

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

**Вісник Національного
технічного університету
«ХПІ». Серія: Стратегічне
управління, управління
портфелями, програмами та
проектами**

№ 1(5)

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

**Bulletin of the National
Technical University
"KhPI". Series: Strategic
management, portfolio,
program and project
management**

No. 1(5)

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Харків
НТУ «ХПІ», 2022

Kharkiv
NTU "KhPI", 2022

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами = *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management* : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків : НТУ «ХПІ», 2022. № 1(5). 88 с. ISSN 2311-4738.

Збірник присвячений проблемам управління розвитком компаній, територій і країн. Головна увага приділяється освітленню досягнень стратегічного управління, управління портфелями, програмами, проектами і взаємозв'язкам між цими науками. Розглядаються питання створення та використання методологій управління розвитком об'єктів, методів дослідження операцій, математичної статистики, інформаційних технологій.

Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців в галузі управління розвитком складних систем.

The bulletin is devoted to the problems of managing the development of companies, territories, and states. The main attention is paid to coverage of the achievements of strategic management, portfolio, program, project management and interrelations between these sciences. The issues of creation and application of methodologies for managing the development of objects, methods of operations research, mathematical statistics, and information technologies are considered.

For scientists, high school lecturers, students, and specialists in the field of development of complex systems.

Свідоцтво Міністерства юстиції України КВ № 23775-13615Р від 14 лютого 2019 року.

Мова статей – українська, російська, англійська.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами внесено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії», затвердженого Наказом МОН України № 886 від 02.07.2020 р. «Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства» зі спеціальностей:

122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

126 Інформаційні системи та технології

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами», індексується в міжнародних наукометричних базах, репозитаріях та пошукових системах: *Index Copernicus (Польща), WorldCat (США), ResearchBib (Японія), Directory of Research Journals Indexing, Directory of Open Access Journals (США), Universal Impact Factor, Scientific Indexing Services, Google Scholar* і включений у світовий довідник періодичних видань бази даних *Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA)*.

Офіційний сайт видання <http://pm.khpi.edu.ua/>

Засновник

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Founder

*National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"*

Головний редактор

Кононенко Ігор Володимирович, д-р. техн. наук, професор, Україна

Chief Editor

Kononenko Igor, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine

Відповідальний секретар

Лобач Олена Володимирівна, канд. техн. наук, доцент, Україна

Executive Secretary

Lobach Olena, PhD, Ass. Professor, Ukraine

Редакційна колегія

Бушувєв Сергій Дмитрович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Гогунський Віктор Дмитрович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Раскін Лев Григорович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Романенков Юрій Олександрович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Саченко Анатолій Олексійович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Сіра Оксана Володимирівна, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Чумаченко Ігор Володимирович, д-р. техн. наук, професор, Україна;

Elmas Çetin, доктор наук, професор, Туреччина;

Jaafari Ali, доктор наук, професор, Австралія;

Kryvinska Natalia, д-р. техн. наук, професор, Австрія.

Editorial team

Bushuyev Sergey, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Gogunsky Victor, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Raskin Lev, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Romanenkov Yuri, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Sachenko Anatoliy, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Sira Oksana, Dr. Tech. Sc., Professor, Ukraine;

Chumachenko Igor, Dr. Tech. Sc., Professor,

Ukraine;

Elmas Çetin, Doctor of Sciences, Professor, Turkey;

Jaafari Ali, Doctor of Sciences, Professor, Australia;

Kryvinska Natalia, Dr. Tech. Sc., Professor, Austria.

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ». Протокол № 2 від 04 лютого 2022 р.

*H. TANAKA***IMPACT OF THE NEW NORMALITY ON STRATEGIC MANAGEMENT AND PROJECT & PROGRAM MANAGEMENT**

According to representative theories on strategy by Henry Mintzberg, Lawrence Freedman, et al. strategy is a general plan to achieve one or more long-term or overall goals under conditions of uncertainty; strategy involves setting goals and priorities, determining actions to achieve the goals, and mobilizing resources to execute the actions. Strategy can be classified into 1) planned strategy, e. g. strategy derived from a corporation's mission statement; 2) differentiation strategy to compete in the competitive marketplace; and 3) contingent strategy to empower a corporation to get adapted to ecosystem changes. Being a part of project management studies, this article focuses on type 3) strategy and analyzes how the strategic management in this category, usually conducted by using project, program and portfolio management (PPPM) as its vehicle of implementation, is being affected or will be affected by the new normality. The new normality includes factors such as the VUCA characters of the world; disruption in technology, economy and society; climate change; green economy; a chain of epidemics or pandemics; and digital transformation. These factors mandate agile perspectives, positioning and planning of contingent strategy and updated ways strategies are delivered by way of strategic management and PPPM along the Mintzberg theory. This paper, after examining the impact of the new normality factors on contingent strategy, proposes a conceptual framework of and concise discussions on agility elements of corporate enterprises under the new normality which are realized by applied project management, and the author's methodologies and learning attitude to cope with disruption. The agility elements are grouped into agility in mid-term corporate planning, corporate agility enablers, agile business development by projects, and project management adaptive to agility. In the conclusion, the author's outlook on project and project management models in the new normality is offered.

Ключові слова: new normality; agility of corporate enterprises; applied project management; methodologies to cope with disruption; emerging project & program management models.

*X. ТАНАКА***ВЛИЯНИЕ НОВОЙ НОРМАЛЬНОСТИ НА СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ**

В соответствии с репрезентативными теориями стратегии Генри Минцберга, Лоуренса Фридмана и других, стратегия – это общий план достижения одной или нескольких долгосрочных или общих целей в условиях неопределенности; Стратегия предполагает установление целей и приоритетов, определение действий для достижения целей и мобилизацию ресурсов для выполнения действий. Стратегию можно классифицировать на 1) плановую стратегию, например стратегию, вытекающую из миссии корпорации; 2) стратегия дифференциации для конкуренции на конкурентном рынке; и 3) условная стратегия, чтобы предоставить корпорации возможность адаптироваться к изменениям экосистемы. Будучи частью исследований по управлению проектами, эта статья сосредотачивается на стратегии типа 3) и анализирует, как стратегическое управление в этой категории, которое обычно осуществляется с использованием управления проектами, программами и портфелями (PPPM) как средства реализации, испытывает влияние или будет испытывать влияние новой нормальности. Новая нормальность включает такие факторы как характеры мира VUCA; нарушение в технологиях, экономике и обществе; изменение климата; зеленая экономика; цепочка эпидемий или пандемий; и цифровая трансформация. Эти факторы обуславливают гибкие перспективы, позиционирование и планирование условной стратегии и обновленные способы реализации стратегий с помощью стратегического управления и PPPM согласно теории Минцберга. В этой работе после изучения влияния факторов новой нормальности на условную стратегию предлагается концептуальная основа и краткие обсуждения гибких элементов корпоративных предприятий по новой нормальности, которые реализуются с помощью прикладного управления проектами, а также авторских методологий и отношения к обучению справиться с нарушением. Элементы гибкости объединены в гибкость в среднесрочном корпоративном планировании, средства корпоративной гибкости, гибкость развития бизнеса по проектам и адаптирующегося к гибкости управления проектами. В заключение предлагается взгляд автора на модели проектов и управление проектами в новой нормальности.

Ключевые слова: новая нормальность; маневренность корпоративных предприятий; прикладное управление проектами; методология преодоления срывов; новые модели управления проектами и программами.

*X. TANAKA***ВПЛИВ НОВОЇ НОРМАЛЬНОСТІ НА СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ**

Відповідно до репрезентативних теорій стратегії Генрі Мінцберга, Лоуренса Фридмана та інших, стратегія — це загальний план досягнення однієї або кількох довгострокових або загальних цілей в умовах невизначеності; стратегія передбачає встановлення цілей і пріоритетів, визначення дій для досягнення цілей і мобілізацію ресурсів для виконання дій. Стратегию можна класифікувати на 1) планову стратегію, наприклад, стратегія, що впливає з місії корпорації; 2) стратегія диференціації для конкуренції на конкурентному ринку; і 3) умовна стратегія, щоб надати корпорації можливість адаптуватися до змін екосистеми. Будучи частиною досліджень з управління проектами, ця стаття зосереджується на стратегії типу 3) і аналізує, як стратегічне управління в цій категорії, яке зазвичай здійснюється з використанням управління проектами, програмами та портфелями (PPPM) як засобу реалізації, зазнає впливу або буде зазнавати впливу нової нормальності. Нова нормальність включає такі фактори, як характери світу VUCA; порушення в технологіях, економіці та суспільстві; зміна клімату; зелена економіка; ланцюжок епідемій або пандемій; і цифрова трансформація. Ці фактори обумовлюють гнучкі перспективи, позиціонування та планування умовної стратегії та оновлені способи реалізації стратегій за допомогою стратегічного управління та PPPM відповідно до теорії Мінцберга. У цій роботі, після вивчення впливу факторів нової нормальності на умовну стратегію, пропонується концептуальна основа та стислі обговорення гнучких елементів корпоративних підприємств за новою нормальністю, які реалізуються за допомогою прикладного управління проектами, а також авторських методологій та ставлення до навчання впоратися з порушенням. Елементи гнучкості об'єднані в гнучкість у середньостроковому корпоративному плануванні, засоби корпоративної гнучкості, гнучкість розвитку бізнесу за проектами та управління проектами, що адаптується до гнучкості. На завершення пропонується погляд автора на моделі

© H. Tanaka, 2022

проектів та управління проектами в новій нормальності.

Ключові слова: нова нормальність; маневреність корпоративних підприємств; прикладне управління проектами; методології подолання зривів; нові моделі управління проектами та програмами.

1. The New Normality and Its Impact on Strategic Management, and Project & Program Management

First, we will recapitulate what the new normality refers to and will build a path to find what impact the new normality exerts on strategic management and project & program management.

The term “new normal” or “new normality” in the political, economic and social contexts was first used by the Chinese President Xi Jinping [1]. In 2014, President Xi stated that China had entered the new normal state in its economy with the rapid high economic growth period of the Chinese economy lasting for the past two decades having shifted to moderate growth. Later, the term has begun used symbolically and in a broader context to refer to states that are not ‘as usual’ as in the past.

The new normality includes, for illustration, the VUCA characters of the world; disruption in technology, economy and society; climate change; green economy; a chain of pandemics; and digital transformation.

VUCA Characters of the World: VUCA is an acronym, drawing on the leadership theories of Warren Bennis and Burt Nanus [2] to describe or to reflect on the volatility, uncertainty, complexity and ambiguity of general conditions and situations. The U.S. Army War College [3] introduced the concept of VUCA to describe the more volatile, uncertain, complex and ambiguous multilateral world perceived as resulting from the end of

the Cold War. The VUCA has been heavily utilized continuously to account for ever escalating complex situation of the world describable by this acronym.

A part of the current (as of 2022) European argument regards the VUCA acronym outdated as this reflects on the Cold War and instead started announcing BANI standing for brittle, anxious, non-linear and incomprehensible [4].

Disruption: Clayton Christensen [5] popularized the idea of disruptive technologies in *The Innovator's Dilemma*, published in 1997. Disruption occurs in the politico-social, economic and technological facets. A disruptive technology replaces existing technical products because it has attributes that are recognizably superior. Recent disruptive technology examples include e-commerce, online news sites, online conference systems, ride-sharing apps, and GPS systems. Disruption in economy models has been triggered by digital transformation, climate change responses, block chain, etc. According to Veikko Valila (2021) [6], former president and chair of International Project Management Association, and expert of risk management and climate change disruption, the technology adoption lifecycle is exponential, not linear. Whole business sectors may be disrupted as a result, in energy, transport, food and material. fig. 1 demonstrates how causal feedback loops drive disruption.

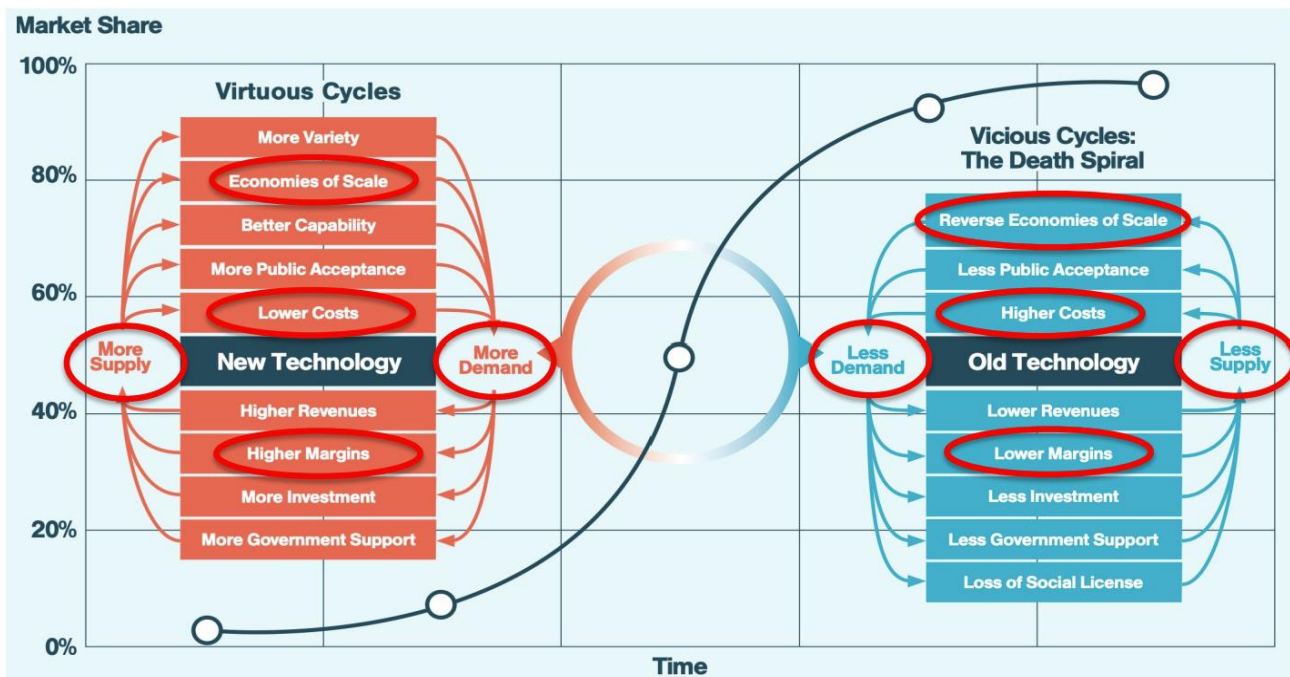


Fig. 1. Causal Feedback Loops Driving Disruption

Technology disruptions are driven by reinforcing causal feedback loops. These loops interact with and amplify one another, accelerating the adoption of innovative technology in a virtuous cycle while at the same time accelerating the abandonment of old

technology in a vicious cycle; hence disruption proceeds in an S-curve pace. The net result of these systems dynamics is that disruption tends to unfold with surprising (source: RethinkX.com <https://www.rethinkx.com/>).

Climate Change: One of the causes which accelerate disruption is global climate change issue. After the Paris Climate Summit in December 2015, global consensus on response to climate change, or more broadly sustainability of all sorts, has become solid. The Paris Agreement is a legally binding international treaty on climate change. 196 Parties at COP 21 in Paris adopted it, on 12 December 2015 and entered into force on 4 November 2016. Its goal is to limit global warming to well below 2, preferably to 1.5 degrees Celsius, compared to pre-industrial levels. To achieve this long-term temperature goal, countries aim to reach global peaking of greenhouse gas emissions as soon as possible to achieve a climate neutral world by mid-century [7]. The relevant global waves include, for instance, the United Nations' Sustainable Development Goals adopted in its General Assembly in September 2015 which offer sizable business opportunities to enterprises, meanwhile constraint enterprises in procuring financing where enterprises are not willing to honor SDGs, as well as accelerate building equitable society and infrastructure throughout the world; and emerging national policies for green growth in Europe --- the most comprehensive one is France's "Energy Transition for Green Growth Act 2016" [8] thereby committing the French Government to green growth as basis of national economic and societal growth. Energy transition is an irreversible grand policy forming a predominant pillar of climate change response in a global scale; EU, U.S.A. and Japan declared in 2020 (press releases) that the countries shall attain carbon neutrality by 2050, China by 2060, and India by 2070.

Green Economy: Green economy is an economy model which pursues a pattern of development that promotes growth through the creation of new environment friendly products, industries, and business models that also improve people's quality of life. OECD (2022) [9] states that green growth means fostering economic growth and development while ensuring that natural assets continue to provide the resources and environmental services on which our well-being relies. Green growth is not a replacement for sustainable development. Rather, it provides a practical and flexible approach for achieving concrete, measurable progress across its economic and environmental pillars, while taking full account of the social consequences of greening the growth dynamic of economies. The focus of green growth strategies is ensuring that natural assets can deliver their full economic potential on a sustainable basis. That potential includes the provision of critical life support services – clean air and water, and the resilient biodiversity needed to support food production and human health. Natural assets are not infinitely substitutable and green growth policies take account of that.

A Chain of Epidemics: In recent years, outbreaks of infectious diseases, such as severe acute respiratory syndrome (SARS) and Middle East respiratory syndrome (MERS), bring severe negative shock to the world economy. And the cross-border trade and travel have

facilitated the international spread of the pathogens according to Xiang, L. et al., 2021[10]. Hence, an emerging crisis for the global society is the alleged arrival of a chain of epidemics, or pandemics, made strikingly evident by COVID-19 which first outbreaked in late 2019. The impacts of COVID-19 to date have been significant on health, the economy and society. COVID-19, meanwhile, has forced reframing of life models of people and generated new business on health protection, new models of living, virtual economy models, health-conscious transport, food catering, culture and comfort.

Digital Transformation: We are increasingly availing ourselves of the potential of digital transformation in economy, society and public services. Digital transformation enhances planning ability based on vast accumulated data and artificial intelligence, great connectivity for business platform capabilities, time and labor saving in business execution and affordable well-being of the society. We should, however, recognize that any purposeful digital transformation vehicles require considerable investment and digitalization literacy, hence there exist digital divides on a country-to-country level, industry-to-industry level and individual level.

OECD operates an OECD wide "Going Digital" project by OECD, 2020 [11] with an aim to bring about stronger and more inclusive growth from the digital revolution. Its 2019 Digital Measurement Roadmap sets out four overarching actions: 1) make the digital transformation visible in economic statistics, 2) understand the economic impacts of digital transformation, 3) measure well-being in the digital age, and 4) design new approaches to data collection.

Against the background of the new normality discussed so far, we shall estimate how these new normality factors impact direction of strategic management and project and program management. Here, the author's assumption is that project and program management is a subset of strategic management charged with planning and implementing strategic changes for organizations and/or society.

Henley Mintzberg [12] proposed five Ps for strategy formulation: Plan – Ploy – Pattern – Position – Perspective. This theory can guide thoughts seeking impacts of the new normality on strategic management.

I argue that major impacts consist of the following contexts:

1) The new normality changes perspective of strategy, hence models of project & programs.

2) The new normality changes positioning of strategy and projects & programs to better position the project in question in a new normality.

3) The new normality changes mode of planning of projects as the perspective has changed and opportunity of new, often disruptive, technology has arrived.

4) The new normality changes a pattern(s) of strategy delivery or the delivery of a project or a program.

Table 1 explains this analysis more in concrete terms.

Table 1 – New Normality Factors and Their Impact on Strategic Management

New Normality Factors	Impact on Strategic Management and Project & Program Management
VUCA characters of the world	Assumptions in strategy from past success stories not necessarily valid any longer Innovation culture and mindset to be given highest priority Agility in corporate enterprises is lifeline
Disruption	Strategy informed of opportunity and nature of disruptive technology required Paradigm shift of business models and social models
Climate change	Vast opportunities for climate change response programs and projects Multi-objective, multi-criteria project development essential
Green economy	Paradigm shift of economy models mandated Viability of green economy models for a nation to be testable
A chain of epidemics, pandemics	Quests for nations' robust public health protection systems proceed May change life models of people Health-conscious business models will persist in the market
Digital transformation (DX)	Capture of higher efficiency in planning (time not as a distance but a space) essential Enabling a digital twin of built environment projects Drastic improvement of project execution productivity leading to high profitability Optimum lifecycle asset utilization realized Social transformation (SX) empowered by DX

In summary, the traditional set of company competitive edges of quality, price, technological leadership are required to be recast to a degree required in the respective market, or more broadly ecosystem, concerned. Edges such as green innovation [13], green products and services, people and society centric development focusing on value in use by Kosaka (2012) [14], value co-creation by Vargo & Lusch (2004) [15], and agility should be added. In the following sections, we will review agility of corporate enterprises realized by applied project management and methodologies and learning attitude to cope with disruption.

2. Research Objectives and Methodology

This article is based on a qualitative and exploratory research in search of impacts on strategic management of the new normality. The objective of the research is, first, to construct elements of agility in corporate enterprises under the new normality which are realized by using primarily project management in applied context, referred to as applied project management, and second, to propose typical methodologies and learning attitude to cope with disruption.

The qualitative analysis has used literature review; revisit to the author's articles on innovation project and program management published in Europe in 2000's to 2021; the author's periodical case monitoring of business innovations via industrial media; and feedbacks from the author's series of workshops and/or dialogues with business professionals who attended a series of plural-day Japanese Government funded ODA (official development aid) training programs on creative project design and management, conducted on the platform of The Association for Overseas Technical Cooperation and Sustainable Partnerships (AOTS) <https://www.aots.jp/en/>, in 2019 to 2022 for 60 delegates from 18 developing countries.

3. Applied Project Management

There has been no academic or rigid definition of applied project management; the term more softly refers to either an application of project management knowledge or a domain expansion of project management.

Lindbergh (2010) defines applied project management capability as the capability based on project management principles, which transforms the abstract concept of organizational project management into an employee-level measure that is easier for leaders and managers to understand and use to focus their performance improvement programs by considering the overall organizational context in which project management is performed [16]. This author reiterates the importance of transforming abstract project management concept into robust application in organizational context for organizational performance improvement programs.

The Master of Applied Project Management degree offered by University of West London (2021) [17] expects students to master examining the role of applied project management in specific sectors and discover how to plan, control, monitor and deliver successful projects by gaining the generic skills and understanding that they need to fulfill their organizational needs. This MSc program refers to applied practice of project management knowledge to user's own organizational needs.

Australian Institute of Management's applied project management course [18] suits students where students are already involved in workplace projects or students have experience in managing projects and are looking to transition to a project manager role, hence the term applied project management is used to mean value added application of learned project management knowledge for user's career enhancement.

Ajam [19] stresses the expansion of application areas of project management, and states that project management is not a domain only applicable to construction, engineering, or technology projects, but over

the last two or three decades, project management skills have been recognized as essential skills in all domains, and positions. Here, the author emphasizes the expansion of application areas of project management.

IDEO U [20], a corporate university arm of IDEO, reputed start-up accelerator, has launched an adaptable approach to deliver stronger outcomes in changing conditions via leading complex projects. IDEO U articulates that when it comes to complex projects, unexpected challenges and changing timelines are typical, and great project leaders embrace this complexity; accordingly learn how to guide others through the inevitable ruggedness of complex projects by balancing logic and intuition, establishing a shared point of view to gain alignment.

In summary, three authors, or institutes, relate applied project management to the skill of applying abstract project management knowledge to specific context, typically users' own organizations. Ajam targets expansion of application areas of project management from traditional hard areas to softer areas, and IDEOU proposes adaptable approach to complex projects.

The author's use of the term "applied project management" is close to Ajam and IDEOU and is classified as follows:

- Program management for enterprise innovation which is applied to a corporate management level for corporate strategy delivery or entrepreneurial transformation [21] [22].

- Business ecosystem building which uses stakeholder engaging process of project management and accelerates constructing a business alliance for shared innovation and competitiveness through combined strength [23] [24].

- Upfront conceptualization and economic evaluation of a project which is not oversight by global project management standards [25].

- Design thinking by IDEO, 2021 [26] of which efficiency could be enhanced if project mindset is incorporated

These applied project management elements underpin the agility elements of corporate enterprises being discussed in this article.

The relationship between corporate management and applied project management can be explained by referring to the Ansoff Matrix [27] given in fig. 2.

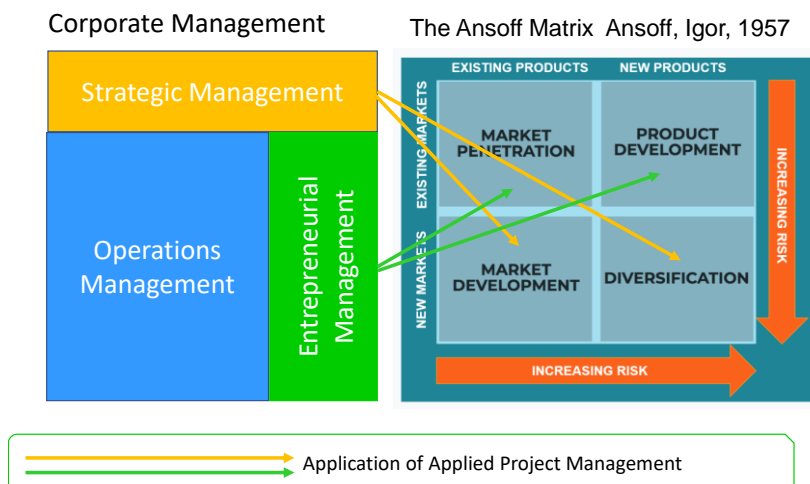


Fig. 2. Applied Project Management for Corporate Management on the Ansoff Matrix

Corporate management consists of operations management which oversees day-to-day operations of business units of a corporation; strategic management which empowers a corporation to get adjusted to the evolving market thereby ensuring continuing growth; and entrepreneurial management that cultivates new business off the beaten track of a corporation's business line. Ansoff's Matrix, a classical strategic management model, positions a corporation's market development and diversification efforts in a matrix format: market penetration for existing products, market development for existing products, new product development, and diversification, namely, a new product for a new market. All the four domains require applied project management as a vehicle of strategic management and entrepreneurial management and as a guiding framework of intended change, as orange and green arrow lines indicate, since a company is required to attain unique value in a timeline,

respectively.

4. A Conceptual Framework of Agility Elements in Corporate Enterprises

Ganguly et al. (2009) [28] argues that being able to adapt successfully and efficiently to unexpected changes in the business environment or agile is key in gaining a competitive advantage in the global market. They list lean, flexible and agile factors in evaluating agility in corporate enterprises. The authors reviewed twelve research papers published by others between 1991 to 2005 and extracted key words that characterize the respective definitions of agility; the key words extracted are speed/time, responsiveness, flexibility, quality and customer needs.

Agile Business Consortium, an independent professional body dedicated to advancing business agility worldwide in accordance with a defined set of professional standards and a code of practice [29], defines

business agility as the ability of an organization to adapt quickly to market changes - internally and externally; respond rapidly and flexibly to customer demands; adapt and lead change in a productive and cost-effective way without compromising quality; and continuously be at a competitive advantage. Business agility is concerned with the adoption and evolution of values, behaviors and capabilities.

A McKinsey Report [30] articulates that agile organizations-of any size and across industries-have five key elements in common based on the field research by a group of over fifty global McKinsey chargehands bringing expertise from the digital, operations, marketing, and organization disciplines. They name the five key elements of organizational agility practices as “trademarks” and include 1) North Star embodied across the organization as strategy, 2) network of empowered teams as structure, 3)

rapid decision and learning cycles as process, 4) dynamic people model that ignites passion as people, and 5) next generation enabling technology as technology.

Against these concepts as a backbone, and founded on both, a collection of innovation or agility elements which I have published in project management journal articles, and feedbacks from the workshops of my global training on creative project design and management mentioned in Section 2 of this paper, I am proposing the following framework, Table 2, of components of agility in corporate enterprises realizable by applied project management.

The listed agility elements are grouped by purposes of agility into mid-term corporate planning, corporate agility enablers, business development by projects, and project management adaptive to agility.

Table 2 – Elements of Agility in Corporate Enterprises Realized by Applied Project Management

Agility in Mid-term Corporate Planning	Corporate Agility Enablers	Business Development by Projects	Project Management Adaptive to Agility
Corporate roadmapping	Digital transformation (DX)	Business ecosystem building	Agile project Management
Business continuity program	Backcasting of desired company state and program management for transformation	Project feasibility Study	
	Change management	Design thinking	

4.1 Technology Roadmapping

Where companies are established enterprises, five-year, or three-year lookahead corporate management plans are developed and published. This is not part of corporate agility discussions. In pursuit of agility of corporate enterprises, we should consider technology and corporate resources development roadmap, and corporate sustainability plans for business continuity.

High-technology oriented companies develop and update a long-range corporate technology roadmap. As of end of 2021, technology roadmapping is being challenged due to frequent arrival of disruptive technologies. Nevertheless, one of the core objectives of technology

roadmapping is to gather intelligence of scientific development and shift behaviors of societies, hence a technology roadmap should incorporate emerging technology elements with probability of arrival forecasting. Corporate technology development planning and core technology selection are explained schematically by Kosaka’s diagram [31] in fig. 3. It forecast technology, product technology, products and markets in the ranges of next, next generation and next-next generation as well as mid- and long-term corporate resources planning on investment strategy, capital facilities and human resources.

