiz, puti resheniya* : avtoreferat diss. doktora ekon. nauk.], Moscow : RAGS.
31. Nemtseva, Yu. V. (2004), *Organizational-economic bases of management of professional orientation of youth in market conditions (on an example of Novosibirsk)* : the author's abstract dis. Cand. econ. sciences [*Organizatsionno-ekonomicheskkiye osnovy upravleniya professional'noy oriyentatsiyey molodezhi v rynochnykh usloviyakh (na primere g. Novosibirska)* : avtoref. dis. kand. ekon. nauk.], Omsk, P. 12.
32. Ponomarenko, V. S., Kizim, M. O., Uzunov, F. V. (2003), *Level and quality of life of the population of Ukraine* : monograph [*Riven' i yakist' zhyttya naselelnya Ukrayiny* : monografiya], Kharkiv : VD "INZHEK", 266 p.

33. Chekh, N., Vinnyk, I. (2017), "Regulatory environment of business activities in Ukraine", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (1), P. 124–129. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.1.124>.

Received 07.08.2018

#### *Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Ходаківська Марина Юрївна** – Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця, аспірант кафедри економіки, управління підприємствами та логістики, м. Харків, Україна; e-mail: [marynachodak@ukr.net](mailto:marynachodak@ukr.net), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2008-6695>.

**Ходаковская Марина Юрьевна** – Харьковский национальный экономический Университете имени С. Кузнеця, аспирант кафедры экономики, управления предприятиями и логистики, г. Харьков, Украина.

**Khodakivska Maryna** – Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Student of the Department of Economics, Enterprise Enterprise Management and Logistics, Kharkiv, Ukraine.

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ

**Об'єкт** дослідження – процес визначення якості життя населення. **Предмет** дослідження – методичні підходи, методи визначення якості життя, що впливає на рівень якості трудового життя і визначає доцільність інвестування у підвищення загального рівня розвитку персоналу підприємств. **Мета** роботи – теоретичне обґрунтування факторів впливу на якість життя населення регіонів України, на їх основі визначення показників оцінки для економічного обґрунтування доцільності інвестування у забезпечення і розвитку цього явища. **Задачі** статті полягають у такому: здійснити аналіз факторів впливу на якість життя; вибрати та обґрунтувати складові оцінки якості життя населення регіону; розробити пропозиції щодо складу системи показників оцінювання якості життя. **Методи** дослідження – системний, логічний та історичний підходи; аналізу і синтезу, індукції та дедукції; монографічний. **Результати.** Якість життя визначено як комплексне поняття, що відображає ступінь задоволеності умов існування індивідуума, значну частину яких становлять умови та якість саме трудового життя, що включає працю, фізичне та соціальне оточення на підприємстві, систему управління, співвідношення між трудовою та нетрудовою сферою. Виділено складові і фактори впливу на якість життя населення: ті, що мають прямий вплив на якість життя (якість трудового життя, умови життя, навколишнє середовище, задоволеність життям), та ті, що мають непрямий вплив на якість життя (демографічна ситуація, фінансове забезпечення, правове забезпечення, охорона здоров'я, освіта, соціальне середовище). Уточнено факти і систему показників оцінки якості життя населення у регіонах за рахунок обґрунтованих і запропонованих додаткових складових екологічного стану та якості трудового життя працівників підприємств, що розташовані в регіоні. **Висновки.** Проведений аналіз дозволив виявити низку факторів впливу на якість життя населення регіонів України, визначити найбільш поширені з них, встановити характер їх впливу та з урахуванням нових тенденцій у суспільстві, економіці та політиці класифікувати ці фактори в залежності від впливу на об'єкт дослідження – окрему людину – на ті, що мають прямий вплив на якість життя населення, та ті, що мають непрямий вплив на якість життя населення. Проведений монографічний аналіз дозволив виявити та обґрунтувати систему показників оцінки якості життя населення регіонів України.

**Ключові слова:** якість життя населення; якість трудового життя працівників; фактори якості життя; система показників оцінки якості життя.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

**Объектом** исследования является процесс определения качества жизни населения. **Предметом** исследования является методологические подходы, методы определения качества жизни, которые влияют на качество трудовой жизни и определяют целесообразность инвестирования в повышение общего уровня развития персонала. **Целью** работы является теоретическое обоснование факторов, влияющих на качество жизни населения в регионах, на основе оценки показателей для изучения целесообразности инвестирования в поддержку и развитие этого явления. **Задачами** статьи являются: проанализировать факторы влияния на качество жизни, выбрать и обосновать составляющие оценки качества жизни населения региона, разработать предложения по составу системы показателей оценивания качества жизни. **Методы** исследования – систем, логические и исторических подходов; анализ и синтез, индукция и дедукция; монографический. **Результаты.** Качество жизни определено как комплексное понятие, которое характеризует степень удовлетворенности условиями существования индивидуума, значительную долю которых составляют качество трудовой жизни, включающее труд, физическое и социальное окружение на предприятии, систему управления, соотношение между трудовой и нетрудовой сферой. Выделены составляющие и факторы влияния на качество жизни населения: те, которые оказывают прямое влияние на качество (качество трудовой жизни, условия жизни, окружающую среду, удовлетворенность жизнью), и те, которые оказывают косвенное влияние на качество жизни (демографическая ситуация, финансовое обеспечение, правовое обеспечение, охрана здоровья, образование, социальная среда). Уточнены факторы и система показателей оценки качества жизни населения в регионах за счет обоснованных и предложенных дополнительно составляющих: экологического состояния и качества трудовой жизни работников предприятий, расположенных в регионе. **Выводы.** Проведенный анализ позволил выявить ряд факторов влияния на качество жизни населения в регионах, выделить наиболее распространенных из них, установить характер их влияния, принимая во внимание новые тенденции в обществе, экономике и политике для классификации этих факторов в зависимости от воздействия на объект исследования – человека – факторы, которые имеют прямое влияние на качество жизни населения и те, которые оказывают косвенное влияние на качество жизни населения. Проведенный монографический анализ позволил выявить и обосновать систему показателей оценки качества жизни населения регионов Украины.