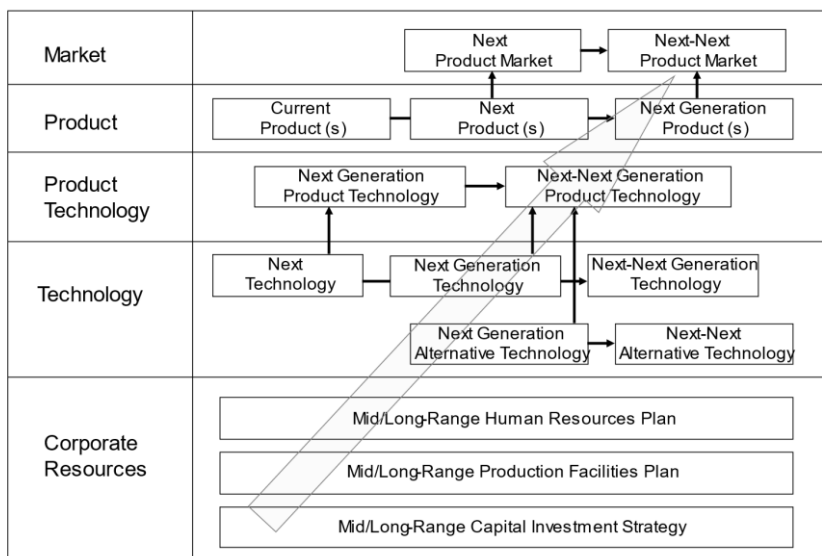


Fig. 3. Corporate Technology Roadmapping (after Kosaka)

4.2 Corporate Business Continuity Program

In the contemporary corporate world, a traditional belief that a corporation is a going concern, should no longer always be valid as we even see one-time blue-ribbon corporations being found under restructuring or bought out. Large-sized corporations in trouble might have made fatal failure in corporate decision-making; have planned to fail in the fast-changing market; have not spent capital investment to update production facilities; have not invested in R&D; have not invested in the development of employees compatible with the new normality market and society; or are not ready to respond to digitalization economy, ever-increasing carbon reduction guidelines or institutional incentives for producing eco products. Corporations may stubbornly

believe that technologically excellent products sell in the market while market looks for ‘value in use’ of products and services [14]. Are corporations thoughtful of balancing its employees by age groups? Is innovation orientation part of the corporate culture? If we look at a small or medium enterprises (SMEs), a crucial question is whether the company’s minimum business continuity plan is in place fit for the size, nature of business of the SME.

A well-balanced business continuity program is a key for the future of a company and a Strategy Breakdown Structure (SBS) for business continuity and sustainability, including that for small and medium-sized enterprises, is a framing tool.

Table 3 provides a typical SBS for business continuity.

Table 3 – Strategy Breakdown Structure for Corporate Sustainability (Generic)

SBS Code	SBS Description	Applied to SMEs?
1	Corporate Leadership Sustainability	Yes
1.1	Nominating a shadow CEO/COO	
1.2	Programmed training of corporate-designated candidates of COOs and other senior managers	
2	Work Force Age Balance and Organizational Learning	
2.1	Continuous recruiting of new graduates with the view to developing workforce compatible to the corporation’s growth strategy	
2.2	Balancing employee age clusters	
2.3	Introducing the systems of learning organization (e. g. after “The Fifth Discipline – The Art and Practice of Learning Organizations” by Perter Senge [32])	
3	Management Competency	Yes
3.1	Structured training of managers on management theories, leadership, finance, and innovation theories and practices	
3.2	Management tenure (based on performance)	
4	Production Continuity	
4.1	Multiple production plants to distribute risks of product supply Stoppage	
4.2	Supply chain-driven plant locations	
4.3	Back-up utility supply facilities	
5	Securing Innovation Competence	Yes
5.1	R&D spending	
5.2	Corporate innovation mindset	
5.3	Preventing product obsolescence	
5.4	Market-in policy	
5.5	Concentration of corporate resources on focused areas of expertise	
6	Response to Emerging Economy Models	Yes, but focus on one or two models
6.1	Response to digitalization economy	
6.2	Response to green economy - carbon reduction	
6.3	Response to green economy - water footprint	
6.4	Response to green economy - low-energy built environment	
6.5	Response to circular economy (closed supply chain, material recycling, waste to energy)	
7	Strengthening CSR	
7.1	Corporate wide sense-making of social responsibility	
7.2	Propelling diversity	
7.3	Enhancing save-the-earth paradigm as part of CSR	
8	Forward Looking Corporate Communication	
8.1	Having efficient corporate counsel	
8.2	Corporate branding strategy	
8.3	Corporate communication – defensive and branding	

4.3 Digital Transformation

Digital transformation (abbreviated as DX) technology is increasingly affordable to corporations. DX is utilized in the following aspects of business operations in the project context.

1) Digital twin

Digital twin is digitalized sharing between primary stakeholders such as the owner company of a project and its contractor, of live data of progressive technical configuration of physical assets or built environment being designed or constructed whereby allowing ready access to the status of the project by those who should know.

2) Digitalized lifecycle asset library at owner companies

A full-range digital asset library includes active project execution database, production asset operation database, asset maintenance database, as-built project record and lessons learned database. State-owned oil companies in the Middle East such as Saudi ARAMCO, in addition, maintains a database to capture daily fuel sales by product class which would help optimize refinery production patterns. A lifecycle asset library provides for data driven and accurate business planning with shorter planning time required.

Fig. 4 provides a typical image of digital twin and digitalized lifecycle asset library combined.

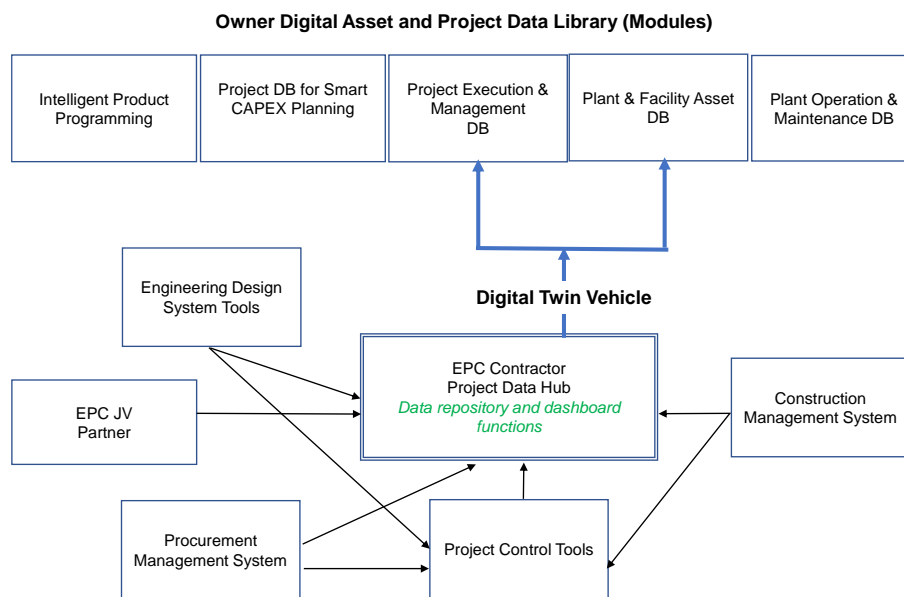


Fig. 4. A Typical Image of Digital Twin and Owner’s Digital Assess and Project Data Library

3) DX based advanced project management tools

There are two aspects here. First, traditional project management tools such as planning software have incorporated AI based analytics to support users’ analytical capabilities. Second, there have emerged new project planning and execution management methods such as the Advanced Work Packaging which has revolutionized EPC (engineering-procurement-

construction) operation of heavy industrial plant projects for higher efficiency of site construction and prevention of extension of time as well as 3D+4D CAD based visualized project planning and progress monitoring system. Fig. 5 provides an image of construction work package including 3D display of work to be executed next.

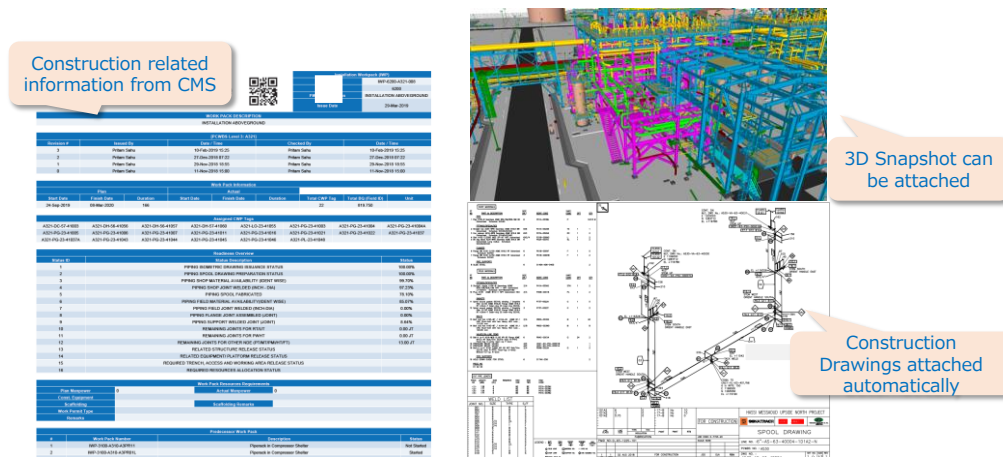


Fig. 5. An Image of Construction Work Package for a Refinery Construction Work

4) Social transformation (SX) applications

These applications include time-honored point-of-sale (POS) marketing data analysis systems thereby Japanese supermarkets and convenience stores make just-in time refill of products for higher sales. During the COVID-19 Pandemic crisis in 2020/2021, big data based public health protection systems utilized by China, Korea, Taiwan and Singapore have been developed against COVID-19 induced health crisis. GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon.com), Chinese and other Asian

companies are developing new market creation routines, or new social infrastructure planning by using big customer data collected by each giant networking company.

Japanese small and medium sized companies (SMEs) are creating health related services based on public or industry consortium’s big data.

As a big vision the Japanese Government is proposing Society 5.0 vision to develop DX-extended futuristic society (fig. 6).

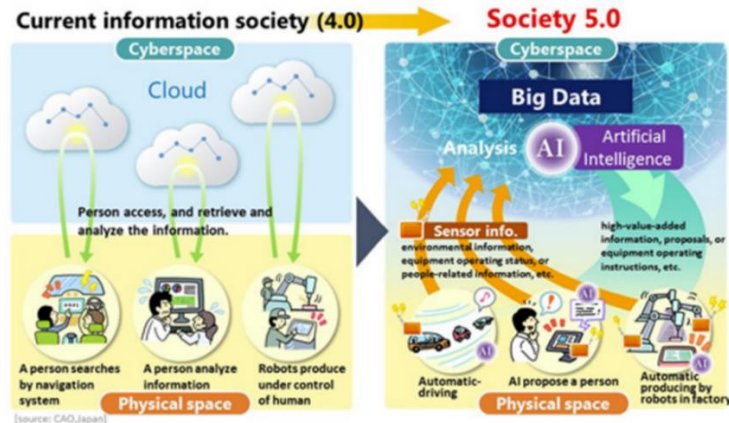


Fig. 6. Society 5.0 Vision by the Japanese Government

4.4 Corporate Transformation by Backcasting and Program Management

Corporate transformation, either triggered proactively to secure the future of a company, or upon crisis of company continuity [33], often uses backcasting

strategy supported by innovation program management as an enabler [22]. The concept of backcasting for corporate transformation by using program management is depicted in fig.7.

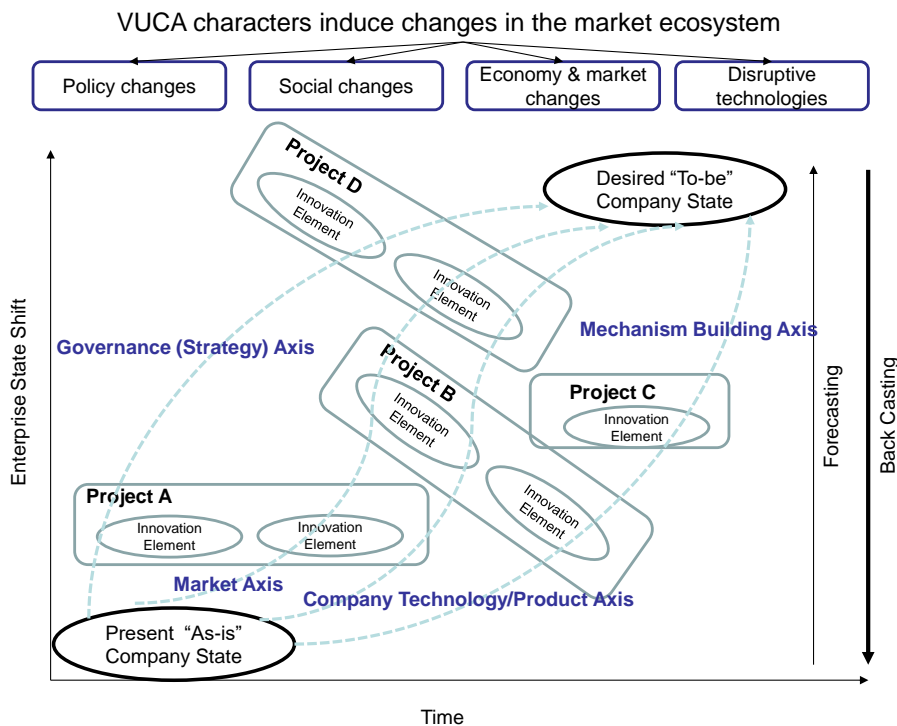


Fig. 7. Backcasting for Corporate Transformation with Program Management

“Live in the future, then build what’s missing” is the famous words by Paul Graham, CEO of Y Combinatory in his “How to Get Start Up Ideas” November 2012 [34].

This is the first step of backcasting. In a most recent related article “Backcasting [Better] Futures” [35], the authors argue that we undeniably need radical

transformation of human practices to be more just, inclusive and sustainable and that backcasting originated in future studies, is integral to anticipation studies, and has been applied in sustainable development, and backcasting enables researchers and stakeholders to collectively consider common but complex issues and scale-shift. This scale-shifting takes the form of moving from concepts that are almost impossible to usefully grapple with, to practical steps that might be taken towards futures in which today's concerns have been dealt with.

In the author's model [22], I use innovation program management as an enabler of backcasting since in a complex situation, arrival at the desired-to-be company state involve multiple hurdles to overcome and solutions to the respective hurdles could be efficiently attained by grouping component projects comprising a program to attain the envisioned future state, e. g. company state in five to ten years. A CEO or its top strategy aide of a business company diagnoses a desirable state for the company in the future, stated as a company ten-year (or five-year) vision by considering informedly forecast PESTLE (political, economic, social, technological, legal and environmental) factor shift in the target period of corporate transformation as well as the company's technology roadmapping, then they analyze the company's current state with problems such as governance issues, market misalignment, losing competitiveness, lack of innovation, laggard response to green economy and low employee morale side by side with strength potential. As a result, a desire-to-be state statement, namely, a vision in ten (or five) years is formulated.

Next, the CEO announces the future vision, demonstrates its commitment to the vision, and enforces its realization to board members, managers and employees as the top-down directive.

Traditionally corporations have conducted transformation by a forecasting approach wherein corporate transition is attained by gradual filling the gaps as in continuous improvement or Kaizen, however this forecasting encounters quite often resistance from board members, managers and employees. The backcasting approach precludes an escape route for both, the CEO, and managers and employees.

In the figure, a program of transformation consists of four component projects each representing innovation elements required along four axes: governance axis, market axis, company's technology or product platform axis and mechanism building axis. Being component projects of a program, all the projects are organically connected with each other to attain the program mission of corporate transformation.

4.5 Change Management

There are literatures on change management where change management means corporate transformation management. According to Wikipedia retrieved in 2021, studies on change management dates to 1962 with Diffusion of Innovations (1st ed.) by Rogers [36]. Early change management concept focused on individual changes, and a change management model for

organizations was pioneered by Julien Phillips of McKinsey & Company who authored a journal article titled "Enhancing the effectiveness of organizational change management" [37]. Yet, organizational change management models until the 2010's are based on psychology, management science or engineering.

Then, Project Management Institute (PMI) published "Managing change in organizations: A Practice Guide" in 2013 [38] as the first book addressing organizational change management from the perspective of the project management discipline, which has made one of the one hundred best seller books in the management domain. This guide states that organizational change projects are the fourth most common type of project undertaken, but only 20 percent of organizations adopt a formal organizational change management practice. Studies show that organizations achieve higher success rates by using standardized portfolio, program and project management techniques in concert with rigorous change management approaches. The guide helps to identify and account for change elements within a project or program plan, via project and program managers, create clear and powerful strategies to guide organizational development, and execute those strategies reliably and effectively.

4.6 Business Ecosystem Building

Corporations nowadays often find it difficult to grow on their own in the era of complexity and disruption and opt for using sorts of strategic corporate alliance. Building a business ecosystem is one of prevalent strategic corporate alliance formats. Business ecosystem building concerns how to create corporate collaboration which would create new corporate value competitiveness with one company being the core.

The business ecosystem theory by Moore [23] posits that a business ecosystem is an economic community supported by interacting organizations; the company holding a leadership role is valued by the community because it enables members to move toward shared visions to align their investments - this refers to the platform services theory [24] by Iansiti & Levien, and to find mutually supportive roles. This theory very well explains the business domain of such companies in which in addition to the relationship with customers, there are multi actor interactions for value co-creation founded on strategic trust - leverage theory (idem), - and dominant chains of eco system actors are tightly structured and connected so that substandard performance of one actor in the ecosystem can constitute a bottleneck in successful conduct of innovative business - bottleneck theory (idem), eventual target of an ecosystem success and well-functioning or overall health (idem) of the alliance. The business ecosystem theory pursues mutually beneficial interaction for value co-creation of participating companies; in the meanwhile, the theory of open innovation by Chesbrough [39], is originally oriented toward more to innovative new product development by resorting to other company's technology under loyalty or cross-licensing. Fig. 8 depicts a typical business ecosystem schematic.

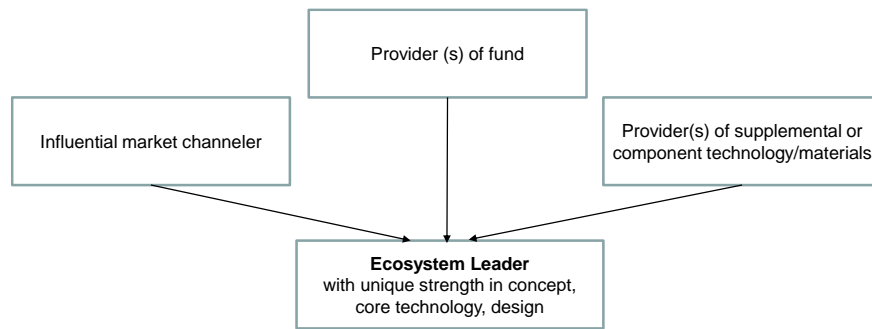


Fig. 8. A typical model of business ecosystem

4.7 Feasibility Study for a Project as a New Business Realization Vehicle

New business is incubated and developed as a project. As such we should comprehensively analyze a new business as a project in terms of technical viability as a commercial technology, marketability, profitability, social desirability, and overall economic evaluation of a candidate project.

Obviously, feasibility studies are the most important activities in project development. As shown in fig. 9, feasibility studies are optimization exercises in investment planning for determining the technical and economic feasibility of a planned project within a variety of constraints imposed.

Feasibility studies cover the owner’s business strategy and objectives, market research (current and outlook), raw materials availability, targeted product slate (product mix) and product specifications, supporting infrastructure, plant location alternatives and their conditions, preferred project execution mode, including contracting, the budget and other owner resources constraints, and product destination (domestic market or export), and should culminate in optimum plant size and configuration; realistic budget; viable financing scheme; profitable product plans; and opportunity for optimum project execution strategy.

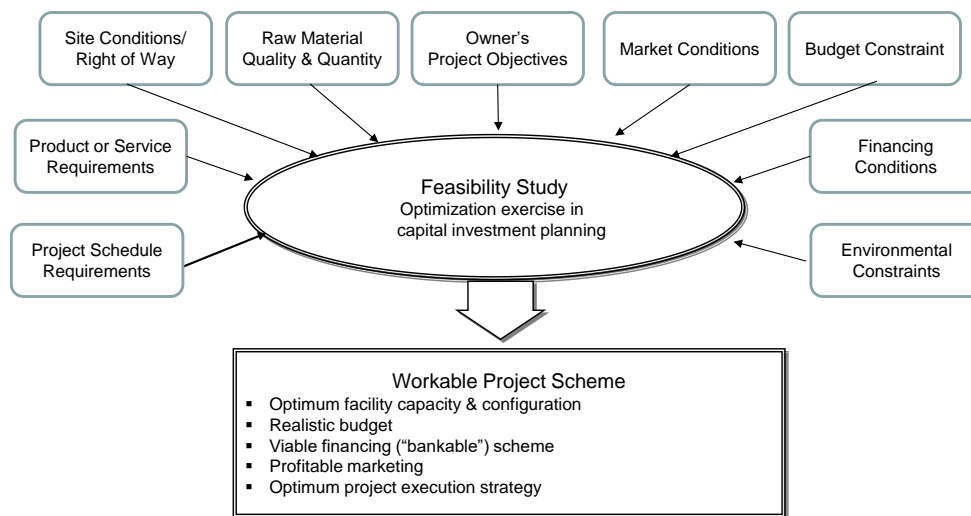


Fig. 9. Feasibility Study Elements

Economic evaluation, the bottom-line assessment of a proposed project is conducted by using a project viability index such as the following. This model applies to a commercial project seeking an economic viability as a primary object of project initiation.

$$\text{Project Viability Index} = (S \cdot P \cdot t \cdot p) / C$$

Where:

S – Projected total sales amount

P – Net revenue (cash-flow) per year = benefit/year

t – Technological viability (equals 1.0 when using a proven technology in a proven condition, or is penalized if technology is still evolving, or operating condition is significantly different from proven conditions, e. g. 85% perfection, then x 0.85, or 0.9 for a different operating

condition

p – Expected operating years to generate revenue

C – Development costs (initial investment costs)

Whether an index is acceptable or not, depends on a company’s hurdle index. An index usually should be greater than 1.25, which means discounted total in-cashflow is 1.25 times larger than an initial investment amount.

There are three more measures to evaluate profitability of a proposed project: Pay-out analysis to seek years to recover the initial investment costs; Return on Investment (%) to seek total net project present value (NPV) revenue after discounting by an adopted annual discounted rate, used as a compounded rate, and comparing the total NPV with the initial investment rate;

and Internal Rate of Return (IRR) whether the IRR calculated from NPV of an initial investment rate and annual net in-cashflow (Excel function formula =IRR(the first year amount of initial investment cost : last year of net in-cashflow after discounting) exceed the corporate stipulated IRR.

4.8 Design Thinking

Rooted in a US start-up acceleration company in the 1990s [26] as a concept promotor which was influenced by design thinking in architecture, the design thinking is now being used by Western and Japanese companies and the Japanese and other governments. Design thinking stresses listening to mass customers and the community for their ‘wants’ through direct dialogues as basis of conceptualizing a new product, customer service or community service. Subsequently, a variety of brainstorming and prototyping methods are used to gradually construe what is really needed by the segmented markets. IDEO portrays design thinking as a human-centered approach to innovation that draws from the designer’s toolkit to integrate the needs of people, the possibilities of technology, and the requirements for business success.

Mahmoud-Jouini, S. B. et al. [40] argue that *researchers have long recognized that standard approaches to project management are ill-suited to*

address changes in the environment or business needs, particularly in innovative contexts characterized by uncertainty and complexity ----- Three imperatives for project management arise as a result: managing the explorative phase, managing the involvement of stakeholders in the project, and managing the project in relation to the strategizing process of the firm. We propose that design thinking, a recent evolution in the field of design, can make important contributions to these imperatives.

Design is the process by which we devise courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones through the creation of artifacts—objects created by humans through creative reasoning. Simon states that design is concerned with innovation: it is different from other cognitive approaches such as decision making because it requires us to define the options among which the choice and the optimization is realized [41].

Design thinking shift product or customer service creators’ paradigm from testing hypothesis to multi-value, creative ideation in the era of the acronym VUCA or BANI, or from framework-based logical and analytical thinking to creative and rich thinking in business development team’s total approach.

The process of design thinking slightly differs from one model to another but a typical one is depicted in fig. 10.

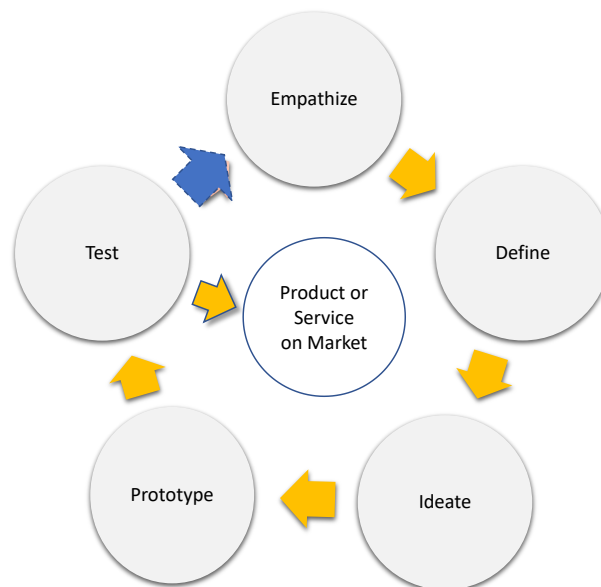


Fig. 10. Processes of Design Thinking

Empathize: Deep understanding of potential customers’ wants by observing and interacting with them in their native habitat by way of ethnography, qualitative research methods, participant observation, interviewing, journey mapping, and so forth.

Define: Define target users, user needs, market conditions now and in the future to ascertain the attractiveness of a new idea.

Ideate: Structured collaborative ideation to arrive at defensible concept(s) via brainstorming using charts and graphs, storytelling, metaphor and analogies, mind-mapping to facilitate drawing insights from ethnographic

data, and to create a “common mind” across development team members.

Prototype: Prototyping techniques facilitate making abstract ideas tangible (storyboarding, user scenarios, metaphor, experience journeys, business concept illustrations, concept video).

Test: Experiments in actual markets evaluate the key underlying and value-generating assumptions of a hypothesis in the field with stakeholders.

4.9 Agile Project Management

The original form of agile development method was

born in the Japanese manufacturing companies in the late 1980's and 1990's as in new car development by Japanese car builders and Japanese aircraft companies' contribution to Boeing's new aircraft development; the term "Scrum", one of the core method of agile development methods is mentioned as Japanese manufacturing companies' practice by Nonaka and Takeuchi [42], and was remodeled in USA in early 2000's with Manifesto of Agile Software Development [43] as the spring board, as a flexible IT system development method, amid repeated failures in the use of the traditional, water-fall development method which utilizes a path of concept - basic design - production design (program production) - implementation as reported in Standish Group's chaos report [44]. It has

become established as a flexible, iterative project execution method, and today it is applied not only to the IT system development industry but also to new product development projects in the electronics and other high-tech manufacturing industry. Without defining the details of the customer requirements of the project from the beginning, the customer and the project team, either the customer's internal or a vendor team, work together (to form a "Scrum") for a series of work cycles, for instance one week or two weeks (called "Sprint"), while confirming whether the goals agreed one week ago, have been attained or not. Hence, the customer and the project team gradually define a new product (fig. 11).

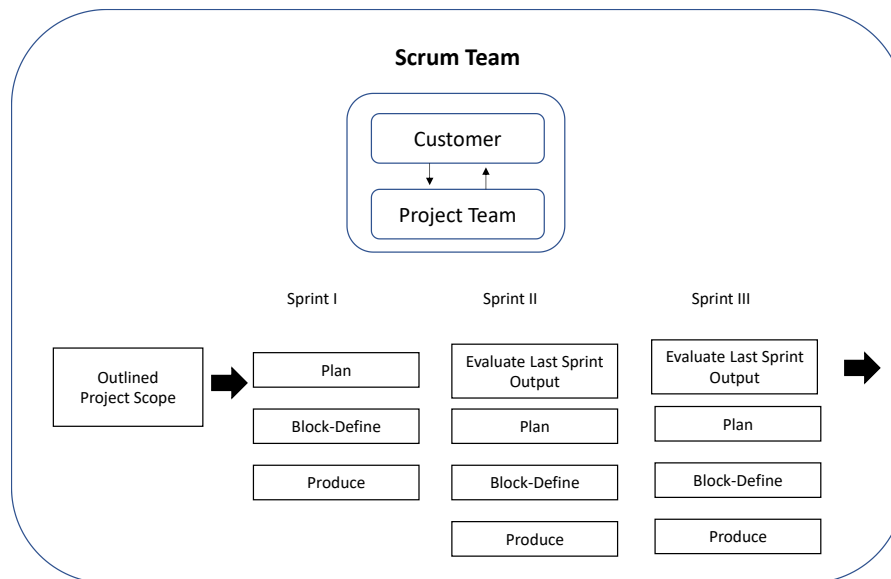


Fig. 11. Schematic of Agile Project Development

The common attributes of agile development approaches include:

- Customer focus by an amalgamated development team formed jointly by the customer and the development project team (either internal team or vendor team)
- Transparency of development process and development status
- Adaptability to changing market needs and/or development strategy
- "Scrum," "Sprint" and "Kaizen (continuous improvement) as agile development techniques

5. Methodologies and Learning Attitude to Cope with Disruption in Project Planning

In this section, I wish to share my concept on methodologies and learning attitude to cope with disruptions in broader terms. All these topics underpin the agility elements discussed in Section 4 as foundation thoughts.

A brief discussion of disruption is given in Section 1 of this paper. Limiting the discussion of disruption to the project planning, I offer the following five methodologies and attitude. The key thoughts in this presentation are the use of fundamental logic of systems approach (and not processes) in project management; convergence of pieces of knowledge for innovation conceptualization and

delivery, including cross-fertilization of project management with other disciplines; convergence of cognitive ability with social and emotional skills for social progress; and thought behavioral shift to accommodate unlearning and re-learning.

a) Systems approaches, both hard and soft

This helps overcome disruption of project planning with a versatile, systemic model of a project for conversion, for new value.

b) Advanced program management

This helps overcome disruption of complex project approaches with an "OS + applications" approach.

c) Design thinking

Design thinking facilitates paradigm shift from cognitive approach(es) to rich, creative thinking for new development.

d) Classification of carbon reduction and sustainability targets and actions by thirteen "Rs"

This simple approach dispels the concern over disruption on climate change responses with easy keywords of action expressed by verbs starting with "re."

e) Though behavioral shift to accommodate unlearning and relearning

This emerging concept alerts one to recognize the importance of unlearning on environment dependent knowledge and challenge for re-learning.

5.1 Project as a System of Conversion for Innovation, Value Addition and Sustainability

The author’s systemic model of a project is such that positions a project as a system of conversion for innovation, new added value and/or sustainability [25]. The model is shown in fig.12.

As a conversion system, a project must intake input resources from the environment ecosystem characterized

by PESTLE (political, economic, social, technological, legal and ecological) factors and produces output resources realizing certain outcome given by the mission of a project shown at the top. The project realizes this conversion by means of enabling means such as technology, finance and project management processes equipped in the project.

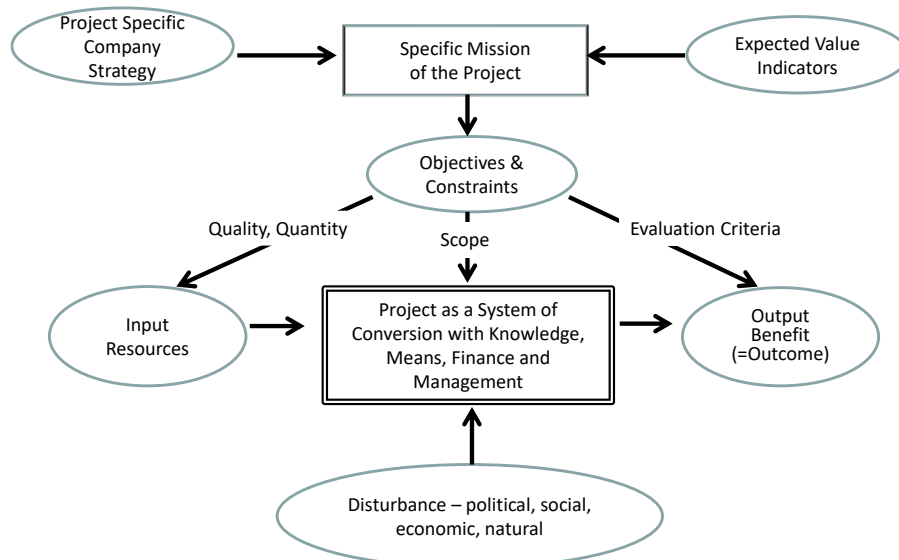


Fig. 12. A Project as a System of Conversion for Innovation, New Added Value and Sustainability

The mission of a project, incorporating a set of company’s specific strategy toward the planned project and expected value indicators for that project, is interpreted into project objectives supported by key performance indicators (KPIs) and, concurrently, frames constraints which include required quality and quantities on input resources, scope of the project on the project system itself, and criteria for acceptance of output

resources with outcome. As a project is an open system, it is interconnected with and dependent on the environment, hence, is often interfered by a political, social, economic and natural disturbance(s), which might gravely impact the project.

Project modeling of this systemic project model is conducted following the flow laid out in fig. 13.

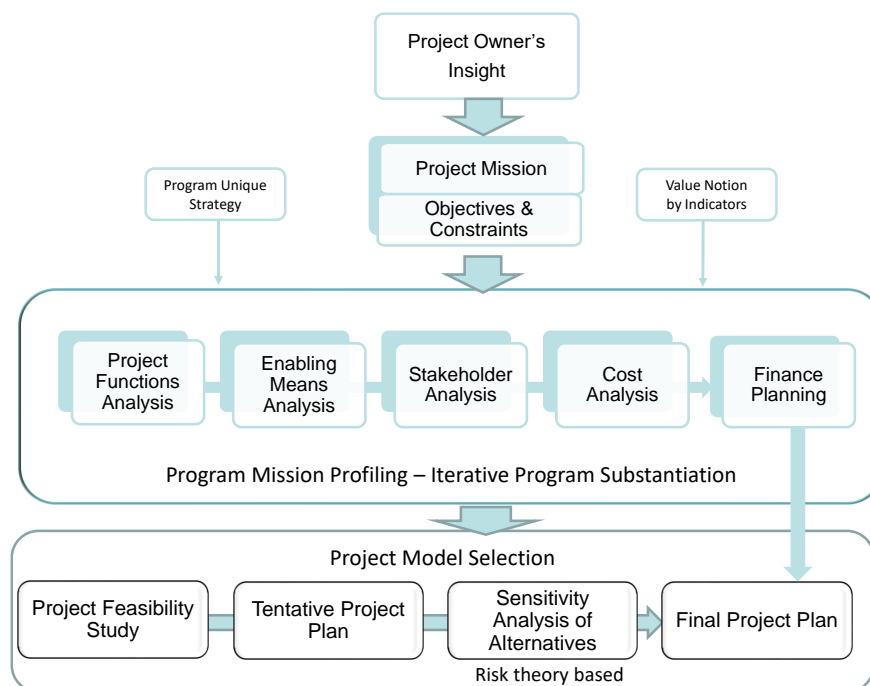


Fig. 13. Project Modelling in the Systemic Project Model

This slide shows the mechanism of project modeling contained in the project system box in Fig.12. In the upper box, against a project mission and its translated main objectives and constraints, project definition and substantiation proceed from project basic function analysis, through enabler means analysis and stakeholder analysis back-to-back, and cost analysis, to finance planning until arriving at a tentative project plan formed after a feasibility study, in the lower box, which, then, undergoes through sensitivity analysis of alternatives and a final project plan is selected.

This simple symbolic project model is versatile and can apply to whatever type of projects, either heavy industrial or soft agile, and allow for assorted project

management approaches from system engineering based industrial projects to design thinking created new product development.

5.2 Advanced Program Management

The advanced program management presented here is based on the program management of the P2M Guidebook [20] and proposes an overarching mechanism of overcoming disruption of complex project approaches with an “an OS + applications” approach.

This program management model is useful for programs and projects in response to climate change as illustrated in fig.14.

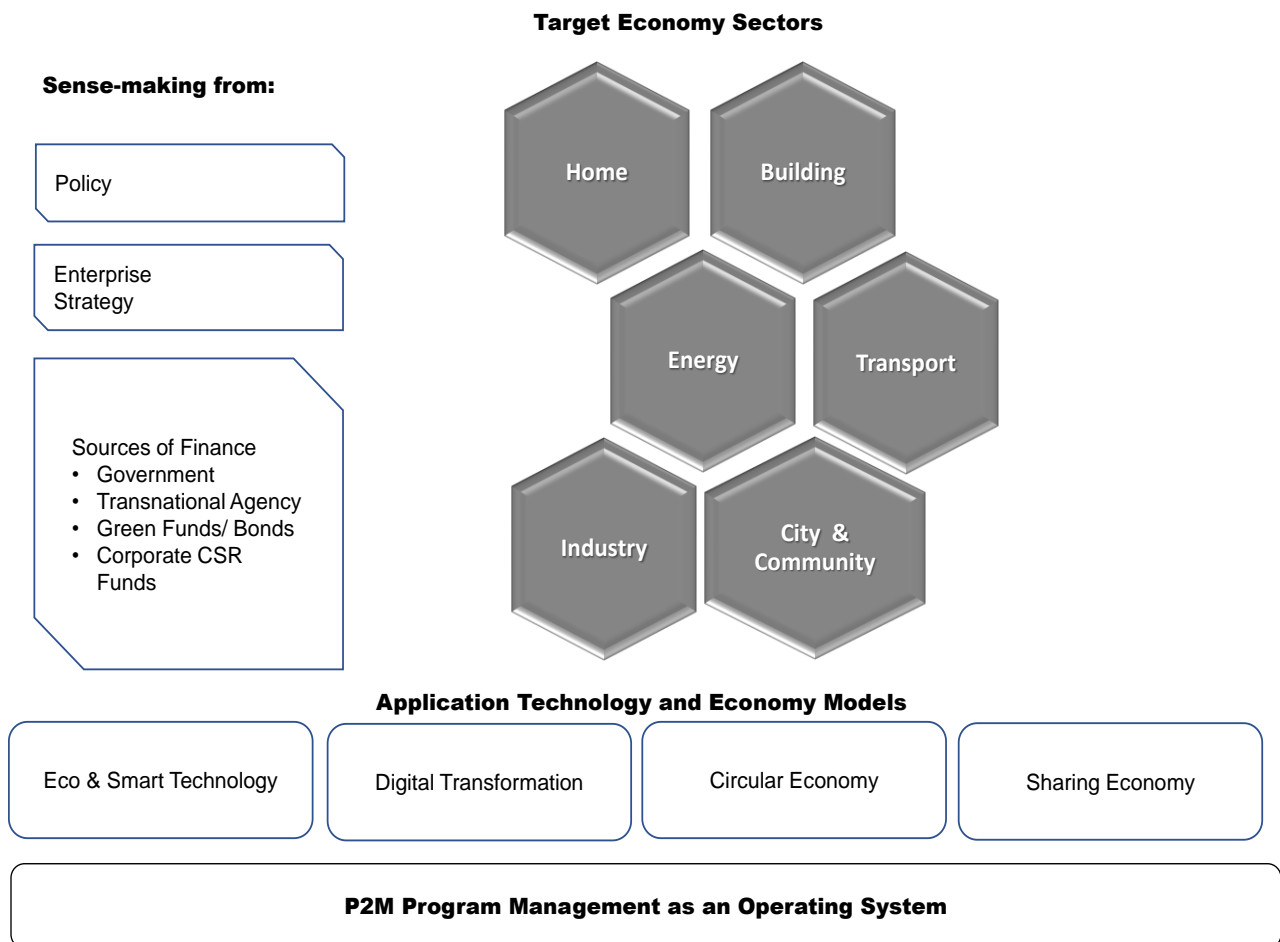


Fig. 14. Advanced Program Management Model for Climate Change Programs and Projects

Into 2020’s, carbon reduction and global sustainability are irreversible policy in the world. There are vast opportunities for programs and projects providing response to climate change, or global warming; according to Veikko Valila, global climate crisis is a US\$ multi-trillion business opportunity and is a driver for innovation [6] which expectation corresponds to all sorts of sustainability in society, industry and life.

Fig-14 shows the author’s model of creating a climate change response program in terms of application areas --- economic sector ---, sense-making from public policy and enterprise strategy, and finance option (s) from a variety of sources. Program management serves as an

overarching, Operating System type program management framework, and can accommodate, within the framework, alternatives of enabling means and practices as if they were application systems working on an OS.

As reviewed, both a systemic project model and advanced program management assumes that the potential of project planning and management is enhanced where the potential of project management discipline is cross-fertilized with other study disciplines. Fig.15 is the author’s analysis of science disciplines that the project management disciplines can collaborate with for co-prospering.

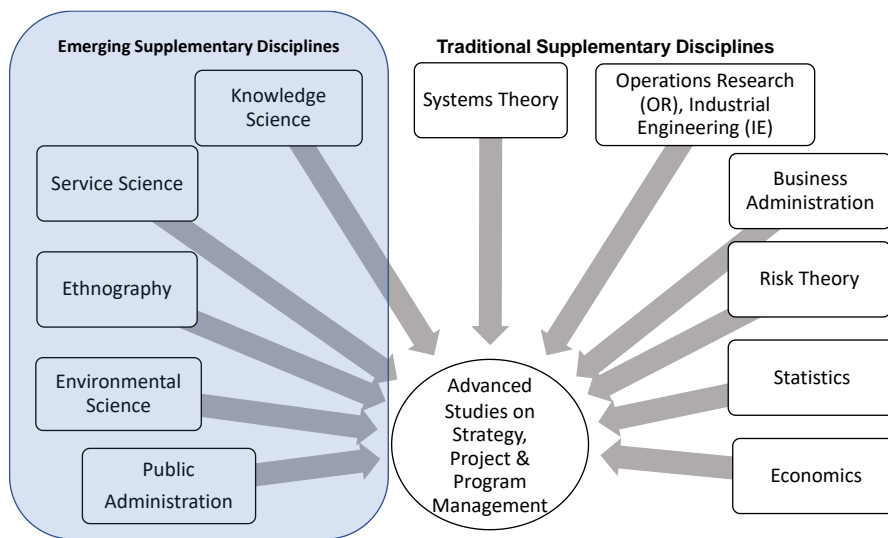


Fig. 15. Supplemental Disciplines to Project Management Studies

5.3 Design Thinking

As reviewed in Section 4, design thinking and other design approaches are useful for development of a new product, customer service or community service not from framework-based logical and analytical thinking but from rich thinking in development team’s total. Design thinking approaches do not faithfully adhere to cognitive approach but also uses the power of social and emotional skill as defined by OECD (2015) [45] to capture evolving trends and needs of the society regarding which empirical data are limited. Design thinking is especially useful to resolve ill-defined or 'wicked' problems [46]; adopts purposeful strategies; uses abductive and productive reasoning [47]; and employs non-verbal, graphic/spatial modelling media,

for example, sketching and prototyping [48]. Rather than accepting the problem as given, development teams explore the given problem and its context and may re-interpret or restructure the given problem to reach a particular framing of the problem that suggests a route to a solution. The creative mode of reasoning in design thinking is abductive reasoning, rather than the more familiar forms of inductive and deductive reasoning.

In the 2015 OECD Skills Studies Report “Skills for Social Progress: The Power of Social and Emotional Skills” [43] based on extensive research across OECD member countries, a balance of cognitive skills and social and emotional skills is given (fig. 16 below) to emphasize.

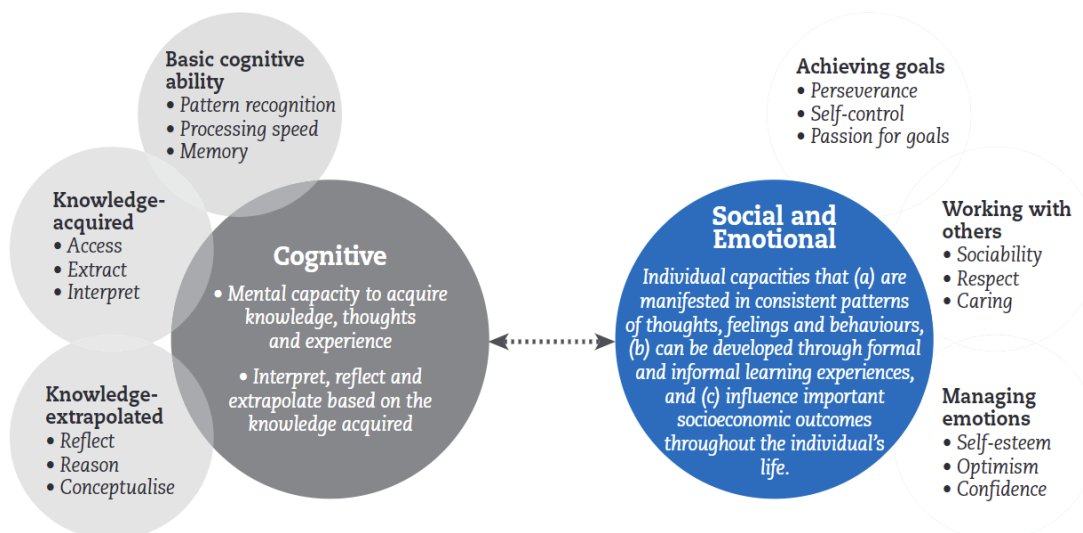


Fig. 16. A framework for cognitive, social and emotional skills (Source: OECD, 2015)

5.4 Classification of Carbon Reduction and Sustainability Targets and Actions

Carbon reduction is an irreversible policy objective in the world. EU, USA and Japan have committed to attaining carbon neutrality by 2050, China by 2060 and India by 2070 (press releases). In parallel, and more broadly, global sustainable development goals are

endorsed by the United Nations’ Sustainable Development Goals (SDGs) of which scheme is indicated in the following US SDGs statement (fig. 17).

Understanding a whole picture of carbon reduction and sustainability requires tremendous efforts as the respective solutions cannot be derived from single science and technology discipline or single management method.

However, in the hope that one can have a quick reference for generic mapping in this regard, I have developed a handy illustration to facilitate one to understand and

combine knowledge needed for the realization of a variety of sustainability solutions. The overall approach is presented in fig. 18.



Fig. 17. United Nations Sustainable Development Goals (SDGs)

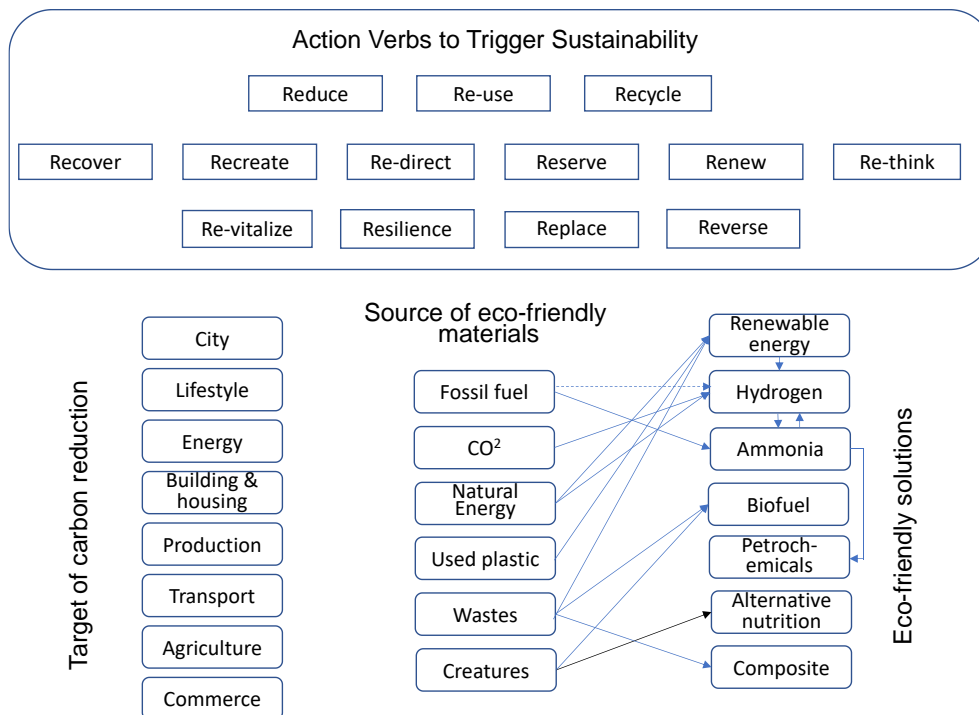


Fig. 18. Classification of Carbon Reduction and Sustainability Targets and Actions

This diagram lays out, in the lower part, target sectors of carbon reduction (left), sources of eco-friendly (center) solutions, and eco-friendly solutions (right), and interrelation between the choices, and in the upper part, twelve generic keywords on actions required to convert the listed sources to the listed solutions, using verbs starting with “re.” The first three key words “reduce, reuse and recycle,” 3Rs are traditional Japanese philosophy on sustainability that Japan has practiced in the last 150 years ago and are still very typical keywords representing actions of carbon reduction and sustainability. The remaining key words have been derived from the actions

being practiced or emerging in the field of carbon reduction and sustainability.

For instance, green hydrogen as a potentially eminent alternative energy “replacing” fossil fuel is produced (“re-created”) by “renewable” power such as solar or wind power via an electrolysis (“reaction”), which, then, may be “re-combined” with nitrogen to produce ammonia suitable for transportation.

Table 4 explains concretely the implied concept of the respective action verbs, functional features of the concept and typical applications.

Table 4 – A quick reference of actions on climate change response and sustainability

Action Key Words	Concept	Functional Features	Typical Applications
Reduce, Recover	Reduce volume of carbon generation at source, recover CO2 from large producers	Direct carbon reduction, CO2 recovery from large producers	Smart reduction of utility consumption, CO2 recovery (CCS, CCSU), reduction of wastes
Reuse, Recycle	Enhance sustainability on vital human and economic needs	Life prolongation of man-made resources of all kinds	Reproduced/regenerated goods, composite materials, value added recycled (upcycled) goods
Recreate	Create substitutes by using existing creatures	Enhance food supply capacity while reducing CO2	Clean meat, bio meat and other substitute nutrition
Re-direct	Redirect the market(s), redirect business lines	Finding new value at different places	Time-lagged supply chain across geographical regions, develop eco markets for seniors
Reserve	Conserve natural resources, biodiversity	Climate change mitigation, life comfort via biotope	Reserving or restauration of forest, wetland, city greenery; also, a source of eco-tourism
Renew	Develop new energy sources or other resources that can be utilized without depletion	Expanding energy availability, reduce CO2	Renewable energy such as solar, wind, hydro, marine, geothermal, biomass
Re-think	Change paradigm, or create social value to contribute to carbon reduction	Thinking from scratch viable modes of life and business	Eco lifestyle, green trade, clean development mechanism (CDM), tele-medical care, tele-education
Re-vitalize, re-economy	Create new paradigm of economy and social services	Re-design economy and social structures with innovative technology, e. g. digital transformation (DX), AI, social transformation (SX)	Urban redevelopment with newly justified reason for revival, intelligent BPO (as in the Philippines), e-trade, e-Government
Resile	Build in design for incorporating intrinsic resilience in living community or human activities	Design for resilience rather than build measures ex post	Resilient community against natural disaster, self-sufficient energy supply in detached community or in a disaster shelter, business continuity plan (BCP), diversification of economy for all weathers
Replace	(Technological disruption) Replaces basic models of products	Functions, not features, of goods are changed; utilization mode changes	EVs, hydrogen as fuel, subscription of life goods instead of purchase
Reverse	Reverse innovation to smartly fit specific community's needs at highly affordable costs	Apply value engineering (function/costs) to create "just in need" products	Chotukool refrigerator in India, U-turn/I turn to liveable community from a big city enabled by online work tools

5.5 Thought Behavioral Shift to Accommodate Unlearning and Relearning

Disruptive technology is undoubtedly based on scientific knowledge while disruption in society and economy can result from citizens' adaptation to disruptive environmental changes. Regarding disruptive technology, the question is how to combine pieces of non-linearly emerging technology. Here, those who can make profitably use of disruptive technology should be adept in unlearning from the possessed knowledge and relearning how to profitably assembling knowledge pieces to purposeful design of new products and services in a unique environment. Tsang and Zehra [49] proposed organizational unlearning stating, "organizational unlearning is widely considered an important condition for successful adaptation to environmental changes,

promoting organizational learning and enhancing a firm's performance." The Third World Project Management Forum in December 2001 adopted the subtitle of the congress as "Learn – Unlearn – Relearn".

6. Conclusion

This article has reviewed elements of the new environment which can impact the practice of strategic management and project & program management, then as recommendation to make these management adaptive to the new environment, proposed a conceptual framework of agility elements in corporate enterprises which are realized by applied project management as the result of the author's exploratory study as well as methodologies and leaning attitude to address disruption, the centerpiece of the new normality.

The agility elements have been grouped into four by nature of agility required for a corporate enterprise, as follows:

- 1) Agility in mid-term corporate planning
- 2) Corporate agility enablers
- 3) Business development by projects
- 4) Project management adaptive to agility

The methodologies and learning attitude to cope with disruption in project planning include:

a) Systems approaches, both hard and soft, which can serve as a versatile, systemic model of a project for conversion, for new value, innovation and sustainability

b) Advanced program management which could overcome disruption of complex project approaches with an “OS + applications” approach

c) Design thinking which facilitates paradigm shift from cognitive approach(es) to rich, creative thinking for new development

d) Classification of carbon reduction and sustainability targets and actions by thirteen “Rs” which help address climate change responses with easy keywords of action expressed by verbs starting with “re.”

e) Though behavioral shift to accommodate unlearning and relearning to be steadily adapted to the environmental changes

Summarizing the discussions in this paper, I present my outlook on the emerging, symbolic project planning and management models in fig. 19.

I have classified projects into four models: complex industrial production and built infrastructure complex, social transformation, human and society centric development, and digital transformation, then, profile how the project development phase, front-end planning phase and project implementation and delivery phase of the respective project models differ with respect to standpoints of development, planning methods and differences in project delivery methods. Overall, the models suggest whether water-fall type project management fits or agile development approach is more suitable. My critical message is that the traditional “one fits all” project management approach as emphasized by project management standard does not make sense.

Project Phase Project Type	Project Development Phase	Front-end Planning Phase	Project Implementation & Delivery Phase
Complex industrial production, built infrastructure	Social, economic and technological sense-making, risk assessment	Multi-value, multi-disciplinary program analysis	DX-supported management of distributed projects
Social transformation	Community participative sense-making	Soft systems approaches to transformation design	Lobbying, budgeting or funding, and enactment
Human and society - centric development	'Design thinking' and 'Agile development' combined, concurrent project identification, definition and delivery		
Digital transformation	High social and industrial value proposition to convert the primary, secondary and tertiary industry to “1.5th, 2.5th and 3.5th industry” where digital resources can be a co-primary player		

Fig. 19. Emerging Project Models

References (transliterated)

1. Kwan, C. H. (2015). The "New Normal" of the Chinese economy. *Nikkei Press*.
2. Bennis, W. and Nanus, B. (1985). *Leaders: Strategies for Taking Charge* New York: *Harper. Row*, 1985.
3. U.S. Army Heritage and Education Center (2018). "Who first originated the term VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity)?" USAHEC Ask Us a Question. *The United States Army War College*. Retrieved July 10, 2018.
4. Grabmeier, S. (2020). BANI versus VUCA: a new acronym to describe the world. *Bog* dated July 28, 2020
5. Christiansen, C. (1997). The innovator's dilemma - when new technologies cause great firms to fail. *Harvard Business Review Press; 1st edition* (May 1, 1997)
6. Valilla, V. (2021). Climate change and sustainability. *Keynote closing presentation at the 3rd World Project Management Forum, virtual world project management conference hosted on December 15, 16 and 17 from New Delhi, India by the Centre for Project Management Excellence and International Institute of Project and Program Management*.
7. *United Nations FCCC* (2022). *The Paris Agreement*. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
8. *Ministry of Environment, Energy and the Sea of the Republic of France* (2016). *Energy Transition for Green Growth Act in Action - Regions - Citizens - Business. The Government of France. Government of France* (2016). Available at: <https://www.gouvernement.fr/en/energy-transition>
9. OECD (2022). *What is green growth and how can it help deliver sustainable development?* OECD. Available at: <https://www.oecd.org/greengrowth/whatisgreengrowthandhowcanithelpdeliversustainabledevelopment.htm>
10. Xiang, L., Tang, M., Ying, Z., Zheng, M. and Lu S. (2021). The COVID-19 pandemic and economic growth: theory and simulation. *Front. Public Health*, 17 September 2021 <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.741525>
11. OECD (2020). *Measuring the digital transformation*. Presentation by Paul Schreyer, Acting Chief Statistician, *OECD at Meeting of the Conference of European Statisticians June 2020*, OECD
12. Mintzberg, H. (1987). "The strategy concept 1: five Ps for strategy. *California Management Review*, Vol. 30, 1, Fall 1987, pp. 11-24 © 1987 by the Regents of the University of California. Reprinted by permission of the University of California Press.