**Ключевые слова:** качество жизни населения; качество трудовой жизни работников; факторы качества жизни; система показателей оценки качества жизни.

O. IASTREMSKA

## LOGISTICS AT AN ENTERPRISE: THE PECULIARITIES OF PROCUREMENT ACTIVITIES

The **object** of the study is logistic activity at an enterprise. The **subject** of the study is theoretical conceptions, methods, methodological approaches to the management of logistic activities of the whole enterprise and procurement activities in particular, as an important part of logistics under modern conditions of the competition increase in product markets. The **goal** of this article is to develop the theoretical conceptions of the logistics of procurement activities to specify major categories and classifications. The main **objectives** of this article are to specify procurement activities, their tasks and classification; to specify factors that affect logistics and procurement; to improve the classification of the major types of procurement activities; to determine whether the features of the classification correspond to the types of relations between suppliers and sellers; to draft proposals for using procurement as a methodology for managing suppliers within competitive procurement. The main research **methods** are analysis, synthesis, the structural and logical analysis that enables solving the set tasks. **Results.** The procurement activity is specified and considered as the actions of an enterprise with competent suppliers of goods and services that are necessary to meet the effective demand of ultimate customers for products whose success is based on building relations with suppliers who can provide better management results, conditions and expected consequences of the cooperation. The feasibility of practical use of the additional classification criterion "the value of relations" is proved, according to which the following types of procurement activities are identified: periodic or nonrecurring, partnership and integrated ones. The introduction of the additional classification criterion requires extending the classification of suppliers according to their attractiveness to supply conditions and consequences which provide the different value of relations of enterprises with suppliers. **Conclusions.** It is proved that suppliers should be singled out into three groups – low, medium and highly attractive ones, which corresponds to different values of relations that they can provide. Therefore, the classification criterion "the value of relations" should be applied to the types of relations between industrial enterprises and suppliers, and periodic (nonrecurring), partnership and integrated relations should be selected. They differ in grouping partnership relations into 3 types - insourcing/outsourcing, vertical/intersectoral and integrated according to the qualitative mean level of attractiveness of suppliers. It is proved that to develop effective relations within the purchasing process, an effective tool is the methodology of procurement, which involves using practical methods and techniques that enable maximizing the interests of an enterprise within competitive trades.

**Keywords:** logistics; purchasing; suppliers; competent suppliers; procurement.

### Introduction

At the current stage of development of Ukrainian enterprises, logistics activities in general and procurement in particular, play a more important role than decades ago. Logistics and procurement activities have begun to be considered not only in terms of costs but also in terms of customer satisfaction. In addition, procurement activity affects significantly the competitiveness of an enterprise through the reduction of material costs, which are part of the cost structure of production. Thus, in industry, the share of the cost of purchased raw materials and semi-manufactured products is 60-70% of the cost of finished products. In addition, the level of procurement development in modern industrial engineering enterprises reduces the results of the overall economic activity of an enterprise. Taking into consideration the above, the problems of managing the procurement activities of enterprises should be solved as a matter of priority. Therefore, the economic nature of procurement is actively studied, the laws, according to which this sphere of activity operates, are specified and the perspective directions of its development are determined in accordance with changes in the internal and external environment of an enterprise [1].

The main difference between the current economic situation and the situation of planned distribution lies in the fact that purchasers who act within the micro-logistic network are more interested in the economic effect of their market activity (previously they were only interested in fulfilling the plan), which leads to obtaining profit, reducing expenses, taking into account the market

conditions for satisfying the needs of ultimate consumers.

### The analysis of recent studies and publications

Under current economic conditions, the economy and industry of Ukraine are in the state of the qualitative changeover. According to the strategic direction of development, its predominant model is innovative investment, which requires that manufacturers and suppliers of enterprises actively update the assortment and nomenclature of products, invest in modernization of production, therefore, when choosing suppliers, industrial enterprises should consider the results of management and the conditions and consequences of their proposals. Under the conditions of the Ukrainian economy development, the old forms of organization of economic relations among enterprises in the sphere of procurement should be reviewed. The logistic activity of enterprises and purchasing, in particular, were studied by such scholars as A. Korol, Ye. Krykavskyy, K. Lysons, M. Gillingham, V. Pysmak, V. Sysoev, A. Chubala, Ya. Victor, R. Nestruy, K. Mazurek-Lopatsynska, R. Patora, M. Shymura-Tyts, N. Chukhray and others. They have considered the peculiarities of the logistic management in their works.

### Issues for consideration that have not been studied before

However, changes in the conditions of management, increasing competition in economic activity in the market of products among suppliers and producers require that

both practical proposals and the theoretical provisions for the implementation of logistics activities be reviewed. Therefore, the theory of logistics should be further developed, the categorical apparatus should be improved, the types of procurement activities and suppliers should be clarified, which will enable developing new approaches to managing the logistics of enterprises.