13. Wurlo, J. D. & Noailly J. (2018). The impact of green innovation on energy intensity: An empirical analysis for 14 industrial sectors in OECD countries. *Energy Economics*. Vol. 71, March 2018, Pages 47-61; Elsevier
14. Kosaka, M., Zan, Q., Dong, W. and Wang, J. (2012). Service value co-creation model considering experience based on service field concept. *Proceedings of 2012 9th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
15. Vargo, S., & Lusch, S. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), 1-17. doi:10.1509/jmkg.68.1.1.24036.
16. Lindbergh, L. B. (2010). Applied project management capability: see the forest and the trees. *Paper presented at PMI® Global Congress 2010—North America, Washington, DC. Newtown Square, PA: Project Management Institute.*
17. *University of West London (2021 web retrieved). MSc Applied Project Management.* Available at: <https://www.uwl.ac.uk/course/postgraduate/applied-project-management?start=344&option=33>
18. *Australian Institute of Management. Applied project management.* URL: <https://www.aim.com.au/project-management/courses/applied-project-management>
19. Ajam, M. A. (2015). Applied project management. *Author House* ISBN-13: 978-1504900461
20. *IDEO U (2021 retrieved). Leading complex projects - an adaptable approach to deliver stronger outcomes in changing conditions.* URL: <https://www.ideo.com/products/leading-complex-projects>
21. Project Management Association of Japan (2017). A guidebook of program and project management for enterprise innovation – International Edition. Tokyo, Japan. *Cyber Publishing Center, Cyber Creative Institute* ISBN 978-4-908520-20-4
22. Tanaka, H. (2010-2011). An emerging wave to expand the national industrial competitiveness using open innovation and meta program management. *Proceedings of Scientific Project and Program Management Conference - "PM Kiev2010": Kyiv, Ukrainian Project Management Association*; transcribed (in Russian) in SOVNET Science Journal "Project and Program Management, in four issues - November 2010 No.4 (24); February 2011 No.1 (25); May 2011 No.2 (26); July 2010 No. 3 (27); Moscow. Grebenikkon
23. Moore, J. F. (1996). The death of competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems. *New York: Harper Business*. ISBN 0-88730-850-3.
24. Iansiti, M., & Levien, R. (2004). The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability: *Harvard Business Press*.
25. Tanaka, H. (2012). Project-oriented competitive and science intensive enterprises creation and development. ISBN 978-966-2312-18-8. In Burkov, V., Bushuyev, S., Tanaka, H., Ryzhkov S., Koshkin, K., et. al. *Chapter 3 Project Management Planning in Capital Projects* pp. 53-70 & *Chapter 4 The Theory of the Balanced Innovation Model* pp.71-93; Nikolayev. Ministry of Education and Science, Sports and Youth of Ukraine - National University of Shipbuilding named after Admiral Stepan Makarov.
26. *IDEO (2021, retrieved). Design thinking.* IDEO. Available at: <https://designthinking.ideo.com/>
27. Ansoff, H. I. (1957). Strategies for diversification. *Harvard Business Review*, Vol. 35 Issue 5, pp. 113-124.
28. Ganguly, A., Nilchiani, R. and Farr, J.B. (2009). Evaluating agility in corporate enterprises. *International Journal of Production Economics*. Volume 118, Issue 2, April 2009, pp 410-423
29. *Business Agility Consortium (2021, web retrieved). Business agility enabling businesses and individuals to be more adaptive, creative and resilient* Available at: <https://www.agilebusiness.org/page/WhatisBusinessAgility>
30. Aghina, W., Ahlback, K., De Smet, A., Lackey, G., Lurie, M., Murarka, and M. Christopher Handscomb, C. (2018). *The five trademarks of agile organizations*. McKinsey report dated January 28, 2018. McKinsey and Company/ Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/people-and-organizational-performance/our-insights/the-five-trademarks-of-agile-organizations>
31. Kosaka, M. (2010). *Approaches to knowledge growth models – knowledge creation, deployment and commercialization (Japanese)*. Japan: Shakai Hyoronsha.
32. Senge, P. (2006). "The fifth discipline – the art and practice of learning organizations. New York. *Crown Business*. ISBN 978-0-385-51725-6
33. Tanaka, H. (2013). A viable system model reinforced by meta program management. March 2013. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 74:377–387 DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.03.017
34. Graham, P. (2012). *How to get startups ideas, essay dated November 2012.* Available at: <http://paulgraham.com/startupideas.html>
35. Wilde, W., Raven, P.G., Van Gaalen, S., Karyda, M., Dolejšova, M. and Trahan, S. (2021). Backcasting [better] futures. *Proceeding of NORDES 2021.* Available at: https://conference2021nordes.org/wp-content/uploads/2021/04/2_WS_Backcasting_better_futures_NORDES_2021_preliminary_description.pdf
36. Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* (1st ed.). New York: Free Press of Glencoe. OCLC 254636
37. Phillips, J. R. (1983). Enhancing the effectiveness of organizational change management. *Human Resource Management*. 22 (1–2): pp 183–99. DOI:10.1002/hrm.3930220125.
38. Project Management Institute (2013). Managing change in organizations: A Practice Guide (2013). *Project Management Institute*
39. Chesbrough, H. (2004). Managing open innovation. *Research-Technology Management*. Vol. 47, 2004 - Issue 1
40. Mahmoud-Jouini, S. B., Midler C. & Silberzahn, F. (2016). Contributions of design thinking to project management in an innovation context. *Project Management Journal*. April 2016
41. Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
42. Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York Oxford. *Oxford University Press*
43. Beck, K. Beedle, M, van Bennekum, A., Cockburn, A, Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt A., Jeffries, R., Kern, J. Marick, B., Robert C. M., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J. and Thomas, T. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Available at: <https://agilemanifesto.org/>
44. The Standish Group (2018). *Chaos report*. Available at: <https://www.standishgroup.com/benchmark>
45. OECD (2015). Skills for social progress. The power of social and emotional skills. OECD Skill Studies. *OECD Publishing*. Available at: <https://www.oecd.org/education/skills-for-social-progress-9789264226159-en.htm>
46. Rittel, H., and Webber, M. (1973). "Dilemmas in a General Theory of Planning". *Policy Sciences*, Vol. 4, pp 155-169. *Elsevier Scientific Publishing Company, Inc: Amsterdam*.
47. Walton, D. (2005). Abductive reasoning. *The University Press of Alabama Press*
48. Cross, N. (1990). The nature and nurture of design ability". *Design Studies*, 11, 1990, pp 127–140.
49. Tsang, E.W.K. and Zahra, S.A. (2008). Organizational unlearning. *Human Relations* October 1, 2008: *Sage Journals* <https://doi.org/10.1177/0018726708095710>

Надійшла (received) 25.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Хіроші Танака (Хироши Танака, Hiroshi Tanaka) – PhD, Академічний радник Асоціації управління проектами Японії, Токіо, Японія; e-mail: hirojpmf@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2631-721X>

С. Д. БУШУЄВ, Н. С. БУШУЄВА, Д. А. БУШУЄВ, В. Б. БУШУЄВА

СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ШВИДКОЗРОСТАЮЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Розглядається стратегія сталого розвитку швидкозростаючих організацій. Наведено стратегічну архітектуру сталого розвитку організацій на основі проєктів та програм. Стратегічна архітектура включає процеси виробничої досконалості, лідерство продукту на ринку, сталість розвитку організації, орієнтація на споживача. Стратегічна архітектура показує які можливості та компетенції потрібно нарощувати зараз, які нові споживачі можуть з'явитися незабаром, які нові канали просування продуктів або послуг слід вивчити вже сьогодні, які зміни всередині організації потрібні прямо зараз. При побудові стратегії розвитку організації необхідно визначити цілі реформування на основі стратегічних пріоритетів організації, ключові компетенції та стратегічні пріоритети організації, залучати співробітників до аналізу ситуації, визначення ключових компетенцій та вибору стратегічних пріоритетів, постійно оцінювати, наскільки обрані пріоритети допомагають організації для досягати намічених цілей. Визначено життєвий цикл проєктів сталого розвитку знань й технологій управління. Розглянуті ключові компетенції та стратегічні пріоритети організації щодо впровадження стратегії сталого розвитку. Економічні чинники швидкозростаючої організації дозволяють оцінювати стратегічні пріоритети, проєкти та програми сталого розвитку. Цикли зростання організації та прискорювачі зростання є ключовими елементами побудови проєктів та програм стратегічного розвитку організації. Запропонована концепція циклів зростання є моделлю руйнівних сил сталого розвитку, що стали вдосконаленням сучасних стратегічних схем, і допомагає пояснити, чому деякі організації досягли домінуючого становища. Визначимо наступні типи прискорювачів зростання як зниження незмінних витрат, ринковий імідж та торгова марка. Лідерство корпорації на ринку збільшує увагу і довіру до її продукції завдяки рекламі, позитивним усним відгукам, «фактору моди», керівництво партнерами, відбір персоналу та посередництво.

Ключові слова: модель сталого розвитку; стратегія; швидкозростаюча організація; життєвий цикл розвитку; компетентність

С. Д. БУШУЄВ, Н. С. БУШУЄВА, Д. А. БУШУЄВ, В. Б. БУШУЄВА

СТРАТЕГІЯ УСТОЙЧИВОГО РОЗВИТКУ БЫСТРОРОСТАЮЩИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Рассматривается стратегия устойчивого развития быстрорастущих организаций. Приведена стратегическая архитектура устойчивого развития организаций на основе проектов и программ. Стратегическая архитектура включает процессы производственного совершенства, лидерство продукта на рынке, устойчивость развития организации, ориентация на потребителя. Стратегическая архитектура показывает, какие возможности и компетенции нужно наращивать сейчас, какие новые потребители могут появиться вскоре, какие новые каналы продвижения продуктов или услуг следует изучить уже сегодня, какие изменения внутри организации нужны прямо сейчас. При построении стратегии развития организации необходимо определить цели реформирования на основе стратегических приоритетов организации, ключевые компетенции и стратегические приоритеты организации, вовлечь сотрудников в анализ ситуации, определение ключевых компетенций и выбора стратегических приоритетов, постоянно оценивать, насколько выбранные приоритеты помогают организации для достижения намеченных целей. Определен жизненный цикл проектов устойчивого развития знаний и технологий управления. Рассмотрены ключевые компетенции и стратегические приоритеты организации внедрения стратегии устойчивого развития. Экономические факторы быстрорастущей организации позволяют оценивать стратегические приоритеты, проекты и программы устойчивого развития. Циклы роста и ускорители роста являются ключевыми элементами построения проектов и программ стратегического развития организаций. Предложенная концепция циклов роста является моделью движущих сил устойчивого развития, ставших усовершенствованием современных стратегических схем, и помогает объяснить, почему некоторые организации достигли доминирующего положения. Определим следующие типы ускорителей роста как понижение постоянных издержек, рыночный стиль и торговая марка. Лидерство корпорации на рынке увеличивает внимание и доверие к ее продукции благодаря рекламе, положительным устным отзывам, «фактору моды», руководству партнерами, отбору персонала и посредничеству.

Ключевые слова: модель устойчивого развития; стратегия; быстрорастущая организация; жизненный цикл развития; компетентность

S. BUSHUYEV, N. BUSHUYEVA, D. BUSHUYEV, V. BUSHUYEVA

STRATEGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RAPID GROWING ORGANIZATIONS

The strategy of sustainable development of fast-growing organizations is considered. The strategic architecture of sustainable development of organizations on the basis of projects and programs is given. Strategic architecture includes processes of production excellence, product leadership in the market, sustainability of the organization, consumer orientation. Strategic architecture shows what opportunities and competencies need to be built now, what new customers may be coming soon, what new channels to promote products or services need to be explored today, what changes within the organization are needed right now. When building an organization's development strategy, it is necessary to define reform goals based on the organization's strategic priorities, key competencies and strategic priorities of the organization, involve employees in situation analysis, identify key competencies and choose strategic priorities, constantly assess the extent to which selected priorities help. The life cycle of projects of sustainable development of knowledge and management technologies is determined. The key competencies and strategic priorities of the organization for the implementation of the strategy of sustainable development are considered. Economic factors of a fast-growing organization allow assessing strategic priorities, projects and sustainable development programs. Organizational growth cycles and growth accelerators are key elements in building projects and programs of strategic development of organizations. The proposed concept of growth cycles is a model of the driving forces of sustainable development, which have become an improvement of modern strategic schemes, and helps to explain why some organizations have achieved a dominant position. Let's define the following types of growth accelerators as fixed cost reduction, market image and brand. The corporation's market leadership increases attention and trust in its products through advertising, positive word of mouth, "fashion factor", partner management, recruitment and mediation.

Keywords: model of sustainable development; strategy; fast-growing organization; life cycle of development; competence

Вступ. Стратегія організації є основою його програм. Сьогодні чітка, продумана та ефективна життєздатності та успіху впровадження проєктів та стратегія – рідкість на більшій частині вітчизняних

© С. Д. Бушуєв, Н. С. Бушуєва, Д. А. Бушуєв, В. Б. Бушуєва, 2022

організацій. Особливу важливість стратегія сталого розвитку набуває при завершенні чергової хвилі пандемії COVID-19.

Основне призначення стратегії - створення комплексу конкурентних переваг для досягнення бізнес-успіху в довгостроковій перспективі.

Стратегія набуває особливої актуальності в умовах жорсткої конкуренції та кризи – необхідно знайти своє місце на ринку з найменшими втратами та найбільшим вигрешем, простої "хорошої" роботи організації в цих умовах недостатньо. При створенні стратегії сталого розвитку організація проводить цілісний аналіз стану та тенденцій розвитку ринку, на основі якого промальовується структура змін ринку. Це дозволяє визначити загальний обсяг ринку, визначити реальну мету сталого розвитку організації на цьому ринку, і тоді досягати її.

За наявності чіткої стратегії в організації відбувається цілеспрямований, а не хаотичний рух усієї організації, який підпорядкований загальному баченню. Це дозволяє максимально використовувати всі ресурси, підготувати резерви у разі появи додаткових труднощів у ході досягнення стратегічних цілей організації. Наявність стратегії створює передумови командного настрою в організації, що також значно підвищує її ефективність. Відсутність стратегії прирікає організацію на те, що вона найближчим часом буде витіснена з ринку.

Для того щоб виробити оптимальну стратегію, необхідно для початку зрозуміти, які ресурси та компетенції має організація та наскільки ефективно вони задіяні.

Практика показує, що у організаціях, де співробітникам відомі стратегічні плани керівництва, розбіжності у питаннях напрямів розвитку та пріоритетів роботи виникають набагато рідше. Якщо ж працівники ще й беруть участь у розробці таких планів, проблеми із визначенням головних та другорядних рішень не виникає взагалі. У такому разі, стратегічні цілі та пріоритети організації визначаються, а потім і досягаються, спільними зусиллями. А щоб процес стратегічного планування не перетворився з ділового заходу на розважальний, вдвічі більш довгий і дорогий, потрібен компетентний менеджер з сталого інноваційного розвитку, який зможе допомогти учасникам раціонально витратити сили та час і не відволікатися від поставленої мети [1, 2, 3].

Коли мова заходить про стратегію, то "спущений зверху" об'ємний документ, який незрозумілою мовою описує світле майбутнє організації, як правило, потрапивши до рук співробітників, тут же вирушає на полицю, де проводить залишок своїх днів до здачі на сміття та переробку. Просто співробітники не бачать свого внеску в розробку плану, який їм же доведеться виконувати. Це формує парадоксальну ситуації щодо забезпечення сталого стратегічного розвитку. При цьому співробітники гальмують процес впровадження стратегії. Читати ж чуже, що не враховує їх бачення та інтереси (в т.ч. матеріальні та інтелектуальні), творіння, їм не хочеться, та й ніколи. І чим більший

розмір організації, тим більш критичним для застосування стратегії є внесок у неї співробітників, оскільки вище керівництво, за всієї компетентності, фізично не може володіти специфічною інформацією по кожному окремому напрямку роботи організації.

Метою статті є визначення стратегічної архітектури та моделі циклів зростання організації на основі прискорювачів в межах проєктів та програм.

1. Стратегічна архітектура сталого розвитку систем

Основною метою реформування системи управління має стати створення такої системи управління, яка дасть можливість організації реалізовувати свою стратегію, що базується на ключових компетенціях та стратегічних пріоритетах. При цьому організація повинна застосовувати ту чи іншу методологію управління проєктами та програмами сталого розвитку [4, 5]. Без наміру реалізовувати заздалегідь обрану стратегію реформування буде марною витратою сил і ресурсів організації.

Виробнича структура організації та її система управління повинні допомагати реалізації її основних цілей та стратегії. Не знаючи, що саме організація вмє робити краще за інших, неможливо зрозуміти в якому напрямку вона повинна розвиватися. Не знаючи, в якому напрямку розвивається організація, неможливо правильно оцінити рівень компетентності вже наявної системи управління, скласти програму ефективних змін та провести реінжиніринг бізнес-процесів організації [6, 7].

Менеджери повинні сприймати організацію як поєднання ключових базисних компетенцій (знань, навичок, умінь) та технологій, що дозволяють організації надавати цінності споживачам. На основі цих знань можна побудувати нову стратегічну архітектуру організації, тобто план розгортання нових функцій, набуття нових компетенцій або переміщення наявних, і нову конфігурацію системи взаємовідносин зі споживачами [8, 9]. Стратегічна архітектура організації може бути деталізована настільки, що може дати деякі поради на те, що організації слід негайно робити, щоб приготуватися до майбутнього.

Стратегічна архітектура показує:

- які можливості та компетенції потрібно нарощувати зараз;
- які нові споживачі можуть з'явитися незабаром;
- які нові канали просування продуктів або послуг слід вивчити вже сьогодні;
- які зміни всередині організації потрібні прямо зараз.

Але ключові компетенції – це лише частина питання. Для того, щоб досягти успіху в діяльності організації потрібно не тільки добре представляти потреби ринку та свої можливості, але й визначити, за допомогою якого внутрішнього устрою бізнесу організація буде здатна досягати своїх цілей. Це рішення можна ухвалити на основі вибору стратегічного пріоритету організації у сфері внутрішнього устрою організації.

Прийняття рішення про ключові компетенції та пріоритети організації належить до галузі стратегічного планування. При цьому для визначення ключових компетенцій та пріоритетів організації можна спиратися на результати проведеного SWOT-аналізу. За допомогою цієї методики керівник може проаналізувати сильні та слабкі сторони своєї організації, а також можливості та ризики, що виникають на ринку [10, 11, 12]. На основі всієї цієї інформації визначаються ключові компетенції та стратегічні пріоритети організації [13].

Ключова компетенція - це комплекс навичок та технологій, що дозволяють організації надавати споживачам певний набір цінностей. Це певні здібності, "талант" організації робити щось краще за всіх.

Типові стратегічні пріоритети, які може вибрати собі організація.

Організація може вибрати стратегічну орієнтацію на:

- виробнича досконалість (процес);
- лідерство продукту на ринку (продукт);
- сталість розвитку організації (розвиток);
- близькість до споживача (орієнтація на клієнта).

Кожен із цих виборів має ґрунтуватися на об'єктивній оцінці не лише ресурсів та компетенцій організації, а й ситуації на ринку. При реалізації практично кожен із цих стратегічних напрямків вимагатиме запровадження певної моделі управління. Таким чином, стратегічні пріоритети організації задають основний напрямок при проведенні бізнес-реінжинірингу організації.

Як правило, виробничої досконалості, лідерства по продукту та сталості розвитку досягають організації середнього та великого розміру. А ось близькості до споживача найлегше досягти відносно невеликої організації, в якій споживачі знатимуть менеджерів в обличчя.

Швидкозростаюча організація, яка бажає відігравати значну роль на своєму ринку, повинна вибрати будь-який пріоритет і досягти в ньому досконалості. Для розвитку одночасно у всіх напрямках організації неминуче не вистачить необхідних ресурсів. Вибір пріоритету важливий оскільки, обравши напрям руху, організація перестав витратити сили на рух іншими можливими маршрутами.

Вибір певного пріоритету та напряму – це не просто вибір того, що слід робити, це й визначення того, чого не слід робити. Зазвичай такий вибір досить складний для організації, проте раніше чи пізніше організації доведеться його робити.

Як перший крок необхідно з'ясувати, яке нинішнє становище організації і чому воно таке, відповівши на кілька питань:

- Що цінують сучасні споживачі?
- Яка частина споживачів використовує ці свої цінності як критерій при ухваленні рішення щодо придбання товару чи послуги?
- Хто із конкурентів найкраще обслуговує ту чи іншу цінність споживача?

- Наскільки організацію можна порівняти зі своїми конкурентами за кожною з цінностей споживача?

- Чому організація відстає від лідерів у поставці цінностей, що розглядаються?

Як другий крок необхідно перейти від аналізу поточного становища до обговорення варіантів дій у майбутньому. Менеджери виявляють можливі варіанти проектів та програм сталого розвитку (наприклад, лідерство по продукту, виробничу досконалість, зближення зі споживачами чи щось інше) та обговорюють необхідні зміни, які будуть потрібні для їх реалізації.

Після цього керівники організації передають подальше проведення аналізу групам фахівців, які мають перетворити схематичні варіанти на докладні плани необхідних змін, проекти та програми сталого розвитку. Такі групи повинні опрацювати всі запропоновані варіанти та дати відповіді на такі запитання.

- Як має виглядати необхідна модель діяльності організації, тобто, якою є специфіка її основних процесів, систем управління, структури та інших елементів?

- Яким чином дана модель дозволить досягати бажаних цілей при виборі якогось напрямку?

- Яких меж досконалості у вибраному напрямку вимагатиме ринок?

- Як досягти цих меж?

- Наскільки великий потенційний та контрольований ринок, на якому передбачається впроваджувати проекти та програми сталого розвитку?

- Які суто ділові аргументи, включаючи витрати, вигоди та ризики, на користь вибору варіанту проекту або програми сталого розвитку?

- Якими є критично важливі фактори, які можуть забезпечити успіх при реалізації обраного варіанту, або зірвати його реалізацію?

- Яким чином компанія здійснить перехід від свого нинішнього стану до нової моделі діяльності протягом двох або трьох років?

Закінчивши свою роботу, групи фахівців надають результати команді керуючих, які повинні прийняти основне рішення про напрям перетворення організації.

Основні моменти, про які необхідно пам'ятати при побудові стратегії розвитку організації:

- цілі реформування слід визначати на основі стратегічних пріоритетів організації;

- при визначенні ключових компетенцій та стратегічних пріоритетів організації необхідно проаналізувати, які нові споживчі цінностей, що створюються організацією, будуть мати життєві цикли 3, 5 та 7 років, а також, які нові компетенції чи можливості знадобляться, щоб надавати споживачам ці цінності;

- потрібно залучати співробітників до аналізу ситуації, визначення ключових компетенцій та вибору стратегічних пріоритетів;

- необхідна постійна оцінка того, наскільки обрані пріоритети допомагають організації досягати намічених цілей.

2. Економічні чинники швидкозростаючої організації

Існування організацій із зростаючою рентабельністю спростовує традиційну точку зору, згідно з якою на боротьбу організації за доступ до обмежених ресурсів галузеві ринки швидко відповідають падінням прибутковості. Чим сильніша конкуренція, тим швидше знижується віддача від додаткових інвестицій. Незабаром фірми скорочують свої капіталовкладення до рівня, що дозволяє їм отримувати середньогалузевий прибуток, після чого структура продуктів або послуг стабілізується.

Однак у галузях із зростаючою рентабельністю, прибутковість додаткових інвестицій не зменшується, а збільшується. Деякі організації продовжують нарощувати капіталовкладення, їхня прибутковість зростає, а в результаті одна або дві фірми займають домінуюче становище на ринку, інші ж не витримують інвестиційних перегонів. Електроенергетика є класичним прикладом галузі зі зростаючою рентабельністю, тому організації, що працюють у ній, вважаються природними монополістами та їх діяльність регулюється державою.

У сучасній економіці, що ґрунтується на знаннях, існує чимало ринків, на яких зростаюча прибутковість бізнесу відіграє значну роль протягом тривалого часу. По-перше, якщо конкуруючі організації неспроможні забезпечити однакові масштаби інвестицій, підвищення рентабельності окремих фірм може продовжуватися досить довго, що визначає результати роботи галузі загалом. По-друге, граничні витрати виробництва багатьох товарів, створених на основі знань (наприклад, програмного забезпечення, медіа-продукції, ліків), практично дорівнюють нулю, і в таких випадках отримання додаткової частки ринку призводить до непропорційно великого збільшення прибутку. По-третє, рентабельність періодично зростає у всьому світі, оскільки організації прагнуть отримати вигоду з глобалізації економіки та виходять на все нові та нові масштабні регіональні ринки.

Ще одне економічне явище, що дає змогу пояснити швидке зростання, — спільна еволюція організацій. Вона стає можливою у тих випадках, коли кілька організацій працюють разом, забезпечуючи успіх загальної продукції та формуючи бізнес-мережу. Щойно організації приймають зобов'язання підтримувати певні товари чи послуги протягом життєвого циклу, вони стають учасниками таких мереж. Спільна еволюція — головне джерело підвищення прибутковості, оскільки поява в бізнес-мережі нових учасників не лише розширює її, а й приваблює інші організації. Цей процес може стати вирішальним у тому, хто із суперників скористається певним моментом та досягне успіху.

Розглянемо чинники та прискорювачі зростання. Хоча всі ці міркування вже отримали широке

визнання економістів, вони ще не перекладені мовою практичних принципів, якими можуть скористатися менеджери для прийняття стратегічних рішень. Необхідно вийти за рамки простої констатації існування рентабельності, що росте, і перейти до вивчення способів її досягнення і підтримки.

Визначимо наступні типи прискорювачів зростання:

1. *Зниження незмінних витрат.* Будь-який менеджер знає, що з розширенням виробництва знижуються незмінні витрати на одиницю продукції. Хоча прямі вигоди від збільшення масштабів іноді переоцінюються, все-таки є головними прискорювачами зростання в галузях, де постійні витрати високі, а граничні — низькі.

2. *Ринковий імідж та торгова марка.* Лідерство корпорації на ринку збільшує увагу і довіру до її продукції завдяки рекламі, позитивним усним відгукам, «фактору моди». В результаті, передові позиції організації ще більше зміцнюються. Багато фірм, що діють у різних галузях (від виготовлення модного одягу до розробки програмного забезпечення та виробництва ліків), активно маніпулюють усними відгуками шляхом реалізації спеціальних програм для осіб, які формують громадську думку.

3. *Керівництво партнерами.* У багатьох видах бізнесу розміри організації і її провідна позиція на ринку стають козирами під час укладання договорів із постачальниками і інвесторами. «Позиція сили» забезпечує скорочення витрат, що дозволяє робити покупцям вигідніші пропозиції, стимулюючи цим подальше зростання фірми.

4. *Відбір персоналу.* Корпорації, що успішно працюють, мають більше шансів залучити і утримати найобдарованіших співробітників. Наявність талантів є головним двигуном зростання в багатьох галузях сфери послуг (таких як реклама, інвестиційний банківський бізнес, консультаційні послуги). Високі фахівці необхідні і для виконання найважливіших функцій у промисловості. Цей акселератор зростання обумовлений не «позицією сили», а тим, що організації хочуть працювати з найкращими.

5. *Посередництво.* Деякі фірми є природними посередниками. Їх головний акселератор зростання — це формування ринку.

3. Формування циклу зростання

Існування циклів зростання як пояснює парадокс, описаний на початку статті, а й ставить перед менеджерами нові питання.

Чи вдається вам так управляти циклом зростання вашої організації, щоб повністю використати його потенціал?

Чи можете ви «запустити» цикл зростання, щоб забезпечити динамічну конкурентну перевагу та стійке підвищення рентабельності?

І нарешті, наскільки динамічним є осмислення корпоративної стратегії?

Чи керуєте ви циклом зростання?

Прискорювачі зростання – це елементи, з яких формується цикл зростання. Тому виявлення потенційних прискорювачів є вихідним моментом створення циклу. Проте для успіху стратегії потрібно зробити ще два кроки — створити ефективну комбінацію акселераторів та організувати їхнє постійне оновлення.

Виявлення прискорювачів зростання. У більшості галузей деякі загальні прискорювачі набули настільки широкого поширення, що їх наявність потрібна вже для простої участі в конкурентній боротьбі. Інвестиційні банки, що успішно розвиваються, процвітають завдяки вмінню управляти персоналом. Провідні виробники споживчих товарів формують ефективний цикл зростання з урахуванням ринкового іміджу. Першокласні роздрібні торговці використовують владу над партнерами та здатність до відтворення. У багатьох випадках всі учасники ринку грають, по суті, в ту саму гру, і успіх визначається здатністю до найбільш жорстких дій.

Це означає, що стратегії нової гри можуть бути реалізовані лише за умови введення в дію нових прискорювачів зростання.

Проте, хоча такий підхід може надати організації перевагу на кілька років, тут виникають певні ризики. Можливе послаблення взаємодії з традиційними покупцями та поява небезпеки для майбутніх товарів, оскільки суперники можуть завдати удару у відповідь. Більше того, будь-який конкурент, який побажав вийти на той самий ринок, може відтворити цю стратегію. Тому одиночний прискорювач здатний дати поштовх росту, але навряд чи має достатній потенціал для підтримки сталого зростання.

Створення комбінації прискорювачів зростання. Отже, одного або двох прискорювачів замало для швидкого зростання. Для формування потужного циклу зростання необхідна комбінація із трьох, чотирьох або більше прискорювачів.

Причина проста. Кожна петля позитивного зворотного зв'язку за своєю природою є само-підсилюючою, але з'єднані воєдино петлі із загальним елементом багаторазово посилюють дію один одного. У комбінації петель, що включають клієнтську базу, кожна петля стимулює дію інших. А оскільки будь-яка петля позитивного зворотного зв'язку стає основою для експоненційного зростання, петлі, що взаємно активізуються, формують не просто прискорене, а прискорене по експоненті зростання.

Відновлення прискорювачів зростання. Навіть комбінація кількох прискорювачів неспроможна гарантувати вічне зростання. Цикли зростання природно руйнуються під тиском конкуренції, еволюції ринку та внутрішньо-корпоративних проблем. Як ми зазначали, використання традиційних акселераторів у галузях, що сформувалися, не стимулює зростання, хоча відмова від їх застосування практично неминуче прискорює крах.

Щоб використовувати цикли зростання якомога довше, організації, що швидко розвиваються, постійно винаходять все нові і нові ряди петель позитивного зворотного зв'язку.

Чи можете ви «запустити» цикл зростання та отримати динамічну конкурентну перевагу?

Деякі цикли зростання потужніші за інші. Ці цикли відрізняються тим, що ми назвали динамічною конкурентною перевагою – стійкою перевагою, яка з часом зростає, яку не можна скопіювати навіть за наявності значних фінансових ресурсів. Така перевага генерує потужний цикл зростання, здатний забезпечити серйозне збільшення рентабельності протягом значного часу.