The **goal** of the article is to develop theoretical foundations of logistics of the procurement activity to specify the basic categories and classifications.

The major objectives of the article are:

- to specify the definition of procurement activity, its goals, classification;
- to determine factors that affect logistics and procurement activity;
- to improve the classification of the main types of procurement activity;
- to determine if the classification marks of types of relations among enterprises correspond to suppliers and types of suppliers;

to develop suggestions on using procurement as a methodology for managing suppliers in competitive purchasing.

The main **methods** of the study are analysis, synthesis, structural and logical analysis, which enabled solving the problems.

### **The discussion of the results of the study**

The methods of the organization of supply processes at enterprises become ineffective both for the procurement service and for the enterprise as a whole since they do not always correspond to the new principles of the market economy that are based on the full economic independence of enterprises. At the same time, industrial enterprises face the lack of raw materials, components, consumables, and their poor quality. In such a situation, industrial enterprises have a very important task to build new relations with suppliers that are based on modern methods of business organization and capable to operate efficiently in industrial markets in the conditions of changing economic conditions, aimed at organizing the continuous and efficient supply of enterprises with everything necessary for manufacturing.

The main trends in the development and implementation of procurement activities in Ukraine already have some common features that are identical in the countries with the developed market economy. Thus, according to K. Lysons and M. Gillingham, the main trends in purchasing and supplying in 2006 were [2]:

- the assessment of suppliers, their selection and building relations with them became a key activity in the procurement process;
- tactical procurement tasks were automated;
- the role of the Internet increased;
- strategic procurement centres that provide competitive advantages by selecting suppliers in supply chains and their impact on them were created;

- the role of strategic alliances with suppliers, that is, building integrated relationships that evolve from partnerships increased;

- the exchange of information among the chain members increased;

- the activity of suppliers through their participation in associations as the model of partnership relations was coordinated;

- greater attention was paid to mutually beneficial negotiations;

- the value of prices for building relations and adopting supply agreements decreased, greater attention was paid to the conditions and consequences of purchasing activities and the possibilities of suppliers regarding the results of their management;

- professionalism in the field of interpersonal communication increased.

It should be noted that scientific and technological progress affect greatly procurement activity in the whole world and in Ukraine, in particular. On one hand, new information technologies make procurement simpler but, on the other hand, create new problems to be solved. Thus, the increasing role of the Internet causes the problem of information security and so on.

Despite the fact that the impact of scientific and technological progress on the economic activity of enterprises also changes the nature of their activities, the main objective of material and technical support of an individual enterprise is its provision with material resources. The procurement activity of an enterprise is an integral part of the material and technical support of the enterprise.

Considering the definitions given in table 1, the conclusion can be made that their interpretations are quite identical but semantics is pretty different which makes it necessary to study the definitions of "procurement activity" in the aspect of the semantic analysis. According to the above definitions of the "procurement activity", the conclusion can be made that according to their content they characterize it as a process that comprises certain stages and has the main goal – to acquire the necessary resources; a positive trend is to specify such its aspect as "interrelation" but no one definition given above combine these positive trends. Such combining will enable studying procurement activities comprehensively and identify its core that consists in building the relations of the enterprise with the competent supplier, which will ensure its success as well as the efficiency of the economic activities of the enterprise as a whole.

Thus, taking into account the results of the study, the proposed definition of procurement activities of the enterprise is as follows – the procurement activity is the activity of an enterprise with competent suppliers to purchase goods and provide services necessary to meet the effective demand of ultimate consumers in products, the success of which is based on building relations with suppliers that can provide improved business results, conditions and the expected effect of cooperation.

**Table 1.** The semantic analysis of the concept of "procurement activity"

"procurement activity" is					
activity	purchasing / procurement	process	a set of measures	acquiring	management
is considered as a process of active interaction of the enterprise with the subjects of the market of material resources in order to purchase raw materials, semi-manufactured products, materials and services.	a set of operations related to promoting goods and the corresponding flow of information	a consistent change in the state of material resources is the result of providing the production sphere with the necessary products	are elected to receive material resources with minimal expenses.	the process of acquiring material resources and delivering them in a certain quantity and quality to the necessary place	a set of actions that consist in achieving the main goal - delivering the necessary material resources of the required quality to the right place and time.

Procurement activity has certain goals. According to the studies of literary sources [1–10], its major objectives are as follows.

1. Finding competent and reliable suppliers, assessing their activities constantly, developing relations in the tactical and strategic period on the basis of their appropriate types;

2. Ensuring the continuous flow of raw materials, supplying components and services necessary for the company;

3. Supporting the increase in the quality of material resources being purchased;

4. Increasing the competitiveness of an enterprise by minimizing costs and introducing modern technologies;

5. Achieving harmonious relations and effective cooperation with other functional divisions of the enterprise. Procurement activities cannot be effective without cooperation with other departments and employees of the company - the department of technical control, production units, account department, departments of marketing design, engineering development and so on.

The presented objectives of procurement activity are multidivisional, which confirms its complex nature and the impact of internal and external factors of enterprises that have a significant effect on procurement activities.

The instability of modern market conditions requires that factors affecting procurement activities should be considered in details. Thus, since the economic factors of the internal environment are fully controlled by the enterprise, such factors as the qualification of the personnel of the procurement department should also be considered as well as the innovation policy, which, in terms of procurement activity, lies in using modern technology in the process of ensuring the production of its material resources. External environmental factors are partly or totally uncontrolled by the enterprise.

Economic factors include the level of inflation in the country, the stability of the financial and banking systems, which affects the availability of financial resources, taxation policy and so on. New trends in the development of the economy create such a type of consumer that requires other business strategies of the entire enterprise, and, in particular, procurement. Thus, the increasing

environmental concern of the world population requires that manufacturing certain goods, for example, packaging should be reformed. Political factors affect the purchasing activity of an enterprise through legislative documents, methods and instruments of state regulation, political conditions in the country, relations of power with other foreign powers and so on. Technological factors are key ones for implementing innovations since new technologies change the manufacturing process and, accordingly, the process of providing a company with material resources. The use of obsolete tools and methods of purchasing activities increases the overall costs of an enterprise and reduces the results of its business activity. When analyzing the internal environment of an enterprise, the factors of procurement activity should be taken into consideration. Thus, the conditions of cooperation with suppliers, transport companies and other partners depend on the financial stability and profitability of an enterprise, that is, the results of its business activity. Highly skilled personnel are an essential part of the successful implementation of procurement activities. Therefore, new skilled staff should be found and trained. The innovative policy of an enterprise concerns the degree of technological development, which greatly facilitates the work for providing the enterprise with material resources and reduces overall costs. Innovative and investment policies complement each other in the company but the effective investment policy creates conditions for innovations because, without the corresponding investments, the technological component can hardly be improved.

Thus, the factors of the external and internal environment affect the procurement activities of an enterprise, therefore the procurement activity should be adjusted and the tactical and strategic objectives of the enterprise should be carried out taking into account the mentioned factors, which will ensure the adoption of sound management decisions.

An important aspect for understanding the procurement activity is the classification of its types in relation to the object purchased.

Summarizing the proposals of the sciences [2, 4, 5 – 8], such basic classification criteria for procurement used

for its identification, economic analysis and management should be noted:

- the level of awareness concerning procurement resources;
- geographical space;
- number of suppliers;
- delivery time;
- a subject of purchasing;
- a purchaser;

- the degree of the Internet use;
- the nature of commodities and materials.

Thus, table 2 shows generalized classification of types of purchasing activities of industrial enterprises. Depending on the level of complexity and procurement awareness, purchases can be singled out as permanent, modified and new ones. Thus, constant purchases include repetitive returns of the order stated earlier to suppliers who are trying to raise the quality of products.

**Table 2.** Classification of the basic types of procurement activity

Classification feature	Types of purchases
1. the level of complexity and awareness concerning procurement	permanent purchases modified purchases new purchases
2. geographical space	local purchases domestic purchases global purchases
3. a number of suppliers	purchasing from one supplier purchasing from a single existing market supplier purchasing from two suppliers purchasing from many suppliers
4. procurement destination	purchasing to the warehouse purchasing "in time for manufacturing"
5. a subject of purchasing	purchasing single items purchasing modules
6. a purchaser	independent purchases shared purchases
7. the degree of the Internet use	purchases are fully conducted through the Internet partial use of the Internet
8. objective	for internal use for the ultimate consumer

Such purchases confirm the fact that an enterprise and a supplier are satisfied with the existing relations. If a supplier is changed due to poor quality products, goods failed to be delivered within the delivery period, other significant reasons or other changes in the parameters of the ordered materials happened, a modified purchase is effected. A new purchase is the most complex since it involves making many decisions for compiling a new order for unknown products and cooperation with new suppliers.

Taking into consideration geographic space, local, national and global types of purchasing activities are distinguished. Local purchases involve buying material resources from suppliers which are located geographically not so far from an enterprise. Domestic purchases are effected within the country where the enterprise which buys material resources is located. Mostly domestic machine-building enterprises purchase necessary products within the country. But sometimes there is a necessity to purchase foreign-made resources, then global purchases are made, which requires highly skilled staff who know foreign languages, legislation of different countries, foreign culture and so on.

According to a number of suppliers, four basic purchasing activities are singled out – purchasing from one supplier, purchasing from a single existing market supplier, purchasing from two suppliers and purchasing from many suppliers. Such a grouping that rather often can be found in scientific literary resources [3, 6, 9] seems

doubtful. According to studies conducted in the machine-building industry, the types of procurement activities are reasonable to be grouped into purchasing from one supplier and purchasing from many suppliers. Purchasing the products from one supplier involves full trust to partners but significant risk. The advantages of purchasing from many suppliers include the security of procurements and independence but the quality control of procurement resources and procurement activity, in general, become more difficult.

Studying the experience of foreign machine-building enterprises, it can be noted that many of them work ordering in advance [1]. Necessary material resources are purchased taking into account the needs required for manufacturing a certain product, which leads to a minimization of resources and expenses for their storage. This approach to buying necessary resources is called the procurement activity "in time for manufacturing". The unreliability of domestic suppliers makes machine-building enterprises purchase the necessary products following the principle "to the warehouse", refusing significant advantages such as saving costs for maintaining stocks, saving working capital and so on.

Depending on the subject of procurement, there are independent purchases that involve the individual purchase of the necessary material resources ensuring their own needs. The form of joint procurement is procurement consortia, created by a group of companies for the joint purchase of necessary resources. In Ukraine,

such a practice of purchasing activities is rarely found among machine-building enterprises.

Modern Internet capabilities enable automating the process of purchases partially or as a whole. Depending on the degree of the Internet use, the types of procurement can be specified - those that are fully conducted through the global network and procurement, in which only certain tasks are implemented such as market situation analysis, the purchase of certain goods and so on. In practice, machine-building enterprises in Ukraine carry out only individual operations using the Internet, which provides additional benefits - information acceleration, saving costs and so on.