Динамічна конкурентна перевага створюється тоді, коли цикл зростання захищений надзвичайно сильним механізмом (іноді його називають «системою архітектурного контролю»). Головне тут – сформувати високі витрати перемикавання на іншу продукцію для партнерів по бізнес-мережі і, найважливіше, для кінцевих споживачів. Тільки це може забезпечити несприйнятливості циклу зростання атак суперників.

Звичайно, не всяка організація здатна побудувати потужний цикл зростання з дієвою системою захисту. Однак не виключено, що існують приховані можливості.

Наскільки динамічним є осмислення корпоративної стратегії?

Прискорювачі зростання, цикли зростання та динамічна конкурентна перевага — це поняття, на основі яких можливе динамічне осмислення корпоративної стратегії. Досліджені нами «тигри» здатні дати кілька уроків, і треба зазначити, що вони суперечать традиційній управлінській філософії.

Для того щоб визначити потребу у впровадженні інструментів та методів проєктного підходу в управлінні компанією, необхідно представляти, на якому етапі життєвого циклу вона знаходиться.

Стадія розвитку, що базується на творчості. Це стадія з моменту зародження організації до її першої організаційної кризи – кризи лідерства. Організація з'являється в результаті підприємницьких зусиль менеджерів та розвивається завдяки, як правило, виключно реалізації творчого потенціалу її засновників. Основна увага в цей період зосереджується на розробці товару та його маркетингу. Організаційна структура організації при цьому найчастіше залишається неформалізованою. Однак у міру зростання організації, її засновникам потрібно все більше контролювати і спрямовувати її розвиток у специфічних напрямках, що вимагає нових спеціалізованих знань, яких вони поки що не мають.

Висновки. Концепція циклів зростання є моделлю рушійних сил сталого розвитку, що стали вдосконаленням сучасних стратегічних схем, і допомагає пояснити, чому деякі організації досягли домінуючого становища. Розглянутий підхід дозволяє виявити фактори, що породжують та стимулюють зростання, і дає орієнтири менеджерам проєктів та програм сталого розвитку, які прагнуть розробити надійну та ефективну стратегію корпоративного розвитку.

Список літератури

1. Individual Competence Baseline for project, programme & portfolio management. (2015) Version 4.0. *IPMA Editorial Committee*. IPMA: 431 p.
2. *Scaled Agile Framework (SAFe®)*. URL: <https://www.agilest.org/what-is-agile-knowledge-base/#agile-terms>, 2018
3. A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation, Third Edition P2M, *Project Management Association of Japan (PMAJ)*, 2017, 427 p.
4. *A Guide to the Project Management of the Knowledge (PMBOK® Guide)*. Sixth Edition (2017). USA. PMI, 756 p.
5. *ISO 21500: 2012 (2012). Guidance on project management. Project Committee*. ISO / PC 236, 36p.
6. *IPMA Organisational Competence Baseline (IPMA OCB) for Developing Competence in Managing by Projects*. Version 1.1, 2016. International Project Management Association, Amsterdam, 105 p.
7. S. Bushuyev, R. Wagner, "IPMA Delta and IPMA Organisational Competence Baseline (OCB): New approaches in the field of project management maturity", *International Journal of Managing Projects in Business*. Vol. 7, Iss: 2, pp.302 – 310, 2014.
8. Todorović, M.L., Petrović, D.T., Mihić, M.M., Obradović, V.L., Bushuyev, S.D. Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management, 2015. *International Journal of Project Management*.
9. Bushuyev, S., Murzabekova, A., Murzabekova, S., Khusainova, M. Develop breakthrough competence of project managers based on entrepreneurship energy. *Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017*.
10. Друкер Питер Ф. *Задачи менеджмента в XXI веке*. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 272 с.
11. Ковени М. *Стратегический разрыв: Технологии воплощения корпоративной стратегии в жизнь*. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. 232с.
12. Коттер Д.П., Коэн Д.С. *Суть перемен. Не выдуманные истории о том, как люди изменяют свои организации*. /Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2004. 256 с.
13. Имаи Масааки Гемба Кайдзен. *Путь к снижению затрат и повышению качества*. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 346 с.
2. *Scaled Agile Framework (SAFe®)*. Available at: <https://www.agilest.org/what-is-agile-knowledge-base/#agile-terms>, 2018
3. A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation, Third Edition P2M, *Project Management Association of Japan (PMAJ)*, 2017, 427 p.
4. *A Guide to the Project Management of the Knowledge (PMBOK® Guide)*. Sixth Edition (2017). USA. PMI, 756 p.
5. *ISO 21500: 2012 (2012). Guidance on project management. Project Committee*. ISO / PC 236, 36p.
6. *IPMA Organisational Competence Baseline (IPMA OCB) for Developing Competence in Managing by Projects*. Version 1.1, 2016. International Project Management Association, Amsterdam, 105 p.
7. S. Bushuyev, R. Wagner, "IPMA Delta and IPMA Organisational Competence Baseline (OCB): New approaches in the field of project management maturity", *International Journal of Managing Projects in Business*. Vol. 7, Iss: 2, pp.302 – 310, 2014.
8. Todorović, M.L., Petrović, D.T., Mihić, M.M., Obradović, V.L., Bushuyev, S.D. Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management, 2015. *International Journal of Project Management*.
9. Bushuyev, S., Murzabekova, A., Murzabekova, S., Khusainova, M. Develop breakthrough competence of project managers based on entrepreneurship energy. *Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017*.
10. Друкер Питер Ф. *Задачи менеджмента в XXI веке*. М.: Williams Publishing House, 2004. 272 p.
11. Koveni M. *Strategicheskiy razryv: Tehnologii voploscheniya korporativnoy strategii v zhizn* [Strategic Gap: Technologies for bringing corporate strategy to life.]. Per. s angl. M.: Alpina Business Books, 2004. 232p.
12. Kotter D.P., Koen D.S. *Sut peremen. Ne vyidumannyye istorii o tom, kak lyudi izmenyayut svoi organizatsii* [The essence of change. Non-fictional stories about how people change their organizations] (Per. from English). M. "Olimp-Business", 2004. 256 p.
13. Imai Masaaki Gemba Kayden. *Put k snizheniyu zatrat i povysheniyu kachestva*. [A path to cost reduction and quality improvement]. (Per. from English). Moscow: Alpina Business Books, 2005. 346 p.

Надійшла (received) 27.12.2021

References (transliterated)

1. Individual Competence Baseline for project, programme & portfolio management. (2015) Version 4.0. *IPMA Editorial Committee*. IPMA: 431 p.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бушуєв Сергій Дмитрович (Бушуєв Сергей Дмитриевич, Bushuyev Sergey) – доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри управління проектами, м. Київ, Україна; e-mail: sbushuyev@ukr.net; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7815-8129>

Бушуєва Наталія Сергіївна (Бушуєва Наталья Сергеевна, Bushuyeva Nataliia) – доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва та архітектури, професор кафедри управління проектами, м. Київ, Україна; e-mail: Natbush@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4969-7879>

Бушуєв Денис Антонович (Бушуєв Денис Антонович, Bushuyev Denis) – доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва та архітектури, професор кафедри управління проектами, м. Київ, Україна; e-mail: BushuyevD@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5340-5165>

Бушуєва Вікторія Борисівна (Бушуєва Виктория Борисовна, Bushuyeva Victoria) – кандидат технічних наук, доцент, Київський національний університет будівництва та архітектури, доцент кафедри управління проектами, м. Київ, Україна; e-mail: bushuieva.v@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7298-4369>

І. В. КОНОНЕНКО, М. Ф. К. КПОДЖЕДО

МЕТОД ВИБОРУ ПІДХОДУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЄКТІВ І ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Управління портфелями проєктів в останні десятиліття з емпіричної області перетворилося на область з розвиненими технологіями управління, зокрема з активним використанням інформаційних технологій. Створено низку стандартів та керівництв у галузі управління портфелем проєктів. Розроблено багато десятків спеціалізованих програмних засобів. Ефект від управління портфелем проєктів організації істотно залежить від обраного підходу до управління, а також рівня використання можливостей управління портфелем проєктів. Рівень використання можливостей управління портфелем проєктів – це рівень зрілості організації у цій галузі. Метою статті є застосування методу вибору підходу до управління портфелем проєктів. У статті пропонується здійснювати вибір підходу до управління портфелем проєктів шляхом вирішення двокритеріального завдання. Перший критерій – ризики, властиві цьому підходу під час управління портфелем проєктів організації в конкретних умовах. Чим менші ці ризики, тим якісніший підхід застосовується. Другий критерій – витрати на застосування оцінюваного підходу. Розглянуто застосування запропонованого методу для вдосконалення управління портфелем проєктів в одному з технічних університетів України. Оцінили ризики від невиконання або недосконалого виконання процесів управління портфелем у цьому університеті. Оцінили також існуючі витрати на управління портфелем проєктів. Для підвищення якості управління в університеті доцільно покращити виконання процесів управління портфелем та впровадити ті процеси, які поки що не виконуються. Це може бути зроблено шляхом впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів та проєктами університету. Як таку систему можна застосувати Jira Portfolio Commercial. При використанні комп'ютеризації з'являться нові процеси управління портфелем проєктів. Для низки існуючих в організації процесів вдасться скоротити витрати на оплату праці працівників. Для багатьох процесів вдасться зменшити ризики від невиконання чи недосконалого їх виконання. Впровадження комп'ютеризації управління портфелем проєктів дозволить зменшити витрати на управління на 1,8% і знизити ризики на 49,4%, тобто майже вдвічі.

Ключові слова: портфель проєктів; управління; підхід; вибір; метод; оптимізація; використання.

І. В. КОНОНЕНКО, М. Ф. К. КПОДЖЕДО

МЕТОД ВЫБОРА ПОДХОДА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Управление портфелями проектов в последние десятилетия из эмпирической области превратилось в область с развитыми технологиями управления, в том числе с активным использованием информационных технологий. Созданы ряд стандартов и руководств в области управления портфелем проектов. Разработаны многие десятки специализированных программных средств. Эффект от управления портфелем проектов организации существенно зависит от выбранного подхода к управлению, а также уровня использования возможностей управления портфелем проектов. Уровень использования возможностей управления портфелем проектов – это уровень зрелости организации в данной области. Целью статьи является применение метода выбора подхода к управлению портфелем проектов. В статье предлагается осуществлять выбор подхода к управлению портфелем проектов путем решения двухкритериальной задачи. Первый критерий – риски, присущие этому подходу при управлении портфелем проектов организации в конкретных условиях. Чем меньше эти риски, тем более качественный подход применяется. Второй критерий – затраты на применение оцениваемого подхода. Рассмотрено применение предложенного метода усовершенствования управления портфелем проектов в одном из технических университетов Украины. Оценили риски от невыполнения или несовершенного выполнения процессов управления портфелем в университете. Оценили также существующие расходы по управлению портфелем проектов. Для повышения качества управления в университете целесообразно улучшить выполнение процессов управления портфелем и внедрить те процессы, которые пока не выполняются. Это можно сделать путем внедрения компьютеризированной системы управления портфелем проектов и проектами университета. В качестве такой системы можно использовать Jira Portfolio Commercial. При использовании компьютеризации появятся новые процессы управления портфелем проектов. Для ряда существующих в организации процессов удастся сократить расходы по оплате труда работников. Для многих процессов удастся снизить риски от невыполнения или несовершенного их выполнения. Внедрение компьютеризации управления портфелем проектов позволит снизить затраты на управление на 1,8% и снизить риски на 49,4%, то есть почти вдвое.

Ключевые слова: портфель проектов; управление; подход; выбор; метод; оптимизация; применение.

І. KONONENKO, M. KPODJEDO

APPROACH SELECTION METHOD FOR PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT AND ITS APPLICATION

Project portfolio management has evolved in recent decades from an empirical field to a field with advanced management technologies, including the active use of information technology. A number of standards and guidelines for project portfolio management have been created. Many dozens of specialized software tools have been developed. The effectiveness of an organization's project portfolio management significantly depends on the chosen management approach, as well as the level of use of project portfolio management capabilities. The level of utilization of project portfolio management capabilities is the level of maturity of an organization in this area. The aim of the article is to apply the method of project portfolio management approach selection. The article proposes to carry out the selection of a project portfolio management approach by solving a two-criteria problem. The first criterion is the risks inherent in this approach in the management of the organization's project portfolio under specific conditions. The less these risks, the more qualitative approach is applied. The second criterion - the costs of applying the evaluated approach. The application of the proposed method to improve project portfolio management in one of the technical universities in Ukraine was considered. Risks from non-performance or imperfect performance of portfolio management processes at the university were assessed. We also assessed the existing costs of managing the portfolio of projects. To improve the quality of management at the university, it is advisable to improve the execution of portfolio management processes and implement those processes that are not yet performed. This can be done by implementing a computerized portfolio and project management system for the university. Jira Portfolio Commercial can be used as such a system. With the use of computerization, new

© I. V. Kononenko, M. F. K. Kpodjedo, 2022

processes for project portfolio management will appear. For a number of existing processes in the organization, employee payroll costs will be reduced. For many processes, risks from non-performance or imperfect execution will be reduced. Computerization of project portfolio management will enable to reduce management costs by 1.8% and risks by 49.4%, i.e. almost by half.

Keywords: project portfolio; management; approach; selection; method; optimization; use.

Вступ. Кожне велике і навіть середнє підприємство чи організація стикається з необхідністю управління портфелем проєктів. Це ще більш важливо для проєктно-орієнтованих підприємств чи організацій. Надалі для спрощення використовуватимемо термін організація, маючи на увазі під цим підприємство чи організацію. Впровадження управління портфелем проєктів (project portfolio management або PPM) – це багатоступінний процес. Згідно [1] є 8 ключів до успіху в управлінні портфелем проєктів: 1) прийняти принципи управління портфелем проєктів; 2) вибрати підхід, який відповідає конкретній ситуації; 3) заручитися підтримкою керівництва; 4) встановити управління; 5) створити систему вимірювання вартості; 6) впровадити ефективні процеси; 7) інституціоналізувати основні можливості; 8) слідувати перевірній дорожній карті для впровадження PPM. Дорожня карта залежатиме від особливості ситуації, що склалася у конкретній організації. У багатьох випадках, у відповідності до [2], ефективним є виконання наступних етапів з впровадження: 1) оцінити поточні можливості організації; 2) проаналізувати зацікавлені сторони; 3) сформулювати команди; 4) розробити статут; 5) розробити свій підхід до PPM; 6) провести пілотне тестування підходу; 7) придбати або створити інструмент PPM; 8) розгорнути його; Як впливає з наведеного для впровадження управління портфелем проєктів, надзвичайно важливо прийняти принципи PPM, вибрати підхід, який відповідає конкретній ситуації, впровадити ефективні процеси.

Аналіз стану питання. В даний час відомий ряд підходів до PPM, які викладені у вигляді стандартів або керівництв з PPM [3-6]. Існуючі стандарти та керівництва в галузі управління портфелем проєктів можуть бути орієнтовані на реалізацію проєктів як за умов предиктивних, так і Agile життєвих циклів. Відомі багато десятків програмних засобів, призначених для управління окремими проєктами та портфелем проєктів. Каталог [7] містить інформацію про 94 програмні продукти, призначені для управління портфелем проєктів. За оцінками [8] у топ 20 програмних продуктів для управління портфелем проєктів входять Microsoft Project-PPM, HP PPM, Dassault Systemes 3DEXPERIENCE, Celoxis, SAP Portfolio and Project Management, Portfolio for Jira, VersionOne, Planisware, Clarizen, Sopheon, Primavera, Eclipse PPM, Planview, PDWare, Innotas, Workfront, Gensight, Enrich, BigLever, Corporater.

Ефект від управління портфелем проєктів організації істотно залежить від обраного підходу до управління, а також рівня використання можливостей управління портфелем проєктів. Рівень використання можливостей управління портфелем проєктів – це рівень зрілості організації у цій галузі.

Для оцінювання систем управління портфелем, програмами, проєктами організацій широкого поширення набули моделі зрілості. В даний час існує близько 30-ти таких моделей [9,10]. Серед найбільш поширених слід назвати такі моделі: Organisational Competence Baseline for Developing Competence in Managing by Projects. IPMA (2016); Organizational Project Management Maturity Model (OPM3®) – Third Edition. PMI (2013); Portfolio, Programme & Project Management Maturity Model (P3M3) (Version 1.0), Office of Government Commerce (OGC), Crown, (2006); Project Management Process Maturity Model, University of California, Berkeley; Project Management Maturity Model (PMMM), Harold Kerzner [9].

Під підходом до управління портфелем проєктів розумітимемо методологію управління портфелем проєктів, для якої обрані методи виконання процесів, інструменти, шаблони документів. Відповідно до [11] методологія управління портфелем проєктів – певна та задокументована система принципів, правил, процесів, практик, життєвого циклу, організаційної структури, прописаних ролей, яка забезпечує управління портфелем проєктів в організації. Поняття методологія управління портфелем виділено для позначення принципово важливих складових підходу. Ці складові часто визначаються вибраним стандартом або керівництвом з управління портфелем. У конкретній організації компоненти методології управління доповнюються методами здійснення тих чи інших процесів, інструментами управління портфелем, шаблонами документів. Це доповнення здійснюється з урахуванням особливостей портфеля проєктів організації, кваліфікації команди управління портфелем, програмами та проєктами, факторів внутрішнього та зовнішнього середовища, в якому працює організація.

Актуальним для багатьох організацій є вибір чи корекція підходу до управління портфелем, а також рівня використання можливостей управління портфелем проєктів.

Метою статті є застосування методу вибору підходу до управління портфелем проєктів.

Метод вибору підходу до управління портфелем проєктів.

Вибір підходу до управління портфелем проєктів організації може бути здійснено шляхом використання двох критеріїв: якість управління портфелем проєктів і вартість управління портфелем проєктів. Розглянемо їх докладніше.

Одним з показників, що може характеризувати якість підходу до управління портфелем проєктів, є ризики, властиві цьому підходу під час управління портфелем проєктів організації в конкретних умовах. Чим менші ці ризики, тим якісніший підхід застосовується.

Для оцінювання потенційних ризиків j -го

підходу до управління портфелем проєктів, $j = \overline{1, J}$, J - кількість підходів, що розглядаються, запропоновано скористатися узагальненою таблицею процесів управління портфелем проєктів [12]. Кожна клітина узагальненої таблиці процесів (таблиці 1 і 2) відповідає певній галузі знань та групі процесів управління портфелем проєктів. Вона може містити або не містити процес управління. Кожна така клітина оцінюється з погляду наслідків ризиків, що виникають у разі невиконання процесу, що може бути у цій

клітині. Наслідки потенційних ризиків $s_{jk}, k = \overline{1, K}$, пропонується оцінювати за п'ятибальною шкалою, K - кількість процесів в узагальненій таблиці, $K = 23$. Максимальний бал "5" відповідає максимально негативному наслідку ризику. Може бути прийнята така система оцінювання:

5 балів – катастрофічні наслідки для організації,

4 бали – втрата істотних вигід для організації, яка ускладнить досягнення її стратегічних цілей,

Таблиця 1– Процеси управління портфелем

Області знань	Групи процесів			
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера	Попередній відбір компонентів	Балансування (оптимізація) портфеля	Авторизація компонентів
Стратегічне управління портфелем	1. Розробка і затвердження статуту портфеля	3. Попередній відбір, оцінювання та категоризація компонентів	4. Оптимізація портфеля в межах категорій та всього портфеля	5. Авторизація компонентів
	2. Розробка плану управління портфелем			
Управління ефективністю портфеля	11. Розробка плану управління ефективністю портфеля	12. Оцінювання ефективності потенційних компонентів	-	-
Управління комунікаціями портфеля	14. Розробка плану взаємодії зі стейкхолдерами	15. Обмін інформацією зі стейкхолдерами в процесі попереднього відбору компонентів	16. Обмін інформацією зі стейкхолдерами у процесі оптимізації портфеля	-
Управління ризиком портфеля	21. Розробка плану управління ризиками	22. Оцінювання ризиків потенційних компонентів	-	-

Таблиця 2 – Процеси управління портфелем (закінчення)

Області знань	Групи процесів				Закриття компонентів
	Моніторинг і контроль				
	Облік і прогнозування	Контроль	Аналіз	Прийняття рішень	
Стратегічне управління портфелем	6. Облік та прогнозування виконання портфеля	7. Контроль виконання портфеля	8. Аналіз виконання портфеля	9. Прийняття рішень	10. Закриття компонентів
Управління ефективністю портфеля	13. Моніторинг та управління ефективністю портфеля				-
Управління комунікаціями портфеля	17. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати обліку та прогнозування виконання портфеля	18. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати контролю за виконанням портфеля	19. Обмін інформацією зі стейкхолдерами щодо результатів аналізу виконання портфеля	20. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про прийняті рішення	-
Управління ризиком портфеля	23. Моніторинг та управління ризиками портфеля				-

3 бали – втрата помітних вигід для організації,
 2 бали – втрата вигід, що не вплине на досягнення стратегічних цілей організації,
 1 бал – несуттєва втрата вигід для організації.

У таблицях 3 і 4 наведено оцінки потенційних ризиків, виставлені авторами.

Крім того, виходячи зі знання організації, її стратегії, особливостей середовища оцінюються ймовірності появи цих ризиків $p_{jk}, k = \overline{1, K}$.

Таблиця 3 – Наслідки ризиків, що виникають від невиконання процесу.

Області знань	Групи процесів			
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера	Попередній відбір компонентів	Балансування (оптимізація) портфеля	Авторизація компонентів
Стратегічне управління портфелем	5	4	5	3
	5			
Управління ефективністю портфеля	4	3	-	-
Управління комунікаціями портфеля	5	4	4	-
Управління ризиком портфеля	4	4	-	-

Негативний ризик, пов'язаний з невиконанням процесу управління, передбаченого узагальноною таблицею, оцінюється значенням добутку вірогідності та наслідків ризикової події.

Для підходу, який розглядається, до управління портфелем проєктів заповнюється узагальнена таблиця процесів. Для клітин таблиці, які не містять

процесів управління, визначається добуток ймовірності настання ризикової події на наслідок такої події. Отримані добутки складаються. Якщо клітина таблиці містить процес управління, то $s_{jk}, k = \overline{1, K}$, приймається рівним нулю.

Таблиця 4 – Наслідки ризиків, що виникають від невиконання процесу (закінчення).

Області знань	Групи процесів				Закриття компонентів
	Моніторинг і контроль				
	Облік і прогнозування	Контроль	Аналіз	Прийняття рішень	
Стратегічне управління портфелем	3	3	3	3	3
Управління ефективністю портфеля	4	4	4	4	-
Управління комунікаціями портфеля	4	4	4	4	-
Управління ризиком портфеля	4	4	4	4	-

Якщо в деякій клітині узагальноної таблиці міститься процес управління, але експерти вважають, що в результаті недосконалості даного процесу все

одно зберігається ймовірність виникнення негативних наслідків, то відповідному $s_{jk}, k = \overline{1, K}$ може бути присвоєно ненульове значення. У цьому випадку

оцінюється і ймовірність настання такої ризикової події. В результаті отримуємо оцінку ризику при використанні підходу, який розглядається, до управління портфелем проєктів. Така оцінка не враховує залежності між окремими ризиковими подіями. Тому вона може бути доповнена експертною оцінкою синергетичного ефекту від усієї сукупності ризиків, характерних для підходу, який розглядається. Ця оцінка також має бути отримана як добуток ймовірності синергетичного ефекту на його наслідки. У результаті оцінка ризику при використанні j -го підходу буде рівна

$$R_j = \sum_{k=1}^{K+1} p_{jk} s_{jk}.$$

Друга складова для оцінки підходу до управління портфелем проєктів є витрати C_j на його застосування. При цьому необхідно врахувати витрати на придбання інструментів для його реалізації, до яких належать комп'ютерна техніка, засоби комунікацій, програмні засоби. Слід врахувати витрати на навчання персоналу, а також поточні витрати, пов'язані з експлуатацією вибраних інструментів. Важливою складовою витрат є оплата роботи персоналу, зайнятого виконанням процесів вибраного підходу до управління портфелем проєктів.

Після того, як отримано оцінки ризиків і витрат для альтернативних підходів до управління портфелем проєктів, вирішується двокритеріальне оптимізаційне завдання вибору найбільш відповідного підходу

$$j = \arg \min_j \{R_j, C_j\}_{j=1}^J.$$

Це завдання може враховувати обмеження на допустимі витрати, на час освоєння підходу в організації та інші

$$C_j \leq C_{per},$$

$$T_j \leq T_{per}.$$

Застосування методу вибору підходу до управління портфелем проєктів. Розглянемо застосування запропонованого методу для вдосконалення управління портфелем проєктів в одному з технічних університетів України. Оцінили наслідки та ймовірності ризикових подій від невиконання або недосконалого виконання процесів управління портфелем у цьому університеті. Як базу для порівняння взяли узагальнену таблицю процесів із Узагальненого зводу знань з управління портфелями проєктів. Результати оцінювання представили у таблицях 5 та 6.

Системний ризик управління портфелем проєктів в університеті оцінили як $3 \times 0,6 = 1,8$, де 3 – наслідки від системного ризику, 0,6 – ймовірність його настання.

Прийняли до уваги, що в організації був прийнятий документ, який є аналогом статуту портфеля, тому вважаємо, що процес №1 виконано, витрат на нього немає.

Витрати на виконання процесів управління портфелем проєктів протягом року розраховували в цінах 2021 р. При оцінюванні витрат врахували заробітну плату керівника науково-дослідної частини, співробітників цього підрозділу, а також відповідні податки. Саме цей колектив здійснює управління портфелем проєктів в університеті. Для кожного процесу оцінювали, скільки працівників та скільки днів зайнято його виконанням. Витрати в тисячах грн. та ризики для існуючої методології управління портфелем проєктів представили в таблицях 7 та 8.

Таблиця 5 – Наслідки та ймовірності ризикових подій від невиконання або недосконалого виконання процесів управління портфелем

Області знань	Групи процесів							
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера		Попередній відбір компонентів		Балансування (оптимізація) портфеля		Авторизація компонентів	
Стратегічне управління портфелем	-	-	3	0,7	3	0,7	-	-
	3	0,7						
Управління ефективністю портфеля	4	0,7	2	0,6	-	-	-	-
Управління комунікаціями портфеля	3	0,8	3	0,8	4	0,8	-	-
Управління ризиком портфеля	4	0,6	4	0,6	-	-	-	-

Таблиця 6 – Наслідки та ймовірності ризикових подій від невиконання або недосконалого виконання процесів управління портфелем (закінчення).

Області знань	Групи процесів									
	Моніторинг і контроль								Закриття компонентів	
	Облік і прогнозування		Контроль		Аналіз		Прийняття рішень			
Стратегічне управління портфелем	-	-	-	-	2	0,7	2	0,7	2	0,7
Управління ефективністю портфеля	3				0,7				-	-
Управління комунікаціями портфеля	2	0,8	2	0,8	2	0,8	3	0,9	-	-
Управління ризиком портфеля	4				0,6				-	-

Таблиця 7 – Витрати у тисячах грн. та ризики для існуючої методології управління портфелем проєктів

Області знань	Групи процесів							
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера		Попередній відбір компонентів		Балансування (оптимізація) портфеля		Авторизація компонентів	
Стратегічне управління портфелем	-	-	38,5	2,1	27,5	2,1	16,5	-
	16,5	2,1						
Управління ефективністю портфеля	-	2,8	82,5	1,2	-	-	-	-
Управління комунікаціями портфеля	5,5	2,4	5,5	2,4	-	3,2	-	-
Управління ризиком портфеля	-	2,4	-	2,4	-	-	-	-

Таблиця 8 – Витрати у тисячах грн. та ризики для існуючої методології управління портфелем проєктів (закінчення)

Області знань	Групи процесів									
	Моніторинг і контроль								Закриття компонентів	
	Облік і прогнозування		Контроль		Аналіз		Прийняття рішень			
Стратегічне управління портфелем	27,5	-	27,5	-	16,5	1,4	16,5	1,4	16,5	1,4
Управління ефективністю портфеля	60,5				2,1				-	-
Управління комунікаціями портфеля	16,5	1,6	16,5	1,6	16,5	1,6	16,5	2,7	-	-
Управління ризиком портфеля	-				2,4				-	-

Загалом на управління портфелем витрачається 423,5 тис. грн. на рік, сумарний ризик від невиконання чи недосконалого виконання процесів оцінюється у 39,3 одиниці. До цього значення необхідно додати

системний ризик, що дорівнює 1,8 одиниць. У результаті одержуємо оцінку ризику 41,1 одиниць. При розрахунках не враховано роботу бухгалтерії. Роботу з подання заявок на фінансування з бюджету та різних фондів – так само не враховано.