Depending on the goal, purchasing activities are singled out as the procurement for internal use and for the ultimate consumer. In general, machine-building enterprises use purchased products for manufacturing, that is, for domestic consumption while trade enterprises buy material resources for resale operations.

However, the classification presented in table 2 is not complete since it does not take into consideration such classifying feature as "the value of relations with the supplier". It is introduced is due to the specified definition of purchasing activity, which takes into account the competence of a supplier. Therefore, this classifying feature is of special scientific interest. According to this feature, procurement activities can create different values of relations with suppliers in accordance with the conditions and the consequences of these relations. If purchasing conditions are not flexible, reliable and efficient, the value of relations with suppliers will be little, that is why enterprises should support such relations only if it is necessary, that is such relations are nonrecurring or periodic. When the efficiency of relations increase, they can become permanent and long-term, which will

characterize them as partnership ones, this is the factor which predetermines partnership procurement activities. If the relations of enterprises with separate suppliers are of significant efficiency, the procurement activity can be considered as the integrational one, which predetermines involving enterprises and suppliers in an integrated business structure when procurement is made within a single frame of managing business processes or involves creating consortia or associative structures in the area of purchasing activities, in this case, enterprises and suppliers are strategic partners.

Introducing an additional classifying feature of procurement activities requires that the classification of suppliers be expanded, basing on their attractiveness to the conditions and effects of supply, which ensures the different value of the relations between the enterprises and the suppliers. Thus, three types of suppliers can be singled out – low-, medium- and highly attractive ones that correspond to different values of relations they can provide. So, the classifying feature "the values of relations" can be also applied to the relations of manufacturing enterprises with suppliers and single out periodic (nonrecurring), partnership, integrated relations; their difference lies in grouping partnership relations in three subtypes – insourcing or outsourcing, vertical or intersectoral, complementary in accordance with the quality level of the average attractiveness of suppliers. In accordance with the types of purchasing activities on the basis of the classification of "value of relations", the types of suppliers and be grouped as follows: enterprises should build periodic, nonrecurring relations with low-attractive suppliers, partnership relations should be built with medium attractive suppliers and integrated ones – with highly attractive suppliers (table 3).

**Table 3.** Correspondence between the classifying features of the types of relations and suppliers and types of suppliers

Classifying feature	Types of relations	Subtypes of relations	Types of suppliers
attractiveness as for the conditions and effect of supplying			low attractive
			medium attractive
			highly attractive
value of relations	periodic (nonrecurring)		low attractive
	partnership		medium attractive
	integrated		highly attractive
functional direction of the management and the period of implementation	partnership	insourcing or outsourcing	low- or medium attractive
		vertical or intersectoral	medium attractive
		complementary	medium- or highly attractive

Modern procurement activities of the enterprise should be managed on the basis of constant marketing researches of the procurement market according to selected criteria, in the case of the high value of relations procurement activities should be managed by creating strategic alliances with suppliers, using the methods of reverse marketing and continuously improving the system of assessment. It should be noted that the procurement activity of an enterprise is the potential that, with it is managed well, can give unexpected positive results in

improving its competitive position and in optimizing the overall costs of an enterprise. At the same time, the process of managing purchasing activities should be considered as an independent, which should be effected according to the principles of rhythm, uniformity, reliability, timeliness, synchronism, complexity, stability, flexibility and reflexivity. Reflexivity is the most important principle under modern conditions, because it characterizes the variability of the impact of environmental factors on the procurement activities and

provides the synchronous response of an enterprise to the change of the value of relations with suppliers and the level of their attractiveness for the current activities of enterprises and its strategic direction in the future.

Peculiarities of purchasing activity of industrial enterprises are determined by their types, the value of relations with suppliers and the attractiveness of the suppliers.

Due to the peculiarities of the organization of procurement activity in order to provide it with a competitive (or comparative) character for to improve the efficiency, it should be emphasized that while tendering, the given models can be used to invite the most attractive suppliers as tendering parties. If they reject the invitation, which should be announced in the media, official and professional editions, these models can be used to build direct relations between manufacturing enterprises and supplying enterprises.

Practical experience proves that competitive procurement is becoming more and more attractive for private sector enterprises and not just for the state, where the use of competitive procurement methods is legally obligatory. In this connection, an additional impetus for building relations in the process of procurement activity is the methodology of the procurement that consists in the use of a set of practical methods and techniques that maximize the interests of the customer within the procurement campaign with the help of competitive tendering [1, p.14]. The most relevant methods of procurement are developing such models of information communications which are a part of the general patterns of building the relations that can create an attractive information field for interaction. The main purpose of the interaction of an enterprise with a supplier is ensuring conditions for successful competitive purchases. To achieve this, in our opinion, the following basic tasks should be solved:

1. new potential suppliers should be continuously identified by using corresponding communicative technologies, especially when a purchaser depends on available counterparties because of the limited amount of their number or manufacturing capabilities as well as their monopoly;

2. a maximum possible number of new suppliers should be engaged in participating in competitive purchases;

3. the activity of suppliers who participate in purchasing for the first time should be encouraged;

4. suppliers should be encouraged to participate in future competitive events and to seek the victory even if they lost previous competitions, first of all, by improving the proposals of suppliers;

5. the participation of suppliers in future purchases should be ensured even if the term of their agreements is over, especially in cases when the solution as for prolonging the agreement is not evident;

6. potentially attractive suppliers whose capacity is not fully loaded by other enterprises including enterprises that are the purchaser's rivals should be persuaded to cooperate ("poached");

7. the image of "attractive purchaser", cooperating with whom will increase the prestige of the supplier in the market, should be created in supplies;

8. the image of a manufacturing enterprise (a purchaser) like a reliable partner should be created in suppliers, which is especially important communicative emphasis under the specific conditions of market development;

9. the loyalty should be continuously proved, in particular, in the context of long-term relations when probable consequences of getting out of the relations are very severe.