Для підвищення якості управління портфелем проєктів в університеті доцільно покращити виконання процесів управління портфелем та впровадити ті процеси, які поки що не виконуються. Це може бути зроблено шляхом впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів та проєктами університету. Як таку систему можна застосувати Jira Portfolio Commercial [13]. При використанні комп'ютеризації з'являться такі нові процеси управління портфелем проєктів (нумерація відповідає прийнятій в узагальненій таблиці процесів управління портфелем проєктів): 11. Розробка плану управління ефективністю портфеля, 16. Обмін інформацією зі стейкхолдерами у процесі оптимізації портфеля, 21. Розробка плану управління ризиками, 22. Оцінювання ризиків потенційних компонентів 23. Моніторинг та управління ризиками портфеля. Для існуючих в організації процесів управління портфелем проєктів: 6. Облік та прогнозування виконання портфеля, 7. Контроль виконання портфеля, 13. Моніторинг та управління ефективністю портфеля, 17. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати обліку та прогнозування виконання портфеля, 18. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати контролю за виконанням портфеля, 19. Обмін інформацією зі стейкхолдерами щодо результатів

аналізу виконання портфеля, 20. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про прийняті рішення вдається скоротити витрати на оплату праці працівників. Для процесів: 2. Розробка плану управління портфелем, 11. Розробка плану управління ефективністю портфеля, 13. Моніторинг та управління ефективністю портфеля, 14. Розробка плану взаємодії зі стейкхолдерами, 15. Обмін інформацією зі стейкхолдерами в процесі попереднього відбору компонентів, 16. Обмін інформацією зі стейкхолдерами у процесі оптимізації портфеля, 17. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати обліку та прогнозування виконання портфеля, 18. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про результати контролю за виконанням портфеля, 19. Обмін інформацією зі стейкхолдерами щодо результатів аналізу виконання портфеля, 20. Обмін інформацією зі стейкхолдерами про прийняті рішення, 21. Розробка плану управління ризиками, 22. Оцінювання ризиків потенційних компонентів, 23. Моніторинг та управління ризиками портфеля вдається зменшити ризики від невиконання чи недосконалого виконання процесів управління портфелем в університеті.

При впровадженні комп'ютеризації підвищиться якість управління портфелем проєктів, що має відбитися у зниженні ризиків від невиконання або недосконалого виконання процесів управління. Зазнають змін і витрати на управління. Оцінки наслідків та ймовірностей ризикових подій в результаті впровадження комп'ютеризації показані в таблицях 9 та 10.

Таблиця 9 – Наслідки та ймовірності ризикових подій після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем

Області знань	Групи процесів							
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера		Попередній відбір компонентів		Балансування (оптимізація) портфеля		Авторизація компонентів	
Стратегічне управління портфелем	-	-	3	0,7	3	0,7	-	-
	2	0,5						
Управління ефективністю портфеля	2	0,4	2	0,6	-	-	-	-
Управління комунікаціями портфеля	1	0,6	1	0,6	2	0,6	-	-
Управління ризиком портфеля	2	0,5	2	0,5	-	-	-	-

Витрати на заробітну плату працівників, зайнятих управлінням портфелем проєктів (з урахуванням податків), а також ризики,

що супроводжують це управління після впровадження комп'ютеризації, представлені в таблицях 11 і 12.

Таблиця 10 – Наслідки та ймовірності ризикових подій після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем (закінчення)

Області знань	Групи процесів									
	Моніторинг і контроль								Закриття компонентів	
	Облік і прогнозування		Контроль		Аналіз		Прийняття рішень			
Стратегічне управління портфелем	-	-	-	-	2	0,7	2	0,7	2	0,7
Управління ефективністю портфеля	2				0,5				-	-
Управління комунікаціями портфеля	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	-	-
Управління ризиком портфеля	2				0,5				-	-

Таблиця 11 – Витрати в тисячах грн. та ризики після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем

Області знань	Групи процесів							
	Визначення цілей і критеріїв, принципів управління, методів досягнення цілей, ресурсів та призначення портфельного менеджера		Попередній відбір компонентів		Балансування (оптимізація) портфеля		Авторизація компонентів	
Стратегічне управління портфелем	16,5	1	38,5	2,1	27,5	2,1	16,5	-
Управління ефективністю портфеля	5,5	0,8	82,5	1,2	-	-	-	-
Управління комунікаціями портфеля	5,5	0,6	5,5	0,6	5,5	1,2	-	-
Управління ризиком портфеля	5,5	1	5,5	1	-	-	-	-

Таблиця 12 – Витрати в тисячах грн. та ризики після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем (закінчення)

Області знань	Групи процесів									
	Моніторинг і контроль								Закриття компонентів	
	Облік і прогнозування		Контроль		Аналіз		Прийняття рішень			
Стратегічне управління портфелем	5,5	-	5,5	-	16,5	1,4	16,5	1,4	16,5	1,4
Управління ефективністю портфеля	27,5				1				-	-
Управління комунікаціями портфеля	5,5	0,5	5,5	0,5	5,5	0,5	5,5	0,5	-	-
Управління ризиком портфеля	22				1				-	-

Після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів витрати на виконання процесів управління портфелем у вигляді заробітної плати працівників складуть 346,5 тис. грн (у цінах 2021 року). Вартість придбання ліцензії на програмний продукт Jira Portfolio Commercial 500 Users (Atlas15448040) складає 346,64 тис. грн. [13]. Припускаємо, що будемо користуватися продуктом 5 років. В результаті витрати на програмне забезпечення на один рік дорівнюватимуть 69,328 тис. грн. Загальні витрати на придбання програмного продукту та виконання процесів управління портфелем проєктів становитимуть 415,828 тис. грн. на рік.

Сумарний ризик від невиконання чи недосконалого виконання процесів після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів оцінюється у 19,8 одиниці. До цього значення необхідно додати системний ризик.

Системний ризик після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів оцінили як $2 \times 0,5 = 1$, де 2 – наслідки від системного ризику, 0,5 – ймовірність його наступу. Таким чином, системний ризик після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів зменшиться.

Загальна оцінка ризику під час управління портфелем проєктів після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів становитиме 20,8 одиниці, що значно менше, ніж до впровадження системи.

Зіставлення існуючої системи управління портфелем проєктів та комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів показало, що для існуючої системи витрати дорівнюють 423,5 тис. грн. на рік, сумарний ризик від невиконання або недосконалого виконання процесів з урахуванням системного ризику становить 41,1 одиниці. Після впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів сумарні витрати на виконання процесів управління портфелем складуть 415,828 тис. грн. на рік. Сумарний ризик від невиконання чи недосконалого виконання процесів з урахуванням системного ризику становитиме 20,8 одиниці. Таким чином, впровадження комп'ютеризації управління портфелем проєктів даної організації дозволить зменшити витрати на управління на 1,8% і знизити ризику на 49,4%, тобто майже вдвічі.

Висновки. Постановка управління портфелем проєктів в організації вимагає вибору підходу для виконання цієї складної та відповідальної функції. Поняття підходу включає принципи, правила, процеси, практики, життєвий цикл, організаційну структуру, прописані ролі, які доповнюються інструментами та методами здійснення процесів, шаблонами документів. Мета статті полягала у застосуванні в технічному університеті методу вибору підходу до управління портфелем проєктів.

При виборі підходу до управління портфелем проєктів організації доцільно враховувати якість

управління портфелем проєктів і вартість цього управління. Якість управління портфелем проєктів можна оцінити ризиками, властивими даному підходу під час управління портфелем проєктів організації у конкретних умовах. Зменшення ризиків свідчить про підвищення якості управління. Запропоновано метод вибору підходу для управління портфелем проєктів. В основу методу покладено узагальнену таблицю процесів, в якій проставлено наслідки ризикових подій, пов'язаних з невиконанням кожного з процесів. Для всіх ризикових подій робляться оцінки ймовірностей їхнього наступу. Оцінюється також синергетичний ефект від усієї сукупності ризиків, характерних для аналізованого підходу, та його ймовірність. Оцінку ризику під час використання аналізованого підходу отримуємо як суму добутків ймовірностей ризикових подій та їхніх наслідків. В результаті вибираємо той підхід, для якого ризику та витрати будуть меншими.

Запропонований метод застосовано для вдосконалення управління портфелем проєктів в одному з технічних університетів України.

Оцінили наслідки та ймовірності ризикових подій від невиконання або недосконалого виконання процесів управління портфелем у цьому університеті.

Для підвищення якості управління портфелем проєктів в університеті доцільно покращити виконання процесів управління портфелем та впровадити ті процеси, які поки що не виконуються. Це може бути зроблено шляхом впровадження комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів та проєктами університету. Як основу такої системи можна застосувати Jira Portfolio Commercial. При використанні комп'ютеризації з'являться п'ять нових процесів управління портфелем проєктів. Для семи існуючих в організації процесів управління портфелем проєктів вдасться скоротити витрати на оплату праці працівників. Для тринадцяти процесів вдасться зменшити ризику від невиконання чи недосконалого їх виконання.

Впровадження комп'ютеризації управління портфелем проєктів дозволить зменшити витрати на управління на 1,8% і знизити ризику на 49,4%.

Список літератури

1. Miley W. (Lee) Merkhofer. URL: <https://www.prioritysystem.com/implementingppm.html> (accessed 16.02.2022).
2. Miley W. (Lee) Merkhofer. URL: <https://www.prioritysystem.com/implementingppm4.html> (accessed 16.02.2022).
3. *The standard for portfolio management*. 4th edn. PMI, 2017.
4. *Management of Portfolios*. AXELOS, 2011.
5. *ISO 21504: 2015*. Project, programme and portfolio management – Guidance on portfolio management.
6. *ГОСТ Р 54870 — 2011. Проектный менеджмент*. Москва: Стандартинформ, 2019.
7. *Trust Radius*. URL: <https://www.trustradius.com/project-portfolio-management-ppm?o=positive> (accessed 16.02.2022).
8. *PAT Research*. URL: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-project-portfolio-management-ppm-software/> (accessed 16.02.2022).
9. Kerzner H. *Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management*. Third Edition. Wiley, 2019.

10. Rusjakova M.S. Review of modern models for evaluating the maturity of project management. *Molodoj uchjonyj*. 2014. №11 (70). C. 230-236.
11. Kononenko I.V. Kpodzhedo M.F.K. Organization's project portfolio management processes. *Upravlinnya proyektamy`: stan ta perspekty`vy`: materialy` XV Mizhnarodnoi naukovoprakty`chnoyi konferenciyi.10-13 veresnya 2019. My`kolayiv: NUK [Project management: status and prospects: materials of the XV International scientific-practical conference*. September 10-13, 2019. Mykolaiv: NUS]. Mykolaiv, NUS, 2019. pp. 34-35.
12. Kononenko, I., Kpodjedo, M. The Basics of the Project Portfolio Management Generalized Body of Knowledge. Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021), Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 16-18, 2021. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org). 2021. Vol-2851. P. 271-282.
13. SoftOnline. URL: <https://softonline.com.ua/catalog/atlassian/> (accessed 03.04.2021).
6. GOST R 54870 Proektnyyi menedzhment [State Standard P 54870 — 2011 Project management Moscow, Standartinform Publ., 2019.
7. *Trust Radius*. Available at: <https://www.trustradius.com/project-portfolio-management-ppm?o=positive> (accessed 16.02.2022).
8. *PAT Research*. Available at: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-project-portfolio-management-ppm-software/> (accessed 16.02.2022).
9. Kerzner H. Using the Project Management Maturity Model. *Strategic Planning for Project Management*. Third Edition. Wiley, 2019.
10. Rusjakova M.S. Obzor sovremennyh modelej ocenki zrelosti upravlenija proektami [Review of modern models for evaluating the maturity of project management]. *Molodoj uchjonyj* [Young scientist]. 2014. №11 (70). C. 230-236.
11. Kononenko I.V. Kpodzhedo M.F.K. Processy upravlenija portfelem proektov organizacii [Organization's project portfolio management processes]. *Upravlinnya proyektamy`: stan ta perspekty`vy`: materialy` XV Mizhnarodnoi naukovoprakty`chnoyi konferenciyi.10-13 veresnya 2019. My`kolayiv: NUK [Project management: status and prospects: materials of the XV International scientific-practical conference*. September 10-13, 2019. Mykolaiv: NUS]. Mykolaiv, NUS, 2019. pp. 34-35.
12. Kononenko, I., Kpodjedo, M. The Basics of the Project Portfolio Management Generalized Body of Knowledge. Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021), Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 16-18, 2021. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org). 2021. Vol-2851. P. 271-282.
13. *SoftOnline*. Available at: <https://softonline.com.ua/catalog/atlassian/> (accessed 03.04.2021).

References (transliterated)

1. Miley W. (Lee) Merkhofer. Available at: <https://www.prioritysystem.com/implementingppm.html> (accessed 16.02.2022).
2. Miley W. (Lee) Merkhofer. Available at: <https://www.prioritysystem.com/implementingppm4.html> (accessed 16.02.2022).
3. *The standard for portfolio management*. 4th edn. PMI, 2017.
4. *Management of Portfolios*. AXELOS, 2011.
5. *ISO 21504: 2015*. Project, programme and portfolio management — Guidance on portfolio management.
6. *SoftOnline*. Available at: <https://softonline.com.ua/catalog/atlassian/> (accessed 03.04.2021).

Надійшла (received) 25.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Кононенко Ігор Володимирович (Kononenko Igor Vladimirovich, Kononenko Igor) – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", професор кафедри стратегічного управління, м. Харків, Україна, запрошений дослідник, West University of Timișoara, Timișoara, Romania, e-mail: igorvkononenko@gmail.com, igor.kononenko@e-uvt.ro; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1218-2791>

Кподжедо Максимільєн Франсис Коффі (Kpodzhedo Maximilien Francis Koffi) – Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", аспірант кафедри стратегічного управління, м. Харків, Україна, e-mail: mkpodjedo@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6675-871X>

О. В. МАЛЄЄВА, Д. П. ЛИТВИНЕНКО

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ УЧАСНИКІВ ПРОЄКТУ

Предметом дослідження є комунікаційні процеси учасників інфраструктурного проєкту. Мета – розробити системну модель комунікаційних процесів для формалізованого подання взаємодій між командою проєкту та його стейкхолдерами в умовах віртуального офісу. Методи дослідження: системний аналіз, теоретико-множинні моделі. Задачі дослідження: надати визначення основних понять в області управління комунікаціями, провести класифікацію видів комунікацій, провести аналіз існуючих моделей комунікацій, розробити теоретико-множинну системну модель комунікаційних процесів учасників проєкту. Результати: проведено аналіз комунікаційних процесів в управлінні проєктами. Показано важливість комунікаційних процесів, їх взаємозв'язок з учасниками проєкту і роль при виконанні цих проєктів. Наведено визначення процесу комунікацій, а також його зміст. Визначено основні процеси комунікацій в проєкті, необхідні для забезпечення своєчасного й коректного формування, збирання, розподілу і зберігання інформації за проєктом. Проведено класифікацію процесів комунікацій з урахуванням системи управління проєктом. Визначено стадії управління комунікаціями в проєкті та види централізованих та децентралізованих комунікативних структур. Розглянуто основні лінійні й нелінійні моделі процесу комунікацій в проєктах. Виконано аналіз формального подання й моделювання процесів комунікацій. Запропоновано системну модель комунікаційного процесу у вигляді трьох складових. Модель протоколу комунікаційного процесу характеризує послідовність комунікативних актів і складається з множини вершин – актів комунікації і множини ребер, що характеризують можливість переходу від поточного акту до наступного. Висновки: Формалізоване подання комунікаційного процесу у вигляді системної моделі дозволить виконувати задачі оптимізації часу та підвищення безпеки обміну інформацією в умовах віртуального офісу. Слід враховувати наявність специфічних робіт та комунікацій у загальному комплексі проєктних завдань, для реалізації яких необхідна одночасна участь як виконавців так і стейкхолдерів.

Ключові слова: процеси комунікацій; учасники проєкту; системна модель; вид комунікацій; модель протоколу.

О. В. МАЛЄЄВА, Д. П. ЛИТВИНЕНКО

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА

Предметом исследования являются коммуникационные процессы участников инфраструктурного проекта. Цель – разработать системную модель коммуникационных процессов для формализованного представления взаимодействий между командой проекта и его стейкхолдерами в условиях виртуального офиса. Методы исследования: системный анализ, теоретико-множественные модели. Задачи исследования: дать определение основных понятий в области управления коммуникациями, провести классификацию видов коммуникаций, провести анализ существующих моделей коммуникаций, разработать теоретико-множественную системную модель коммуникационных процессов участников проекта. Результаты: проведен анализ коммуникационных процессов в управлении проектами. Показана значимость коммуникационных действий, их взаимосвязь с участниками проекта и роль при выполнении этих проектов. Приведены определения процесса коммуникаций, а также его содержание. Определены основные процессы коммуникаций в проекте, необходимые для обеспечения своевременного и корректного формирования, сбора, распределения и хранения информации по проекту. Проведена классификация процессов коммуникаций с учетом системы управления проектом. Определены стадии управления коммуникациями в проекте и виды централизованных и децентрализованных коммуникативных структур. Рассмотрены основные линейные и нелинейные модели коммуникаций в проектах. Произведен анализ формального представления и моделирования процессов коммуникаций. Предложена системная модель коммуникационного процесса в виде трех составляющих. Модель протокола коммуникационного процесса характеризует последовательность коммуникативных актов и состоит из множества вершин – актов коммуникации и множества ребер, характеризующих возможность перехода от текущего акта к следующему. Выводы: Формализованное представление коммуникационного процесса посредством системной модели позволит выполнять задачи оптимизации времени и повышения безопасности обмена информацией в условиях виртуального офиса. Следует учитывать наличие специфических работ и коммуникаций в общем комплексе проектных задач, для реализации которых необходимо одновременное участие как исполнителей, так и стейкхолдеров.

Ключевые слова: процессы коммуникаций; участники проекта; системная модель; вид коммуникаций; модель протокола.

О. МАЛЫЄЄВА, Д. ЛИТВИНЕНКО

SYSTEM MODEL OF COMMUNICATION PARTICIPANTS' COMMUNICATION PROCESSES

The subject matter of the article is the stakeholder's communication processes of infrastructure development projects. The goal is to develop a formalized systemic model of the communication processes interaction between project stakeholders and project team in a virtual office environment. The following methods are applied: systemic analysis, set-theoretic models. The article solves the following problem: the basic communication management terms defined, the communication types defined, existing communication models analyzed, stakeholders communication processes set-theoretic systematic model developed. The following results are obtained: project management communication processes were analyzed; the project communication processes between stakeholder's importance was demonstrated; communication process content and term were defined; fundamental project communication processes, that are necessary for the timely and correct project data generation, collecting, distribution and saving, were defined; project communication processes were classified, by assessing existing project management systems; project communication management stages and centralized/decentralized communication structure types were defined; fundamental linear/non-linear project communication processes were examined; communication processes modeling and formal application were analyzed; 3-component communication system model was proposed; proposed communication model characterized the communication act sequence and consist of a set of vertices - communication acts and connecting edge set, what shows the ability to move from current act to the next one. Conclusions: Formalized communication model as a system model gives the ability to solve the time optimization and security problems of the project virtual offices. Particular activities and communications of the general project tasks set, where the project team and other stakeholders simultaneous cooperation is required, should be taken into account.

Keywords: communication processes; project participants; system model; type of communication; protocol model.

Вступ. Вступ. Одна з головних характерних проблем сучасного управління проєктами – це

вирішення питання децентралізованого управління інфраструктурними проєктами в умовах віртуального офісу, яке було б ефективним з точки зору процесів обміну інформацією [1, 2].

При збільшенні кількості віддалених користувачів та збільшення масштабів систем комунікацій та обробки даних одночасно падає і їх надійність. Така ситуація вимагає виправлення та впровадження нових систем та моделей, які б працювали на принципах децентралізації, були достатньо надійними та компоненти яких могли б підтримувати значну автономність.

Огляд існуючих публікацій. Важливість управління комунікаціями в межах галузі була описана як ключова у ряді досліджень [3 - 5], а слабка комунікація часто визначається як основний фактор провалів у інфраструктурних проєктах [6]. Одним з найважливіших та найпоширеніших методів обміну інформацією між стейкхолдерами залишаються контракти, специфікації, звіти, розклади, розрахунки, схеми, фотографії, адженди та задокументовані результати зустрічей [7, 8]. Стандартизація, вільний доступ та захист від змін грає важливу роль для побудови стійких та надійних комунікацій.

Більшість стандартів приділяють комунікативним процесам значну увагу [9, 10] та наголошують, що керівник проєкту проводить більшу частину свого робочого часу саме у комунікації з стейкхолдерами проєкту та в управлінні процесами комунікації [11, 12]. Вагомий внесок у дослідження та розробку сучасних моделей комунікації у галузі управління проєктами зроблено Бушуєвим С. Д. [13]. Комунікації в команді проєкту досліджувались у роботах [14, 15]. Моделювання комунікаційних процесів, оцінювання якості та значимості комунікації розглядалися в роботах [16, 17].

Загальним недоліком існуючих моделей є те, що вони мають якісний, а не кількісний характер, а також не відображають очевидну залежність трудомісткості виконуваних робіт від процесів комунікації, необхідних для їх здійснення. Більше того, галузь відчуває потребу у розробці нових моделей, які б відповідали сучасним реаліям та потребам, що б дозволили удосконалити наявні процеси та зробити процес комунікації надійнішим та більш успішним.

Мета статті. Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що недостатньо уваги приділено формалізації подання та дослідження елементів комунікаційних процесів. Тому метою статті є розробка системної моделі комунікаційних процесів для формалізованого опису взаємодій між командою проєкту та його стейкхолдерами в умовах віртуального офісу. Для її досягнення було поставлено наступні завдання: надати визначення основних понять в області управління комунікаціями, провести класифікацію видів комунікацій, провести аналіз існуючих моделей комунікацій, розробити системну модель комунікаційних процесів учасників проєкту.

Виклад основного матеріалу. Термін комунікація у галузі управління проєктами має широке значення і часто включає в себе усю можливу передачу, обмін та публікацію інформації, яка цікава та корисна учасникам проєкту. Така передача чи обмін може бути здійснена різними способами, від персональних зустрічей один на один чи спільних нарад до публікації інформації у відкритих джерелах для вільного ознайомлення усім бажаючим.

Комунікація – це зв'язок між комунікантом і реципієнтом, при якому здійснюється передача деякого об'єкта (комунікату) по реальному або уявному каналу. Комунікація (у діяльнісному підході) – це спільна діяльність учасників комунікації (комунікаторів), у ході якої виробляється загальний погляд на речі і дії з ними.

Управління комунікаціями містить п'ять стадій:

- створення на ранніх фазах проєкту концепції управління комунікаціями;
- планування комунікацій – визначення інформаційних і комунікаційних потреб;
- аналіз комунікацій при виконанні проєкту;
- завершення управління комунікаціями;
- ухвалення рішення про подальше використання засобів комунікацій проєкту.

Комунікації в проєкті належать до типу групових комунікацій, в яких інформація поширюється за комунікативними мережами. Ці мережі бувають централізованими й децентралізованими.

У централізованих мережах переважно одна людина (або група – команда управління проєктом) поширює навколо себе важливу для групи інформацію. Централізовані комунікативні мережі бувають таких видів:

- фронтальна – учасники не вступають в контакт, але знаходяться в полі зору один одного;
- радіальна – вся інформація передається членам групи тільки через центральну особу;
- ієрархічна – структура з двома та більше рівнями супідрядності членів групи.

У децентралізованих мережах учасники (стейкхолдери проєкту) є рівними, кожен з них може приймати, переробляти, передавати інформацію й прямо спілкуватися з рештою учасників мережі.

Види децентралізованих структур:

- ланцюжок – інформація передається послідовно від одного члена групи до іншого;
- кругова – однакові можливості мають в своєму розпорядженні всі члени групи;
- повна – відсутні перешкоди для вільного спілкування й передавання інформації.

Вибір тієї або іншої комунікативної мережі залежить від виду і цілей взаємодії.

Все різноманіття процесів проєктних комунікацій можна поділити на сім типів (рис. 1).

Управління комунікаціями в проєкті містить процеси, необхідні для забезпечення своєчасного й коректного формування, збирання, розподілу і зберігання інформації за проєктом.

Комунікаційний процес – це процес передавання інформації від однієї людини до іншої або між

групами людей за різними каналами і за допомогою різних комунікативних засобів. Процес може набувати різних форм залежно від кількості учасників, цілей сторін, що беруть участь у ньому, використовуваних каналів, засобів, стратегій тощо.

Модель комунікації відтворює складові елементи й функціональні характеристики комунікаційного процесу у вигляді схеми. Все різноманіття моделей процесу комунікацій в проєктах можна умовно поділити на дві групи: лінійні й нелінійні моделі.

Серед лінійних моделей слід виділити «лінії Лассуела», що пояснюють саме поняття комунікації та її структуру. Виокремивши п'ять основних компонентів комунікації у вигляді питань (Хто? Що говорить? Як? Кому? З яким ефектом?), Лассуелл описує рівні аналізу комунікації.

Модель Шеннона-Уївера є лінійною моделлю за логікою розгортання, що складалася з таких елементів, як передавач, отримувач, повідомлення, сигнали та джерело шуму.



Рис. 1. Класифікація типів комунікацій

Математична теорія зв'язку Шеннона абстрагується від змісту переданої інформації, зосереджуючись цілком на її кількості, вимірюючи кількість переданих сигналів. Модель має ряд обмежень: вона механістична – відображає переважно технічні способи комунікації; комунікаційний процес у даній моделі є лінійним, односпрямованим, зворотний зв'язок відсутній.

Семіотична модель комунікацій М. де Флер виходить з того, що в процесі будь-якої інформаційної взаємодії відбувається перетворення інформаційного інваріанта з його прагматичного аспекту (відношення інформація–суб'єкт–комунікант) в семантичний аспект (відношення інформація–предметна область), а потім в синтаксичний (середовище передавання–інформація). Вводиться поняття зворотного зв'язку, який дає можливість збільшити відповідність між відправленим і прийнятим значеннями.

В реалії комунікація є складною багаторівневою і не завжди послідовною дією суб'єктів, що обмінюються інформацією.

Модель Ньюкомба описує відносини між учасниками комунікації та об'єктом комунікації. Ураховує вплив відносин кожної сторони трикутника на характер та результат комунікаційного процесу.

Осгуд та Шрамм запропонували модель комунікації, що має циркуляційний характер, де комунікація розглядається як безперервний цикл, що відбувається між сторонами комунікації і складється з отримання, відправлення, кодування та декодування інформації.

В циркуляційній моделі комунікації Р. Малецке людина одночасно виступає і як джерело, і як одержувач інформації. Велике значення приділяється принципу детермінізму: унікальне поєднання чинників, що склалося в даний момент у ланці комунікатора, породжує чітко задану комунікативну поведінку, яка накладається на ситуацію в ланці одержувача і приводить до закономірних передбачених наслідків. Передбачуваність – цінна якість моделі, що дозволяє прогнозувати результат комунікативної ситуації і управляти нею.

Системна модель комунікаційного процесу – це формальне подання взаємодії учасників проєкту, що враховує адміністративні відносини підлеглості учасників процесу комунікації, виконувани ролі в цьому процесі, цілі й способи їхнього здійснення [18].

Системну модель комунікаційного процесу можна подати у вигляді трьох складових:

$$SMCP = \langle CSP, OSP, GMP \rangle, \quad (1)$$

де CSP – суб'єкти комунікації, OSP – об'єкти комунікації, GMP – протокол процесу комунікацій.

Суб'єкти комунікації – комуніканти, активні учасники комунікаційного процесу, які взаємодіють під час цього процесу. Об'єкти комунікацій – вхідні, проміжні й вихідні продукти інформаційної взаємодії учасників комунікацій.

Протокол комунікаційного процесу у вигляді орграфу характеризує послідовність комунікативних актів і складається з множини вершин – актів комунікації і множини ребер, що характеризують можливість переходу від поточного i -го акту KA_i до наступного j -го акту KA_j при настанні певної події $Ev(KA_i)$ для поточного акту, $i, j = \overline{1, n}$ (n – кількість об'єктів комунікацій):

$$GMP = \left\langle \{KA\}, \left\{ \langle KA_i, KA_j, Ev(KA_i) \rangle \right\} \right\rangle. \quad (2)$$

Подія може бути однією з трьох типів:

- внутрішня – завершення поточного комунікативного акту з певним результатом;
- зовнішня, що приводить до переходу після нормального завершення поточного комунікативного акту;
- зовнішня, що перериває поточний комунікативний акт і приводить до негайного переходу до наступного акту.

Елементарний комунікативний акт взаємодії можна формально подати у вигляді

$$KA = \langle CSP_{KA}, OSP_{KA}, \overline{KA} \rangle, \quad (3)$$

де \overline{KA} – тип комунікативного акту; CSP_{KA} – множина суб'єктів, учасників комунікативного акту; $N = \|CSP_{KA}\|$ – кількість його учасників; $OSP_{KA} \subset OSP$ – підмножина всіх об'єктів комунікаційного процесу.

Комунікативний процес складається з декількох комунікативних актів:

$$KP = \begin{cases} GMP, \|\{KA\}_{GMP}\| > 1, \\ \langle CSP_{KA}, OSP_{KA}, \overline{KA} \rangle, GMP \equiv \langle KA, \emptyset \rangle \end{cases}. \quad (4)$$

Для суб'єктів, учасників комунікативного акту, прийmemo

$$\forall CSP_i, CSP_i \in CSP_{KA} / CSP_i = \langle RCP_i, RP_i, S_{CSP_i}, F_{CSP_i} \rangle, \quad (5)$$

де RP_i – роль учасника комунікативного акту в проекті, RCP_i – роль учасника в самому акті; S_{CSP_i}, F_{CSP_i} – час початку та завершення комунікації.

Тип комунікативного акту – це послідовність

$$\overline{KA} = \langle FC, ME \rangle, \quad (6)$$

де FC – комунікативна функція, ME – спосіб обміну інформацією.

Залежно від типу комунікативного акту визначаються обмеження часу початку й завершення комунікації. Так, у мовленнєвих комунікаціях, коли комуніканти беруть участь в акті одночасно:

$$\forall CSP_j \in CSP_{KA} / S_{CSP_j} = S_{CSP_j} \cup F_{CSP_j} = F_{CSP_j}. \quad (7)$$

У письмових комунікативних актах вважатимемо, що вся множина комунікантів може бути поділена на дві підмножини – відправники і одержувачі: $CSP_{KA} = CSP_{KA_{SEND}} \cup CSP_{KA_{REC}}$.

У результаті функцію витрат часу на комунікації в процесі виконання роботи в проекті визначимо як суму двох доданків, що характеризують витрати часу на процеси комунікацій, що ініціюються за часом (наприклад, оперативні наради) і подією (звіти, огляди тощо):

$$\begin{aligned} Com_w(N_w, \tau_w) &= \\ &= \sum_{SMCP_h} \left(\frac{\tau_w}{\tau_{C_w}} \sum_{KA_n} \left(\sum_{CSP_k \in CSP_{KA_n}} (F_{CSP_k} - S_{CSP_k}) \right) \right) + \quad (8) \\ &+ \sum_{SMCP_s} \left(\sum_{KA_n} \left(\sum_{CSP_k} (F_{CSP_k} - S_{CSP_k}) \right) \right), \end{aligned}$$

де N_w – кількість учасників роботи в проекті; τ_w – тривалість роботи w ; $SMCP_h, SMCP_s$ – комунікаційні процеси, що ініціюються за часом і подією відповідно;

τ_{C_w} – інтервал часу між комунікативними процесами роботи w ; k – учасник комунікативного акту з множини n .

Висновки. В статті проведено аналіз комунікаційних процесів в управлінні проектами. Показано важливість комунікаційних процесів, їх взаємозв'язок з учасниками проекту і роль при виконанні цих проектів. Наведено визначення процесу комунікацій і його зміст. Проведено класифікацію процесів комунікацій з урахуванням системи управління проектом. Виконано аналіз формального подання й моделювання процесів комунікацій.

Формалізоване подання комунікаційного процесу дозволить виконувати задачі оптимізації часу та підвищення безпеки обміну інформацією в умовах віртуального офісу. Слід враховувати наявність специфічних робіт (комунікацій) у загальному комплексі проектних задач, для реалізації яких необхідна одночасна участь як виконавців так і стейкхолдерів, не обов'язково безпосередньо пов'язаних за своїми виконуваними ролями.

Список літератури

1. Pakhale P. D., Pal A. Digital project management in infrastructure project: a case study of Nagpur Metro Rail Project. *Asian Journal of Civil Engineering*. 2020. Vol. 21. P. 639–647. DOI: 10.1007/s42107-020-00224-4.
2. Ikediashi D. I., Ogunlana S. O., Alotaibi A. Analysis of project failure factors for infrastructure projects in Saudi Arabia: a multivariate approach. *Journal of Construction in Developing Countries*. 2014. Vol. 19. P. 35–52.
3. Cervone H. F. Effective communication for project success. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*. 2014. Vol. 30. No. 2. P. 74–77. doi.org/10.1108/OCLC-02-2014-0014
4. Cervone Turner J. R., Müller R. Communication and Cooperation on Projects Between the Project Owner As Principal and the Project Manager as Agent. *European Management Journal*. 2004. Vol. 22, Issue 3. Pp. 327–336. doi.org/10.1016/j.emj.2004.04.010
5. Cervone Vanita A., Priyadarshini Sh. *Effective Communication Management for Urban Infrastructure Projects. Project Management National Conference, India*. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/282439575_Effective_Communication_Management_for_Urban_Infrastructure_Projects – Дата звертання : 19.11.2021.
6. *Project management institute 2013 annual report*. URL: <http://www.pmi.org/AboutUs/~media/PDF/Publications/PMI-2013-Annual-Report-Web.ashx> – Дата звертання : 20.11.2021.
7. Meng X., Boyd P. The role of the project manager in relationship management. *International Journal. Project Management*. 2017. Vol. 35. No. 1. P. 717–728.
8. Bentahar O., Lavagnon A. Matching the Project Manager's Roles to Project Types: Evidence From Large Dam Projects in Africa. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2019, March. P. 1–16.
9. *An American National Standard ANSI/PMI99–001–2004, Руководство по управлению инновационными проектами и программами предприятий*. Японская ассоциация управления проектами PMAJ(ua). К. : Науковий світ, 2009. 175 с.
10. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С. *National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1.*. К. : ІРІДІУМ, 2010.–208 с.
11. Jurgensa M., Berthonb P., Papaniac L. Stakeholder theory and practice in Europe and North America: the key to success lies in a marketing approach. *Industrial Marketing Management*. 2010. Vol. 39(5). P. 769–775.
12. Malyyeyeva O., Lytvynenko D., Kosenko V., Artiukh R. Models of Harmonization of Interests and Conflict Resolution of Project Stakeholders. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*. Slavsko: 2020. P. 24–35. ISSN 1613-0073.

13. Бушуев С. Д. Практика проектного менеджменту «крок за кроком». Ч. I. URL: <http://elearn.univector.net/mod/resource/view.php?id=1229>. Дата звертання : 24.10.2021.
14. Кадькова И. Н., Ларина С. А., Чумаченко И. В. Информационная технология стратегического управления проектно-ориентированной организацией. *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2017. №. 3 (1225). С. 9-15. doi.org/10.20998/2413-3000.2017.1225.2
15. Данченко О. Б., Бедрий Д. І., Семко І. Б. Концептуальна модель формування високоєфективної команди наукового проекту. *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2018. №. 1. С. 51-56. DOI: 10.20998/2413-3000.2018.1277.8
16. Власенко О. В., Лебідь В. В., Гогунський В. Д. Марковські моделі комунікаційних процесів в міжнародних проектах. *Управління розвитком складних систем*. 2012. Вип. 12. С. 35-39.
17. Федорович О. Е., Назаренко Т. Н. Алгебраическое моделирование коммуникационных процессов в организационных системах управления. *Системы обработки информации: сб. науч. праць Харк. ун-та Повітряних Сил*. Вип. 2(92). Х., 2011. С. 206–210.
18. Lytvynenko D., Dorokhina A., Artiukh R. Analyzing the interests and interaction of the participants of a transport system development project. *Сучасний стан наукових досліджень і технологій в промисловості*. 2019. № 1(7) С. 69-74. DOI: 10.30837/2522-9818.2019.7.069.
8. Bentahar O., Lavagnon A. Matching the Project Manager's Roles to Project Types: Evidence From Large Dam Projects in Africa. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2019, march, pp. 1–16.
9. An American National Standard ANSI/PMI99–001–2004, Rukovodstvo po upravleniyu innovatsionnymi proektami i programmami predpriyatiy. Yaponskaya assotsiatsiya upravleniya proektami PMAJ(ua) [Guidelines for the management of innovative projects and programs of enterprises. Japan Project Management Association PMAJ(ua)]. Kyiv : Scientific world, 2009. 175 p.
10. Bushuev S.D. Bushueva N.S. *National Competence Baseline*, NCB UA Version 3.1. Kyiv : IPIDIUM, 2010. 208 p.
11. Jurgensa M., Berthonb P., Papaniac L. Stakeholder theory and practice in Europe and North America: the key to success lies in a marketing approach. *Industrial Marketing Management*. 2010, vol. 39(5), pp. 769–775.
12. Malyeyeva O., Lytvynenko D., Kosenko V., Artiukh R. Models of Harmonization of Interests and Conflict Resolution of Project Stakeholders. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*. Slavsko: 2020, pp. 24–35. ISSN 1613-0073.
13. Bushuev S. D. *Praktyka proektnogo menegmentu "krok za krokom"* [Practice of project management "step by step"]. Part 1. Available at: <http://elearn.univector.net/mod/resource/view.php?id=1229> (accessed 24.01.2020).
14. Kadykova I. N., Larina S. A., Chumachenko I. V. Informatsionnaya tekhnologiya strategicheskogo upravleniya proyektno-oriyentirovannoy organizatsiyey [Information technology of strategic management of a project-oriented organization]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seriya: *Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, proqramamy ta proektamy*. [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management]. 2017, no. 3 (1225), pp. 9-15. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2017.1225.2>
15. Danchenko O. B., Bedriy D. I., Semko I. B. Kontseptual'na model' formuvannya vysokoefektyvnoyi komandy naukovooho proektu [Conceptual model of forming a highly effective research project team]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seriya: *Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, proqramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management]. 2018, no. 1 (1277), pp. 51-56. DOI: 10.20998/2413-3000.2018.1277.8
16. Vlasenko O. V. Lebid' V. V., Hohuns'kyi V. D. Markov's'ki modeli komunikatsiynykh protsesiv v mizhnarodnykh proyektakh [Markov models of communication processes in international projects]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. [Management of complex systems development]. 2012, vol. 12, pp. 35-39.
17. Fedorovich O. Ye. Nazarenko T. N. Algebraicheskoye modelirovaniye kommunikatsionnykh protsessov v organizatsionnykh sistemakh upravleniya [Algebraic modeling of communication processes in organizational control systems]. *Sistemy obrobky informatsii: zb. nauk. prats Khark. un-ta Povitrianykh Syl*. [Information processing systems]. 2011, vol. 2(92), pp. 206–210.
18. Lytvynenko D., Dorokhina A., Artiukh R. Analyzing the interests and interaction of the participants of a transport system development project. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen i tekhnolohii v promyslovosti*. [Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries]. 2019, no. 1(7), pp. 69-74. DOI: 10.30837/2522-9818.2019.7.069.

References (transliterated)

1. Pakhale P. D., Pal A. Digital project management in infrastructure project: a case study of Nagpur Metro Rail Project . *Asian Journal of Civil Engineering*. 2020, vol. 21, pp. 639–647. DOI: 10.1007/s42107-020-00224-4.
2. Ikediashi, D. I., Ogunlana S. O., Alotaibi A. Analysis of project failure factors for infrastructure projects in Saudi Arabia: a multivariate approach. *Journal of Construction in Developing Countries*. 2014, vol. 19, pp. 35–52.
3. Cervone H. F., Effective communication for project success. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*. 2014, vol. 30, no. 2, pp. 74-77. <https://doi.org/10.1108/OCLC-02-2014-0014>
4. Turner J. R., Müller R. Communication and Cooperation on Projects Between the Project Owner As Principal and the Project Manager as Agent. *European Management Journal*. 2004, vol. 22, issue 3, pp. 327-336. doi.org/10.1016/j.emj.2004.04.010
5. Vanita A., Priyadarshini Sh. *Effective Communication Management for Urban Infrastructure Projects*. Project Management National Conference, India, 2015. Available at: https://www.researchgate.net/publication/282439575_Effective_Communication_Management_for_Urban_Infrastructure_Projects (accessed 19.11.2021)
6. *Project management institute 2013 annual report*. Available at: <http://www.pmi.org/AboutUs/~//PDF/Publications/PMI-2013-Annual-Report-Web.ashx> (accessed 24.04.2015).
7. Meng X., Boyd P. The role of the project manager in relationship management. *International Journal. Project Management*. 2017, vol. 35, no. 1, pp. 717–728.

Hadziusha (received) 20.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Малеєва Ольга Володимирівна (Малеєва Ольга Владимировна, Malyeyeva Olga) – доктор технічних наук, професор, Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського "ХАІ", професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, м. Харків, Україна; e-mail: omaleyeva@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9336-4182>

Литвиненко Дмитро Петрович (Литвиненко Дмитрий Петрович, Lytvynenko Dmytro) – Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", аспірант кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, м. Харків, Україна; e-mail: newboroshno@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5766-0139>

В. П. ПРОКОПЕНКОВ

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВІДКЛАДЕНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ ГАМІЛЬТОНОВА ЦИКЛУ НА ГРАФІ

Предмет досліджень – вирішення задачі пошуку гамільтонів циклу на графі, яка відноситься до NP класу складності. Мета роботи – розробка ефективного поліноміального алгоритму її оптимального вирішення. У роботі виконано аналіз проблеми та існуючих методів її вирішення, визначено недоліки цих методів. Показано, що головною перешкодою залишається неможливість сформулювати умови знаходження оптимального рішення. Як наслідок, застосовувані для вирішення цієї задачі методи засновані на переборі допустимих рішень або на інтуїтивних евристичках. Евристичні методи не гарантують відшукування оптимального рішення. Перебірні методи популярні через нескладну лінійну схему пошуку в множині допустимих рішень задачі. Вони дозволяють знайти оптимальне рішення, але вимагають великих витрат часу. У перебірних алгоритмах допустимі рішення можна отримувати використовуючи алгоритми обходу графа, але факторіальні витрати на перебір вимагають скорочення простору перебору, наприклад, використовуючи метод гілок і границь. Цей метод заснований на впорядкованому переборі допустимих рішень, розгляді тільки перспективних з них і відкиданні відразу цілих множин рішень, які не є такими. Для роботи методу важливо визначити функцію вартості часткового рішення, що залежить від певних параметрів, що важко, а може і неможливо для даної задачі. Якщо функція формує ймовірну оцінку, при відкиданні існує ризик втратити оптимальне рішення задачі. Єдиною надійною оцінкою для допустимого рішення залишається довжина циклу, яка, на жаль, стає відомою після його формування. Як альтернатива в статті пропонується новий метод відкладених рішень, згідно з яким одночасно будуються і зберігаються усі можливі часткові рішення. Кожне часткове рішення характеризується своєю оцінкою. На кожному кроці часткове рішення добувається додаванням до нього вершини, в яку можна перейти з його останньої вершини – будуються стільки нових часткових рішень, скільки існує варіантів переходу з його останньої вершини. Сформовані часткові рішення зберігаються, а поточне відпрацьоване рішення видаляється. Для виконання наступного кроку вибирається то часткове рішення, яке має найменшу оцінку довжини. Виконання триває до побудови оптимального рішення. Запропонований метод розв'язує дану задачу, але його застосування для графів великої розмірності вимагає підбору правильної оцінки часткових рішень.

Ключові слова: граф; гамільтонів цикл; складність; NP-повнота; простір перебору; перебірний алгоритм; скорочення перебору; метод відкладених рішень.

В. Ф. ПРОКОПЕНКОВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОТЛОЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА ГАМИЛЬТОНОВА ЦИКЛА НА ГРАФЕ

Предмет исследований – решение задачи поиска гамильтонова цикла на графе, которая относится к NP классу сложности. Цель работы – разработка эффективного полиномиального алгоритма её оптимального решения. В работе выполнен анализ проблемы и существующих методов её решения, определены недостатки этих методов. Показано, что главным препятствием остаётся невозможность сформулировать условия нахождения оптимального решения. Как следствие, применяемые для решения этой задачи методы основаны на переборе допустимых решений или на интуитивных эвристиках. Эвристические методы не гарантируют отыскания оптимального решения. Переборные методы популярны из-за простой линейной схемы поиска в заранее известном множестве допустимых решений задачи. Они позволяют найти оптимальное решение, но требуют больших затрат времени. В переборных алгоритмах допустимые решения можно получать используя алгоритмы обхода графа, но факториальные затраты на перебор требуют сокращения пространства перебора, например, используя метод ветвей и границ. Этот метод основан на упорядоченном переборе допустимых решений, рассмотрении только перспективных из них и отбрасывании сразу целых множеств решений, которые не являются такими. Для работы метода важно определить функцию стоимости частичного решения, зависящую от определённых параметров, что затруднительно, а может и невозможно для рассматриваемой задачи. Если функция формирует вероятностную оценку, при отбрасывании существует риск потерять оптимальное решение задачи. Единственной надёжной оценкой для допустимого решения остаётся длина цикла, которая, к сожалению, становится известной после его формирования. Как альтернатива в статье предлагается новый метод отложенных решений, согласно которому одновременно строятся и сохраняются все возможные частичные решения. Каждое частичное решение характеризуется своей оценкой. На каждом шаге частичное решение достраивается добавлением к нему вершины, в которую можно перейти из его последней вершины – строится столько новых частичных решений, сколько существует вариантов перехода из его последней вершины. Сформированные частичные решения сохраняются, а текущее отработанное решение удаляется. Для выполнения следующего шага выбирается то частичное решение, которое имеет наименьшую оценку длины. Выполнение продолжается до построения оптимального решения. Предложенный метод решает рассматриваемую задачу, но его применение для графов большой размерности требует подбора правильной оценки частичных решений.

Ключевые слова: граф; гамильтонов цикл; сложность; NP-полнота; пространство перебора; переборный алгоритм; сокращение перебора; метод отложенных решений.

V. PROKOPENKOV

DEFERRED SOLUTIONS METHOD DEVELOPMENT FOR CONSTRUCTING A HAMILTONIAN CYCLE SEARCH ALGORITHM ON A GRAPH

The subject of research is the solution of the problem of finding a Hamiltonian cycle on a graph, which belongs to the NP complexity class. The aim of the work is to develop an effective polynomial algorithm for its optimal solution. The paper analyzes the problem and the existing methods of its solution, identifies the shortcomings of these methods. It is showing that the main obstacle remains the inability to formulate the conditions for finding the optimal solution. As a result, the methods for solving this problem based on enumeration over acceptable solutions or on intuitive heuristics. Heuristic methods do not guarantee finding the optimal solution. Enumeration methods are popular because of a simple linear search scheme in a pre-known set of valid solutions to the problem. They allow you to find the optimal solution, but require a lot of time. In enumeration algorithms, valid solutions can be obtain by using graph traversal algorithms, but the factorial cost of enumeration requires reducing the enumeration space, for example,

© В. П. Прокопенков, 2022

Вісник Національного технічного університету «ХПИ».

using the branch-and-bound method. This method is based on an ordered search of acceptable solutions, considering only the most promising ones, and discarding at once the whole sets of solutions that are not such. For the method to work, it is important to determine the cost function of a partial solution that depends on certain parameters, which is difficult, and perhaps impossible for the problem under consideration. If the function generates a probabilistic estimate, there is a risk of losing the optimal solution to the problem when it is discarding. The only reliable estimate for a valid solution is the length of the cycle, which, unfortunately, becoming known after its formation. As an alternative, the article proposes a new method of deferred solutions, according to which all possible partial solutions are constructed and stored simultaneously. Each partial solution is characterizing by its own evaluation. At each step, a partial solution is completing by adding a vertex to it, to which you can go from its last vertex – as many new partial solutions are building, as there are options for going from its last vertex. The generated partial solutions are saving, and the current worked-out solution is deleting. To perform the next step, the partial solution that has the smallest length estimate is selecting. Execution continues until the optimal solution is not build. The proposed method solves the problem under consideration, but its application for large graphs requires the selection of a correct estimate of partial solutions.

Keywords: graph; Hamiltonian cycle; complexity; NP-completeness; enumeration space; enumeration algorithm; enumeration reduction; deferred solutions method.

Вступ. Задача пошуку замкнутого шляху на графі відома як гра «кругосвітня подорож» на додекаедрі, запропонована В. Гамільтоном [1], на честь якого замкнутий шлях у графі називається гамільтоновим циклом [2]. Граф, що містить гамільтонів цикл, називається гамільтоновим графом. Пошук гамільтонова циклу у графі, як і перевірка, чи є граф гамільтоновим – задачі, що відносяться до NP класу складності [3]. NP складність обумовлена розміром простору можливих рішень задачі. У графі з n вершин необхідно перебрати $(n-1)!$ можливих рішень.

Усі методи вирішення задачі пошуку гамільтонова циклу можна поділити на евристичні та перебірні. Евристичні методи будуються на інтуїтивних евристичних, вони придатні за витратами часу, але не гарантують оптимальності одержуваного рішення. Перебірні методи використовують лінійну схему пошуку рішення у задалегідь відомій множині допустимих рішень задачі, але велика розмірність цієї множини призводить до неприпустимо великого часу пошуку.

Проблема полягає в неможливості сформулювати умови знаходження оптимального рішення. У перебірних алгоритмах допустимі рішення можна формувати використовуючи алгоритми обходу графа, а для зменшення часових витрат вдаватися до скорочення простору перебору, використовуючи метод гілок і границь [4]. Цей метод реалізує спрямований перебір допустимих рішень, при якому розглядаються тільки перспективні для отримання оптимуму часткові рішення і відкидаються цілі множини рішень, які не є такими.

Для роботи перебірних методів, що використовують пошук з відкиданням неперспективних рішень, важливо визначити функцію вартості часткових рішень, що залежить від певних параметрів, що буває важко або неможливо. Якщо функція, що формує оцінку, ненадійна або формує імовірнісне значення оцінки, при відкиданні існує ризик втратити оптимальне рішення. Для даної задачі єдиною надійною оцінкою рішення залишається довжина циклу, але, на жаль, вона стає відомою після повного його формування.

Рішення даної задачі як і раніше актуальне для практичних завдань виробництва і для розвитку науки в цілому, тому дослідження в цій галузі тривають.

Аналіз останніх публікацій. У оптимальній постановці задачі пошуку гамільтонова циклу на графі

необхідно знайти гамільтонів цикл мінімальної довжини. Граф може бути не гамільтоновим, для перевірки можна використовувати умови, розглянуті в [5-7], але вони не завжди можуть бути застосовні для графів довільної структури [8] для різних задач, наприклад як [9]. Якщо ми знаємо, що граф гамільтонів, у будь-якому випадку рішення необхідно шукати окремо.

Ще кілька років тому справедливо було сказати, що не існує поліноміальних алгоритмів для вирішення задачі в оптимальній постановці [10], а всі алгоритми класифікувалися наступним чином.

Якщо алгоритм, що реалізує певну логіку вирішення задачі, достовірно гарантує отримання оптимального рішення, він називається точним, в іншому випадку евристичним [11]. Перевагою евристичних методів є їх приналежність до P класу складності. У своїй основі ці методи мають логічно обґрунтовані ідеї – евристичні, наприклад, мурашиний алгоритм, генетичні та гібридні [12-16]. Вони задовільні за витратами часу, але не гарантують отримання оптимального рішення, а також відрізняються складністю підбору параметрів налаштування. Дослідження тривають, з'являються нові рішення, наприклад, для кубічних графів в [17] було запропоновано рішення складності 1.26^n , а в [18] складність рішення знижена до 1.251^n .

До групи точних методів вирішення даної задачі відносяться методи динамічного програмування складності 2^n [19-20] і всі перебірні алгоритми експоненціальної складності. Допустимі рішення в перебірних алгоритмах отримують комбінаторними методами, для яких гамільтонів цикл розглядається як перестановка вершин, або використанням алгоритмів обходу графа, наприклад, алгоритм Робертса і Флореса [21]. Великі витрати на перебір вимагають скорочення простору перебору, що можна досягти використанням метода гілок і границь [4] складності $n \cdot \log_2 n$ для відкидання свідомо не оптимальних рішень, але без втрати оптимального.

У роботах [22-23] представлені точний метод і алгоритм вирішення задачі складності n^4 . Пошук оптимального рішення задачі зводиться до пошуку замкнутого шляху в новому графі найкоротших шляхів, який будується на основі вихідного графа задачі з використанням алгоритму Дейкстри. Обґрунтування такого рішення логічно – щоб гамільтонів цикл мав найменшу довжину, необхідно щоб він складався з найкоротших шляхів вихідного

графа. Розроблений алгоритм гарантує відшукування оптимального рішення і значно скорочує початковий простір пошуку до множини перебору з потужністю $n*(n-1)$. І все ж, в основі методу і алгоритму [22-23] як і раніше лежить евристика і оптимальне рішення не обчислюється, а відшукується методом перебору, але в значно скороченій за розміром множині перебору по відношенню до початкового простору можливих рішень. Крім того, хоч новий алгоритм і є поліноміальним, ступінь 4 досить великий і при великій кількості вершин вихідного графа виконання алгоритму займає час незадовільний для систем реального часу.

В результаті вивчення стану проблеми можна зробити висновок, що причиною невдачі в розробці ефективного методу є неможливість сформулювати умови знаходження оптимального рішення задачі. Як наслідок, основним способом вирішення як і раніше залишається перебір всіх або більшої частини допустимих рішень і використання інтуїтивних евристичних прийомів.

Мета роботи. Поставлена в роботах [22-23] мета – розробки поліноміального алгоритму пошуку гамільтонова циклу мінімальної довжини досягнута, але виконання алгоритму для графів з великою кількістю вершин займає час незадовільний для систем реального часу. Тому, метою роботи є розробка нового алгоритму вирішення даної задачі з кращими показниками часу.

Постановка задачі. Нехай заданий граф $G = \langle V, E \rangle$, де $V = \{v_i | i = \overline{1, n}\}$ – це множина вершин, а $E = \{e_{ij} | i, j = \overline{1, n}, i \neq j\}$ – множина дуг графа. Дуга e_{ij} визначає наявність з'єднання між вершинами v_i та v_j , характеризується відстанню d_{ij} . Нехай задана початкова вершина $v_s \in V$.

Необхідно знайти гамільтонів цикл мінімальної довжини з вершини v_s , тобто кортеж $GC = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{n-1}, v_n, v_{n+1} \rangle$ з вершин графа G , для якого виконуються умови:

- 1) $v_1 = v_s$;
- 2) $v_{n+1} = v_s$;
- 3) для будь-якої пари вершин $v_i, v_j | i, j \in \overline{1, n}$

справедливо: якщо $i \neq j$, то $v_i \neq v_j$;

- 4) для $\forall v_k | k \in \overline{2, n}$ у графі G існують дуги: $e_{k-1, k}$ – з вершини v_{k-1} до вершини v_k та $e_{k, k+1}$ – з вершини v_k до вершини v_{k+1} .

Метод вирішення задачі. Рішення даної задачі методом перебору передбачає можливість формування кожного рішення з простору можливих рішень, оцінку рішення і відкидання рішення, якщо воно не оптимальне. Для досягнення поставленої мети –

підвищення швидкодії перебірному алгоритму, необхідно прискорити процес формування і обробки допустимих рішень і при відкиданні рішень не втратити оптимальне рішення.

У моделі задачі, що подається графом, формування кожного рішення здійснюється обходом графа, що обумовлює покрокову схему формування кожного рішення. Формування рішень має бути безперервним, щоб забезпечити послідовний перебір всього простору можливих рішень.

При обході графа і формуванні рішення, переходячи від вершини до вершини по дугах, важко, в силу не сформульованих умов визначення оптимального рішення, передбачити в якому напрямку необхідно йти, щоб його отримати. Саме тому, найвдалішою схемою обходу графа є схема з поверненнями [21]. Ця схема дозволяє обійти граф повністю, побудувати усі рішення з простору можливих рішень і не пропустити оптимального. На жаль, оцінка розміру простору перебору становить $(n-1)!$ і для великих значень n вона перевершує усілякі надії на швидке вирішення задачі.

Щоб прискорити процес перебору при збереженні покрокової схеми формування кожного рішення необхідно:

- відмовитися від повної побудови всіх рішень;
- замінити послідовну схему формування рішень на «паралельну»;
- забезпечити можливість відкидання неперспективних рішень;
- виключити можливість втрати оптимального рішення при відкиданні;
- забезпечити можливість повернення до відкладених рішень при необхідності.

Найкраще для досягнення поставленої мети підходить схема відкладених рішень, представлена в [24]. У цій схемі рішення будуються крок за кроком, одночасно і послідовно, як це не здається суперечливим.

У процесі побудови, поки рішення не стало гамільтоновим циклом, воно називається частковим рішенням. Спочатку часткове рішення включає одну початкову вершину.

Кожне рішення будується крок за кроком. На кожному кроці поточне часткове рішення, що розглядається, добувається додаванням до нього вершини, в яку можна перейти з останньої вершини поточного рішення.

Усі можливі рішення будуються одночасно. Одночасність треба розуміти не в сенсі паралельної обробки на декількох процесорах, а як одночасну побудову множини можливих рішень в процесі пошуку рішення задачі в цілому. Це означає, що при розгляді поточного часткового рішення будується стільки нових часткових рішень, скільки у графі існує варіантів переходу з його останньої вершини в інші вершини.

Часткові рішення будуються послідовно і зберігаються у пам'яті, якщо вони теоретично можуть бути добудовані до повного рішення. Поточне відпрацьоване рішення видаляється з пам'яті.

Відкидання неперспективних рішень в цій схемі розуміється не буквально, а як відкладення цих рішень з можливим поверненням до них знову і реалізується шляхом відмови на поточному кроці продовжувати побудову таких часткових рішення до повних рішень.

Для можливості реалізувати вибір перспективного рішення, яке стане поточним, кожне часткове рішення характеризується своєю оцінкою, яка, наприклад, може бути пов'язана з довжиною вже побудованого шляху в частковому рішенні.

Для виконання наступного кроку алгоритму вибирається те побудоване часткове рішення, яке на поточний момент за оцінкою має найбільші шанси дорости до оптимального рішення.

Виконання схеми можна зупинити після побудови першого рішення задачі. Чи буде отримане рішення оптимальним, залежить від можливості визначити правильну оцінку для порівняння часткових рішень.

Запропонована схема має один істотний недолік – значні витрати на зберігання часткових рішень, але такі витрати пам'яті повинні бути виправдані істотним скороченням часу на пошук оптимального рішення.

Якщо описану проблему формування оцінки часткових рішень вдасться вирішити, можна вважати, що поставлена нами мета буде досягнута.