All procurement activities are directed first and foremost to finding potential suppliers who meet to the greatest extent the requirements of manufacturing enterprises [1], to building profitable relations with them and to involving them in participating in future competitive purchasing activities. Procurement as a methodology of managing suppliers under competitive purchases includes:

- regulating the process of competitive procurement;
- planning of competitive procurement procedures;
- creating target information bases of potential suppliers;
- communicating with suppliers – potential participants in competitive purchasing procedures;
- direct competitive procurement procedures;
- selecting a supplier (suppliers) during competitive procurement.

An important task of the procurement is to create conditions for selecting an enterprise-purchaser of producer and technical goods among the victory seekers in a competitive procurement by creating the market of potential suppliers, activating the offer in the market and supporting relations (communication) with the subjects of this market over the desired time for a purchaser (manufacturing enterprise).

That is, in the process of purchasing activity between an enterprise-supplier and an enterprise-consumer, efficient relations that are of the objective-subjective nature and are significantly affected by the information space should be built.

---

## Conclusions

---

The procurement activity is specified and defined as the activity of an enterprise with competent suppliers for purchasing goods and providing services necessary to meet the effective demand of ultimate consumers of products, the success of which is based on building relations with suppliers that can ensure the improvement of the results of business activities, conditions and the expected effects of cooperation.

Major modern trends in purchasing and supplying are determined, they are

the assessment of suppliers, their selection and building relations with them became a key activity in the procurement process; tactical procurement tasks were automated; the role of the Internet increased; strategic procurement centres that provide competitive advantages by selecting suppliers in supply chains and their impact on

---

them were created; the role of strategic alliances with suppliers, that is, building integrated relationships that evolve from partnerships increased; the exchange of information among the chain members increased; the activity of suppliers through their participation in associations as the model of partnership relations was coordinated; greater attention was paid to mutually beneficial negotiations.

The feasibility of practical implementation of additionally suggested classifying feature "the value of relations" was justified according to which the types of purchasing activities are determined as periodic or nonrecurring, partnership, integrated. Introducing an additional classifying feature of procurement activities requires that the classification of suppliers be expanded, basing on their attractiveness to the conditions and effects of supply, which ensures the different value of the relations between the enterprises and the suppliers. Thus, three types of suppliers can be singled out – low-, medium- and highly attractive ones that correspond to different values of relations they can provide. So, the classifying feature "the values of relations" can be also

applied to the relations of manufacturing enterprises with suppliers and single out a periodic (nonrecurring), partnership, integrated relations; their difference lies in grouping partnership relations in three subtypes – insourcing or outsourcing, vertical or intersectoral, complementary in accordance with the quality level of the average attractiveness of suppliers.

It was proved that to build efficient relations while purchasing, the efficient tool is the methodology of procurement that lies in using a set of practical methods and techniques which enable ensuring the interests of a customer in the context of procurement campaign with the help of competitive trades. The most appropriate methods of procurement are the development of such models of information communications that are a part of the general models of building relations that can create an attractive information field for interaction.

The stated proposals can be used as directions for developing logistics of industrial enterprises. Their practical use will improve the logistic processes in enterprises in general and procurement activities in particular.

## References

1. Korol', A. N., Yeliseyev, A. Ye. (2008), "The main trends in the development of procurement activities" [Osnovnyye tendentsii v razvitiy zakupochnoy deyatel'nosti], *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii*, No. 2, P. 13–15.
2. Laysons, K., Dzhillingem, M. (2005), *Procurement and supply chain management* [Upravleniye zakupochnoy deyatel'nost'yu i tsep'yu postavok], Moscow : INFRA-M, 794 p.
3. Krykavskyy, Ye. V., Patora, R. et al. (2006), "Lohistyka: tradytsiyni ta netradytsiyni sfery vykorystannya" ["Logistics: Traditional and non-traditional uses"], *Herald of the National University Lviv Polytechnic University : Logistics*, No. 552, P. 24–29.
4. Medzhybovskaya, N. S. (2011), *Formation of systems of electronic supply of industrial enterprises* [Formuvannya system elektronnoho postachannya promyslovykh pidpryyemstv], Odessa : Palmyra, 272 p.
5. Moroz, O. V., Muzika, O. V. (2007), *System factors of the efficiency of the logistic concept of supply at the enterprises* : monograph [Systemni faktory efektyvnosti lohistychnoyi kontseptsiyi postachannya na pidpryyemstvakh : monohrafiya], Vinnytsya : UNIVERSUM-Vinnitsa, 448 p.
6. Pis'mak, V. O. (2010), "Management of the procurement activity of the enterprise for the marketing-logistic concept" ["Upravlinnya zakupivel'noyu diyal'nisty pidpryyemstva za marketynhovo-lohistychnoyu kontseptsiyeyu"], *Marketing and logistics in the management system* : international scientific and practical conference, Lviv, P. 388–389.
7. Sisoiev, V. V. (2011), *Mechanism of logistic management of material and technical provision of institutes of the state security sector : theory, methodology and modeling*: monograph [Mekhanizm lohistychnoho upravlinnya material'no-tekhnichnym zabezpechennyam instytutiv sektoru bezpeky derzhavy : teoriya, metodolohiya ta modelyuvannya : monohrafiya], Kharkiv : Vyd. KHNEU, 312 p.
8. Chubala, A., Viktor, Ya., Nestrui, R. et al. (2007), *Transformation of value in the development of the relations "enterprise-client"* : monograph [Transformatsiya vartosti u rozvytku vidnosyn "pidpryyemstvo-kliient" : monohrafiya], Lviv : Publishing House of Lviv Polytechnic National University, 250 p.
9. Crosby, L. A., Evans, K. A., Cowles, D (1990), "Relationship Quality in Services Selling : An Interpersonal Influence Perspective", *Journal of Marketing*, Vol. 54, No.3, P. 68–81.
10. Wilson, R. M. S., Gilligan, C. (2005), *Strategic marketing management : planning, implementation and control*, Butterworth-Heinemann, 867 p.
11. Chekh, N., Vinnyk, I. (2017), "[Regulatory environment of business activities in Ukraine]", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (1), P. 124–129. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.1.124>.

Received 07.08.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Ястремська Олена Миколаївна** – доктор економічних наук, професор, Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця, завідувач кафедри економіки, управління підприємствами та логістики, м. Харків, Україна; e-mail: [iastremska\\_om@hneu.net](mailto:iastremska_om@hneu.net), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5653-6301>.

**Ястремская Елена Николаевна** – доктор экономических наук, профессор, Харьковский национальный экономический Университете имени С. Кузнеця, заведующая кафедрой экономики, управления предприятиями и логистики, г. Харьков, Украина.

**Iastremska Olena** – Doctor of Science (Economics), Professor, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Head of the Department of Economics, Enterprise Management and Logistics, Kharkiv, Ukraine.

## ЛОГИСТИКА НА ПІДПРИЄМСТВІ: ОСОБЛИВОСТІ ЗАКУПІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Об'єкт** дослідження становить логістична діяльність підприємства. **Предмет** дослідження – теоретичні положення, методи, методичні підходи щодо управління логістичною діяльністю підприємства в цілому та закупівельною діяльністю підприємства зокрема як переважною складовою логістики в сучасних умовах посилення конкуренції на ринках продукції. **Метою** даної статті є подальший розвиток теоретичних засад логістичної діяльності відносно закупівельної щодо уточнення визначень основних категорій та класифікацій. Основними **завданнями** статті є: уточнення визначення закупівельної діяльності, її цілей, класифікації; визначення факторів впливу на логістичну й закупівельну діяльність; удосконалення класифікації основних видів закупівельної діяльності; визначення відповідності класифікаційних ознак видів відносин підприємств з постачальниками та видів постачальників; розроблення пропозицій з використання прокьюреента як методології управління постачальниками при конкурентних закупівлях. Основними **методами** дослідження є аналіз, синтез, структурно-логічний аналіз, що дозволило вирішити поставлені задачі. **Результати** дослідження. Уточнено визначення закупівельної діяльності, згідно з яким вона визначається як діяльність підприємства з компетентними постачальниками із придбання товарів та надання послуг, необхідних для задоволення платоспроможного попиту кінцевих споживачів у продукції, успішність якої ґрунтується на формуванні відносин з постачальниками, що спроможні забезпечити покращення результатів господарювання, умов і очікуваних наслідків співпраці. Доведено доцільність практичного використання додатково запропонованої класифікаційної ознаки "цінність відносин", за якою виділено такі види закупівельної діяльності як періодична або разова, партнерська, інтегрована. Введення додаткової класифікаційної ознаки вимагає розширення класифікації постачальників за ознакою їх привабливості щодо умов та наслідків постачання, які й забезпечують різну цінність відносин підприємств з постачальниками. **Висновки.** Доцільно виділити три види постачальників: низько-, середньо- та високо привабливих, що відповідає різній цінності відносин, які вони здатні забезпечити. Тому класифікаційну ознаку "цінність відносин" доцільно розповсюдити і на види відносин промислових підприємств з постачальниками та виділити періодичні (разові), партнерські, інтегровані відносини. Їх відмінність полягає у розподіленні партнерських відносин на 3 підвиди: інсорсингові або аутсорингові, вертикальні або міжгалузеві, комплементарні у відповідності з якісним рівнем середньої привабливості постачальників. Доведено, що для формування ефективних відносин в процесі закупівельної діяльності дієвим інструментом є методологія прокьюреента, що полягає у використанні сукупності практичних методів і прийомів, які дозволяють максимально забезпечити інтереси замовника при проведенні закупівельної компанії за допомогою конкурсних торгів.

**Ключові слова:** логістична діяльність; закупівельна діяльність; постачальники; компетентні постачальники; прокьюреент.

## ЛОГИСТИКА НА ПРЕДПРИЯТИИ: ОСОБЕННОСТИ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Объектом** исследования является логистическая деятельность на предприятии. **Предметом** исследования являются теоретические положения, методы, методические подходы к управлению логистической деятельностью всего предприятия и закупочная деятельность в частности, как важная часть логистики в современных условиях усиления конкуренции на рынках продукции. **Целью** этой статьи является дальнейшее развитие теоретических положений материально-технического обеспечения деятельности в области закупок относительно уточнения определения основных категорий и классификаций. Основными **задачами** этой статьи являются: уточнение определения закупочной деятельности, ее целей, классификации; определение факторов влияния на логистику и закупки; совершенствование классификации основных видов закупочной деятельности; определение соответствия с признаками классификации типов отношений поставщиков и продавцов; разработка предложений по использованию прокьюреента как методологии управления поставщиками при конкурсных закупках. Основными **методами** исследования является анализ, синтез, структурно логический анализ, позволяющие решить поставленные задачи. **Результаты** исследования. Уточнено определение закупочной деятельности, в котором она определяется как деятельность предприятия с компетентными поставщиками товаров и услуг, необходимыми для удовлетворения платежеспособного спроса конечных потребителей на продукты, успех которого основан на формировании отношений с поставщиками, которые могут обеспечить более высокие результаты управления, условия и ожидаемые последствия сотрудничества. Доказана возможность практического использования дополнительного классификационного признака "значение отношения", по которому выделены следующие виды закупочной деятельности: периодические или одноразовые, партнерские, интегрированные. Введение дополнительного классификационного признака требует расширения классификации поставщиков по признаку их привлекательности относительно условий и последствий снабжения, которые и обеспечивают разную ценность отношений предприятий с поставщиками. **Выводы.** Доказана целесообразность выделений трех типов поставщиков: низкой-, средне- и высоко привлекательных, что соответствует различным значениям отношений, которые они в состоянии обеспечить. Поэтому классификационный признак "ценность отношений" целесообразно распространить на виды отношений между промышленными предприятиями и поставщиками и выбрать периодические (разовые), партнерские, интегрированные отношения. Их отличие состоит в распределении партнерских отношений на 3 вида: инсорсинговые или аутсорсинговые, вертикальные или межотраслевые, комплексные в соответствии с качественным средним уровнем привлекательности поставщиков. Доказано, что для формирования эффективных отношений в процессе закупочной деятельности эффективным инструментом является методология прокьюреента, которая заключается в использовании практических методов и приемов, которые позволяют максимизировать интересы предприятия при осуществлении конкурентных торгов.

**Ключевые слова:** логистическая деятельность; закупочная деятельность; поставщики; компетентные поставщики; прокьюремент.

**АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК**

Артюх Р.В.	17
Бабич І.І.	44
Богущька О.А.	79
Болтъонков В.О.	35
Борщов В.М.	67
Гаврилко Є.В.	5
Гопеєнко В.	17
Демська Н.П.	67
Дорохіна А.А.	17
Д'якон Д.	122
Єлізева А.В.	57
Камінська А.М.	26
Кирий В.В.	87
Кобизський Д.С.	95
Король Я.П.	106
Косенко Н.В.	57
Куваєва В.І.	35
Курченко О.А.	5
Ліп'яніна Х.В.	35
Лобач О.В.	44
Малєєва О.В.	57
Миколіук О.А.	114
Момот Т.В.	122
Назаровець С.А.	26
Невлюдов І.Ш.	67
Невлюдова В.В.	57
Персіянова О.Ю.	44
Прилепа Н.В.	114
Проценко М.А.	67
Старостіна А.Ю.	17
Терещенко А.І.	5
Терещенко І.В.	5
Тимчук І.Т.	67
Філатова І.О.	122
Ходаківська М.Ю.	131
Чеченець Д.О.	87
Ястремська О.М.	141

**ALPHABETICAL INDEX**

Artiukh Roman	17
Babych Igor	44
Bogutska Olga	79
Boltenkov Viktor	35
Borshchov Viacheslav	67
Havrylko Yevhen	5
Gopejenko Viktors	17
Demska Nataliia	67
Dorokhina Anna	17
Djakons D.	122
Yelizyeva Alina	57
Kamińska Anna	26
Kyriy Valentyna	87
Kobyzskyi Denys	95
Korol Yaroslav	106
Kosenko Nataliia	57
Kuvaieva Varvara	35
Kurchenko Oleg	5
Lipyana Kristina	35
Lobach Olena	44
Malyeyeva Olga	57
Mykoliuk Oksana	114
Momot Tetiana	122
Nazarovets Serhii	26
Nevliudov Igor	67
Nevliudova Viktoriia	57
Persiyanova Elena	44
Prylepa Nataliia	114
Protsenko Maksym	67
Starostina Alona	17
Tereshchenko Anton	5
Tereshchenko Igor	5
Tymchuk Ihor	67
Filatova Irina	122
Khodakivska Maryna	131
Chechenets Dmytro	87
Iastremska Olena	141

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА  
ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Щоквартальний науковий журнал**

№ 3 (5), 2018

Відповідальний за випуск *А. А. Коваленко*  
Комп'ютерна верстка *О. Ю. Персіянова*

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**

Україна, 61166, м. Харків, проспект Науки, 14

Тел.: +38 (057) 704-10-51

Веб-сайт: <http://itssi-journal.com>

E-mail: [journal.itssi@gmail.com](mailto:journal.itssi@gmail.com)

---

Формат 60×84/8. Умов. друк. арк. 17,44. Тираж 150 прим.

Відруковано з готових оригінал-макетів в типографії ФОП Андреев К.В.  
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.  
Запис №24800170000045020 від 30.05.2003.

61166, Харків, вул. Серпова, 4, тел. 063-993-62-73  
e-mail: [ep.zakaz@gmail.com](mailto:ep.zakaz@gmail.com)