Для розробки алгоритму виконаємо необхідну формалізацію і обґрунтуємо описаний метод вирішення задачі.

Обґрунтування методу розв'язання задачі. Часткове рішення $PS = \langle pc, d_{pc} \rangle$ визначається парою елементів: pc – шляху в графі G , що визначає часткове рішення та $d_{pc} = |pc|$ – довжини цього шляху. Часткове рішення як шлях pc представляє собою кортеж з вершин графа G – $pc = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_K \rangle$, $K \leq n+1$, які утворюють шлях в графі G , що задовольняє умовам:

1) $v_1 = v_s$, в початковому стані $pc = \langle v_1 \rangle$, $v_1 = v_s$.

2) для будь-якої пари вершин $v_i, v_j \mid i, j \in \overline{1, K}$

справедливо: якщо $i \neq j$, то $v_i \neq v_j$;

3) для $\forall v_k \mid k \in \overline{2, K-1}$ у графі G існують дуги: $e_{k-1,k}$ – з вершини v_{k-1} до вершини v_k та $e_{k,k+1}$ – з вершини v_k до вершини v_{k+1} .

4) якщо $K = n+1$ і $v_K = v_s$, то pc стає повним рішенням $gc = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{n-1}, v_n, v_{n+1} \rangle$.

Довжина часткового шляху $pc = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_K \rangle$, $K \leq n+1$ визначається як сума ваг $d_{k,k+1}$ відповідних дуг графа $e_{k,k+1}$, зумовленими вершинами в частковому шляху:

$$|pc| = \sum_{k=1}^{K-1} d_{k,k+1}.$$

Для опису графа G будемо використовувати списки послідовників його вершин. Для кожної

вершини $v_i \in V$ поставимо у відповідність множину $Suc[i] = \{j \mid \exists e_{i,j} \in E\}$, яка називається списком послідовників вершини v_i , вона включає такі номери $j \mid j \leq n$, що визначають вершини v_j графа G , до яких можна перейти з вершини v_i . Тоді $\{Suc[i] \mid i = \overline{1, n}\}$ описує граф G списками послідовників його вершин.

Для зберігання часткових рішень як структуру даних будемо використовувати чергу відкладених рішень, у якій часткові рішення розташовуються у порядку убуття обраної оцінки часткових рішень. Для реалізації методу розв'язання задачі необхідно реалізувати операції над чергою:

- додавання часткового рішення з урахуванням його оцінки, $PQ.Add(PS)$;

- дістання чергового (першого в черзі) часткового рішення для обробки з видаленням його з черги, $PS = PQ.Remove()$.

Поточне оброблюване рішення будемо позначати $CurPS$.

Алгоритм розв'язання задачі. Вхідними даними алгоритму, що реалізує метод відкладених рішень є опис графа у формі списків послідовників його вершин і номер початкової вершини. Результатом виконання алгоритму є знайдений гамільтонів цикл GC .

Алгоритм.

1. Для кожної вершини j , що належить до $Suc[s]$, списку послідовників початкової вершини s виконати:

1.1 Сформувати початкове часткове рішення $PS_{sj} = \langle pc, |pc| \rangle = \langle \langle s \rangle, 0 \rangle$.

1.2 Продовжити шлях у частковому рішенні PS_{sj} вершиною v_j : $pc = \langle s, j \rangle$.

1.3 Скорегувати довжину часткового рішення PS_{sj} : $|pc| = |pc| + d_{s,j}$.

1.4 Додати часткове рішення PS_{sj} в чергу відкладених рішень: $PQ.Add(PS_{sj})$.

2. Виконувати цикл поки черга відкладених рішень не порожня:

2.1 Визначити поточне часткове рішення для обробки: $CurPS = PQ.Remove()$.

2.2 Визначити номер K останньої вершини шляху часткового рішення $CurPS = \langle pc, |pc| \rangle$.

2.3 Для кожної вершини j , що належить до $Suc[K]$ виконати:

2.3.1 Якщо $j \notin pc$ або $j = s$, сформувати часткове рішення $PS_{Kj} = \langle pc, |pc| \rangle$:

$pc = pc + j$ – продовжити шлях в частковому рішенні PS_{Kj} вершиною v_j ;

$|pc| = |pc| + d_{K,j}$ – скорегувати довжину часткового рішення PS_{Kj} .

2.3.2 Якщо $j = s$ та $K + 1 = n$, покласти $GC = PS_{Kj}$, рішення знайдено, перейти до п. 3.

2.3.3 Додати часткове рішення PS_{Kj} до черги відкладених рішень: $PQ.Add(PS_{Kj})$.

3. Зупинитися.

Тестування схеми. Очевидно, що реалізована представленим алгоритмом обчислювальна схема не вимагає доказу коректності. Згідно зі схемою, алгоритм повинен знайти єдине оптимальне рішення.

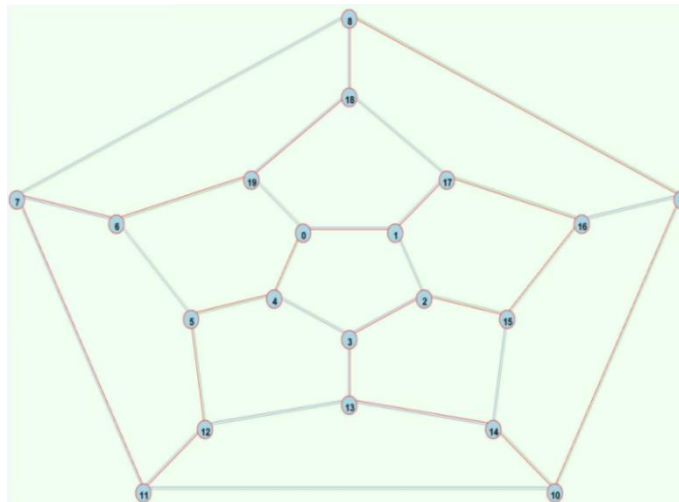


Рис. 1. Знайдене оптимальне рішення

Тестування запропонованої схеми на повному графі з 20 вершин потребувало часу, порівнянного з перебірною схемою всіх допустимих рішень цього графа. Таким чином, тестування показало, що запропонована схема при використанні у якості оцінки реальної довжини шляху дозволяє знаходити оптимальне рішення для неповного графа, але терпить фіаско перед повним графом великої розмірності.

Виникає питання, чи можна виправити зазначений недолік запропонованої схеми вибором іншої оцінки часткових рішень?

Висновок. У статті представлені новий метод і алгоритм пошуку гамільтонова циклу на графі, який показав відмінний результат для неповного графа, що складається з 20 вершин. Успішне застосування нового методу для повного графа великої розмірності вимагає ретельного його аналізу і, як передбачається, залежить від вибору кращої чим використана оцінки часткових рішень.

Список літератури

1. Акимов О. Е. *Дискретная математика. Логика, группы, графы, фракталы*. Москва, 2005. 656 с.
2. Емеличев В. А., Ковалев М. М., Кравцов М. К. *Многогранники, графы, оптимизация*. Москва, 1981. 341 с.
3. Гери М., Джонсон Д. *Вычислительные машины и труднорешаемые задачи*. Москва, 1982. 416 с.
4. Little J. D. C. An Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *Operations Research*. 1963. Vol.11. №6. p. 972–989. doi.org/10.1287/opre.11.6.972
5. Дойбер В.А., Косточка А. В., Закс Х. Более короткое доказательство теоремы Дирака о числе ребер в хроматически

Як тест було використано не повний граф – додекаедр, опис якого було представлено в [25]. Для пошуку рішення у якості оцінки часткових рішень була обрана реальна довжина шляху (чим менше довжина шляху часткового рішення, тим вище його оцінка), що цілком логічно, так як шуканий гамільтонів цикл повинен мати найменшу довжину.

На рис. 1. представлено оптимальне рішення $(7227) < 0, 4, 5, 12, 11, 7, 6, 19, 18, 8, 9, 10, 14, 13, 3, 2, 15, 16, 17, 1, 0 >$ було знайдено за 0,005 хвилини.

критических графах. *Дискретный анализ и исследование операций*. Новосибирский гос.ун-т, 1996. с. 28–34.

6. Оре О. *Теория графов*. Москва, 1980. 336 с.

7. Гамильтонов граф: сайт. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Гамильтонов_граф. (дата обращения : 4.10.2019).

8. Павленко В. Б. Теоретические аспекты построения оптимального кольца. *Теория оптимальных решений*. 2011, №10. с. 150–155. сайт . URL : <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/46787/22-Pavlenko.pdf?sequence=1> (дата обращения : 4.10.2019).

9. Прокопенков В. Ф., Кожин Ю. Н., Малых О. Н. Определение оптимального кольцевого маршрута, проходящего через заданное множество пунктов на карте. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. 2019. No.1 № 7. С. 102–112. doi.org/10.30837/2522-9818.2019.7.102

10. Харари Ф. *Теория графов*. Москва, 1973. 300 с.

11. Стивенс Р. *Алгоритмы. Теория и практическое применение*. Москва, 2016. 544 с.

12. Муравьиный алгоритм : сайт. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Муравьиный_алгоритм.

13. Pol R., Langdon W. B., McPhee N. F. A Field Guide to Genetic Programming. *Genetic Programming and Evolvable Machines*. 2009. Vol. 10 №2. p. 229–230. doi.org/10.1007/s10710-008-9073-y.

14. Прокопенков В. Ф. Модификация генетического алгоритма поиска гамильтонова цикла на графе. *Международная научная конференция MicroCAD 2016 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы*. 2016. С. 32.

15. Прокопенков В. Ф. О возможности нахождения оптимального решения генетическим алгоритмом. *Международная научная конференция MicroCAD 2017 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы*. 2017. С. 37.

16. Мартынов А. В., Курейчик В. М. Гибридный алгоритм решения задачи коммивояжера. *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2015. С.36–44.

17. Eppstein D. The travelling salesman problem for cubic graphs. *Lecture Notes in Computer Science*. 2003. P.307–318. doi.org/10.1007/978-3-540-45078-8_27

18. Iwama K., Nakashima T. An Improved exact algorithm for cubic graph TSP. *Lecture Notes in Computer Science*, 2007. p. 108 – 117. doi.org/10.1007/978-3-540-73545-8_13.
19. Bellman R. Dynamic Programming Treatment of the Travelling Salesman Problem. *Journal of the ACM*. 1962. Vol.9 № 1, p. 61–63. doi.org/10.1145/321105.321111
20. Held M. The travelling-salesman problem an minimum spanning trees. *Operations Research*. 1970. Vol. 18 № 6, p. 1138–1162. doi.org/10.1287/opre.18.6.1138
21. Roberts S. M., Flores B. An engineering approach to the travelling salesman problem. *Management Science*. 1967. Vol. 13 № 3, p. 269–288. doi.org/10.1287/mnsc.13.3.269
22. Прокопенков В. Ф. Новый метод поиска гамильтонова цикла на графе. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2020. № 2, С.43-49. doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.6
23. Прокопенков В. Ф. Полиномиальный алгоритм поиска гамильтонова цикла на графе. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2021. № 1(3), С.55-65. doi.org/10.20998/2413-3000.2021.3.8
24. Prokopenkov V.P. Kozhyn Y.N. Deferred solutions scheme for the problem of finding a Hamiltonian cycle solving. *Международная научная конференция MicroCAD 2021 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы*. 2021. С. 16.
25. Прокопенков В. Ф. Параллельный алгоритм поиска гамильтонова цикла на графе. *Международная научная конференция MicroCAD 2015 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы*. 2015. С. 25.
- industries, No.1 No. 7. pp.102-112. doi.org/10.30837/2522-9818.2019.7.102
10. Harari, F. (1973), *Теорія графов* [Graph theory], Moscow, 300 p.
11. Stivens, R. (2016), *Алгоритмы. Теорія і практичне застосування* [Algorithms. Theory and practical application], Moscow, 544 p.
12. *Murav'inyj algoritm* [Ant algorithm], Available at : https://ru.wikipedia.org/wiki/Муравьиный_алгоритм. (last accessed: 04.10.2019)
13. Pol, R., Langdon, W. B., McPhee, N. F. (2009), A Field Guide to Genetic Programming, *Genetic Programming and Evolvable Machines*, Vol. 10, No. 2, p. 229 – 230. doi.org/10.1007/s10710-008-9073-y.
14. Prokopenkov, V. F. (2016), Modifikacija geneticheskogo algoritma poiska gamil'tonova cikla na grafe. [Modification of a genetic algorithm for finding a Hamiltonian cycle on a graph], *International Scientific Conference MicroCAD 2016: Section No. 1 – Information and Management Systems*, p. 32.
15. Prokopenkov, V. F. (2017), O vozmozhnosti nahozhdenija optimal'nogo reshenija geneticheskimi algoritmi [On the possibility of finding the optimal solution by genetic algorithm], *International Scientific Conference MicroCAD 2017: Section No. 1 – Information and Management Systems*, p. 37.
16. Martynov, A. V., Kurejchik, V. M. (2015) Gibridnyj algoritm reshenija zadachi kommivojazhera. [Hybrid algorithm for solving the traveling salesman problem], *SFU news. Technical science [Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki]*, p.36-44.
17. Eppstein, D. (2003), The travelling salesman problem for cubic graphs, *Lecture Notes in Computer Science*, p.307–318. doi.org/10.1007/978-3-540-45078-8_27
18. Iwama, K., Nakashima, T. (2007), An Improved exact algorithm for cubic graph TSP, *Lecture Notes in Computer Science*, p. 108 – 117. doi.org/10.1007/978-3-540-73545-8_13.
19. Bellman, R. (1962), Dynamic Programming Treatment of the Travelling Salesman Problem, *Journal of the ACM*, Vol.9 No. 1, p. 61–63. doi.org/10.1145/321105.321111
20. Held, M. (1970), The travelling-salesman problem an minimum spanning trees, *Operations Research*, Vol. 18 No. 6, p. 1138 – 1162. doi.org/10.1287/opre.18.6.1138
21. Roberts, S. M., Flores, B. (1967), An engineering approach to the travelling salesman problem, *Management Science*, Vol. 13 No. 3, p. 269–288. doi.org/10.1287/mnsc.13.3.269
22. Prokopenkov, V. F. (2020), Novyy metod poiska gamil'tonova tsikla na grafe [A new method for searching a Hamilton cycle on a graf"], *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KHPI". Series: Strategic Management, portfolio management, programs and projects], № 2, pp.43-49. doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.6
23. Prokopenkov, V. F. (2021), Polynomial algorithm for finding a Hamiltonian cycle on a graph. [Polynomial'nyy algoritm poiska gamil'tonova tsikla na grafe], *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KHPI". Series: Strategic Management, portfolio management, programs and projects], No. 1(3), pp.55-65. doi.org/10.20998/2413-3000.2021.3.8
24. Prokopenkov V.P. Kozhyn Y.N. (2021), Deferred solutions scheme for the problem of finding a Hamiltonian cycle solving. *International Scientific Conference MicroCAD 2021 : Section No. 1 – Information and Management Systems*, p. 16.
25. Prokopenkov, V. F. (2015), Parallelniy algoritm poiska gamiltonova cikla na grafe. [A parallel algorithm for finding a Hamiltonian cycle on a graph], *International Scientific Conference MicroCAD 2015: Section No. 1 Information and Management Systems*, p. 25.

References (transliterated)

1. Akimov, O. E. (2005) *Discrete mathematics. Logic, groups, graphs, fractals* [Diskretnaja matematika. Logika, gruppy, grafy, fraktaly], Moscow, 656 p.
2. Emelichev, V. A., Kovalev, M. M., Kravcov, M. K. (1981), *Polyhedra, graphs, optimization* [Mnogogranniki, grafy, optimizacija], Moscow, 341 p.
3. Hery, M., Dzhonson, D. (1982), *Computational machines and difficult tasks* [Vyshyslytel'nye mashyny u trudnoreshaemye zadachy], Moscow, 419 p.
4. Little, J. D. C. (1963) An Algorithm for the Traveling Salesman Problem, *Operations Research*, Vol. 11, № 6, p. 972–989. doi.org/10.1287/opre.11.6.972
5. Doiber, V. A., Kostochka, A. V., Sachs, H. "A shorter proof of Bolee korotkoe dokazatel'stvo teoremy Diraka o chisle reber hromaticheskij kriticheskij grafah. [Dirac's theorem on the number of edges of chromatically critical graphs"]. *Diskretnyj analiz i issledovanie operacij* [Discrete analysis and operations research] Novosibirsk state University, 1996. pp. 28–34.
6. Ore, O. (2009), *Teoriya grafov* [The theory of graphs], Moscow, 354 p.
7. *Gamil'tonov graf* [Hamilton's graf], Available at : https://ru.wikipedia.org/wiki/Гамильтонов_граф. (last accessed: 04.10.2019)
8. Pavlenko, V. B. (2011) Teoreticheskie aspekty postroenija gamil'tonova cikla. [Theoretical aspects of construction of the Hamiltonian cycle], *Teoriya optimal'nyh rishen* [Theory of optimal solutions], №10, pp. 150–155. Available at : <http://dspace.nbu.vg.u/bitstream/handle/123456789/46787/22-Pavlenko.pdf?sequence=1> (last accessed 04.10.2019).
9. Prokopenkov, V. F., Kozhin, Ju., N., Malyh, O. N. (2019) Opredelenie optimal'nogo kol'cevogo marshruta, prohodjashhego cherez zadannoe mnozhestvo punktov na karte. [Determination of the optimal circular route passing through a given set of points on the map], *Innovative technologies and scientific solutions for*

Надійшло (received) 20.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Прокопенков Володимир Пилипович (Прокопенков Владимир Филиппович, Prokopenkov Vladymyr) – Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", старший викладач кафедри системний аналіз та інформаційно-аналітичні технології, м. Харків, Україна; e-mail: prokopenkov.vf@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0084-9832>.

М. А. ГРИНЧЕНКО, О. С. ПОНОМАРЬОВ, О. В. ЛОБАЧ, А. О. ХАРЧЕНКО

КОНФЛИКТИ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

Показано, що у разі виконання людьми спільної діяльності, в тому числі і в практиці використання технології управління проектами, між виконавцями та різними групами виконавців можуть виникати конфлікти. Вони звичайно зумовлені відмінністю цілей і мотивів, прагнень та інтересів людей та їхніх психологічних характеристик. Конфлікти є небажаними явищами, оскільки вони істотно ускладнюють взаємодію та взаємовідносини між виконавцями й відповідно заважають отримувати бажані чи очікувані результати спільної діяльності з виконання проектних завдань. Проаналізовано природу і можливі причини конфлікту та його різновиди. Зокрема, визначено, що далеко не кожна відмінність викликає конфлікти. Їхніми джерелами постають здебільшого тільки ті ситуації, в яких зачіпаються матеріальні інтереси хоча б однієї із сторін, їхня гідність чи соціальний статус. Це свідчить про важливість урахування в практиці управління проектами не тільки технологічних, але й психологічних аспектів діяльності. З'ясовано характер взаємовпливу рівня згуртованості, психологічної сумісності й корпоративної культури проектної команди і впливу можливого конфлікту на неї та на взаємовідносини між членами команди проекту. Показано, що імовірність виникнення конфлікту істотно зростає, коли у складі команди проекту є так звані конфліктні особистості. Розкрито сенс і характер діяльності керівника проекту, спрямованої на запобігання конфліктних ситуацій як прояву однієї з важливих його поведінкових компетенцій. Наведено приклади змісту й характеру моделі адекватної поведінки керівника в умовах конфлікту, а також поведінки, що вимагає корекції. У роботі розглянуто сутність конфліктологічної компетентності керівника проекту, яка включає також знання і розуміння керівником його можливих хибних дій, здатних породжувати конфліктні ситуації та конфлікти. Розглянуто ефективні способи запобігання конфліктам та управління ними у разі їх виникнення.

Ключові слова: конфлікт; проектна команда; спільна діяльність; джерела конфлікту; корпоративна культура; конфліктні особистості; керівник проекту; поведінкові компетенції; управління конфліктом.

М. А. ГРИНЧЕНКО, А. С. ПОНОМАРЕВ, Е. В. ЛОБАЧ, А. А. ХАРЧЕНКО

КОНФЛИКТЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

Показано, что в случае выполнения людьми совместной деятельности, в том числе и в практике использования технологии управления проектами, между исполнителями и группами исполнителей могут возникать конфликты. Они обычно обусловлены отличием целей и мотивов, стремлений и интересов людей и их психологических характеристик. Конфликты являются нежелательными явлениями, поскольку они существенно усложняют взаимодействие и взаимоотношения между исполнителями и соответственно мешают получать желаемые или ожидаемые результаты совместной деятельности по выполнению проектных задач. Проанализированы природа и возможные причины конфликта и его разновидности. В частности, определено, что далеко не каждое отличие вызывает конфликты. Их источниками являются в основном только те ситуации, в которых затрагиваются материальные интересы хотя бы одной из сторон, их достоинство или социальный статус. Это свидетельствует о важности учета в практике управления проектами не только технологических, но и психологических аспектов деятельности. Выяснен характер взаимовлияния уровня сплоченности, психологической совместности и корпоративной культуры проектной команды и влияния возможного конфликта на нее и на взаимоотношения между членами команды проекта. Показано, что вероятность возникновения конфликта существенно возрастает, когда в составе команды проекта есть так называемые конфликтные личности. Раскрыты смысл и характер деятельности руководителя проекта, направленной на предотвращение конфликтных ситуаций как проявления одной из важных поведенческих его компетенций. Приведены примеры содержания и характера модели адекватного поведения руководителя в условиях конфликта, а также поведения, требующие коррекции. В работе рассмотрена сущность конфликтологической компетентности руководителя проекта, включающая также знание и понимание руководителем его возможных ложных действий, способных породить конфликтные ситуации и конфликты. Рассмотрены эффективные способы предотвращения конфликтов и управления ими в случае возникновения конфликтов.

Ключевые слова: конфликт; проектная команда; совместная деятельность; источники конфликта; корпоративная культура; конфликтные личности; руководитель проекта; поведенческие компетенции; управление конфликтом.

М. GRINCHENKO, O. PONOMARYOV, O. LOBACH, A. KHARCHENKO

CONFLICTS IN PROJECT MANAGEMENT

It is shown that in the case of people carrying out joint activities, including in the practice of using project management technology, conflicts may arise between performers and different groups of performers. They, as a rule, are due to differences in goals and motives, aspirations and interests of people, their psychological characteristics. Conflicts are undesirable, since they significantly complicate the interaction and relationships between the performers and, accordingly, prevent the achievement of the desired or expected results of joint activities in the implementation of project tasks. The nature and possible causes of the conflict and its types are analyzed. In particular, it has been found that not every difference causes conflicts. Their sources are basically only those situations in which the material interests of at least one of the parties, their dignity or social status are affected. This indicates the importance of taking into account in the practice of project management not only technological, but also psychological aspects of activity. The nature of the interaction between the level of cohesion, psychological compatibility and corporate culture of the project team and the impact of possible conflicts on it and on the relationship between members of the project team. It is shown that the likelihood of conflict increases significantly when the project team includes so-called conflicting personalities. The meaning and nature of the project manager's activity, aimed at preventing conflicts, as a manifestation of one of his important behavioral competencies, is revealed. Examples of the content and nature of the model of adequate behavior of a leader in a conflict, as well as behavior requiring correction, are given. The article considers the essence of the conflictological competence of the project manager, which includes the manager's knowledge and understanding of his possible violations that can lead to conflict situations and conflicts. Effective ways of preventing and managing conflicts in case of their occurrence are considered.

Keywords: conflict; project team; joint activities; sources of conflict; corporate culture; conflict personalities; project manager; behavioral competencies; conflict management.

Загальна постановка проблеми. Все більше поширення надзвичайно ефективної технології управління проектами, або проєктного менеджменту, та її плідне застосування у найрізноманітніших сферах суспільного життя стають вагомою підставою для формування і розвитку теоретичних і методологічних основ цієї технології. Однак формування цих основ не є простим завданням через складність та багатоаспектність самої технології та її контекстуальних особливостей. Ця обставина зумовлює пильну увагу з боку дослідників різного профілю до складних проблем теорії і практики її використання. При цьому необхідно підкреслити, що крім суто технологічних питань, в управлінні проектами істотну роль відіграють психологічні аспекти. Вони здійснюють серйозний вплив на характер взаємовідносин між виконавцями спільної діяльності та на їхню взаємодію в процесі виконання цієї діяльності. Практика використання методів проєктного менеджменту породжує командний характер діяльності й досить специфічний психологічний клімат, який прийнято вважати командним духом. Він здатний як істотно підвищувати ефективність виконання проєктних завдань і забезпечувати їх належну якість відповідно до вимог замовника, так і створювати певні перешкоди.

Дійсно, будь-яка проєктна команда, навіть вкрай ретельно підібрана за критеріями професіоналізму та психологічної сумісності, складається з людей, у яких є різні життєві цілі й цінності, різні прагнення та інтереси. Звичайно їм притаманні різні здібності й різні психологічні характеристики. За цих умов час від часу у їхніх взаємовідносинах можуть з'являтися певні непорозуміння. Якщо ж ці непорозуміння пов'язані з матеріальними інтересами, соціальним статусом чи моральною гідністю членів команди, між ними виникає певна напруженість, здатна породжувати конфліктну ситуацію.

Подібні ситуації вимагають ретельної уваги керівника та менеджерів проєкту, оскільки у разі неправильного управління ними існує досить висока ймовірність їхнього переростання у конфлікти різного характеру та глибини. Вони дезорганізують ділові взаємовідносини та взаємодію між виконавцями і здатні серйозно ускладнювати процес нормального виконання робіт і завдань, передбачених проєктом. Крім того, конфлікти здатні руйнувати нормальні взаємовідносини в проєктній команді та корпоративну культуру, що також вкрай негативно позначається на виконанні завдань, передбачених проєктом, відволікаючи увагу керівника та виконавців на з'ясування відносин.

Потенційно конфліктна ситуація може виникнути також між замовником та проєктною командою в особі її керівника. Як свідчить практика управління проектами, такі колізії можуть складатися у разі необхідності здійснення непередбачених змін проєкту. Передовсім йдеться про збільшення термінів його виконання й особливо про збільшення його бюджету.

Подібні ситуації вимагають ретельної уваги керівника та менеджерів проєкту, оскільки у разі неправильного управління ними існує досить висока ймовірність їхнього переростання у конфлікти різного характеру та глибини з усіма можливими негативними наслідками. Тому глибоке розуміння сутності і природи конфліктів керівником і менеджерами проєкту та вміння ефективно управляти ними виступає серйозною проблемою теорії і практики управління проектами. Вона вимагає формування належної конфліктологічної компетенції фахівців в процесі їхньої професійної підготовки в системі освіти.

Аналіз досліджень і публікацій з проблеми. Важливість і ефективність технології управління проектами зумовлює потребу охоплення дослідженням широкого кола різних її аспектів. Перш за все йдеться про характер і принципи раціонального формування високопрофесійної проєктної команди. Ці питання досліджують В. Бабаєв [1], Л. Батенко, С. Бушуєв та Н. Бушуєва [3], Г. Гертер та К. Оттл, Р. Джимпел, І. Кононенко та М. Колеснік [5], А. Опп, В. Рач та інші. Не менш важливим уявляється також аналіз психологічного клімату та міжособистісних взаємовідносин в команді, а також їхнього впливу на якість і характер здійснення проєктних завдань.

Тому далеко не випадково є увага дослідників до проблеми ризиків, які супроводжують процеси проєктного менеджменту, та до управління ними. Ці проблеми висвітлюють у своїх публікаціях Н. Адамова, М. Аншина, В. Вітлінський, О. Верес та А. Катренко зі своїми співавторами, В. Москвін, Н. Скопенко, І. Євсєєва та В. Москаленко, М. Ньюелл та інші. Ризики в проєктній діяльності значною мірою пов'язані і з об'єктивним характером інформаційної невизначеності, і з суб'єктивним характером схильності керівників до ризику. Ще одним достатньо поширеним феноменом, який зумовлений характером міжособистісних взаємовідносин в проєктній команді, виступають конфлікти та різного роду кризи.

Управління ж проектами в умовах конфліктів і криз є однією з важливих поведінкових компетенцій керівника та менеджерів проєктної команди, яка охоплює, за словами С. Д. Бушуєва та Н. С. Бушуєвої, «шляхи подолання конфліктів і криз, які можуть виникнути між індивідуумами і сторонами, які беруть участь у проєкті чи програмі». Цікаво, як ці автори підкреслюють при цьому, що «конфлікти і кризи можуть виникнути в процесі проєкту чи контрактних переговорів, не зважаючи на інструкції і керівництва, складені для запобігання подібних випадків» [3, с. 107]. Психологічні підходи до управління конфліктами розглядає К. Багратіоні [2]. Більш широко проблеми управління конфліктами в організації аналізує К. Новікова [6]. Вкрай важливі аспекти управління формуванням команди та вибору множини компетенцій учасників виконання проєкту досліджують О. Шерстюк та О. Колесников [8].

Безпосередньо ж проблеми управління конфліктами досліджують А. Олендорф [11] та

С.Р. Ллойд [10]. Правда, для дещо часткового, хоча і вкрай важливого випадку наукового проекту ці проблеми системно розглядають О. Данченко, Д. Бедрій та І. Семко. На їхнє переконання, «Мета управління конфліктами наукового проекту полягає в ідентифікації конфліктів та управлінні ними, які не є предметом інших процесів управління проектом. Якщо не управляти конфліктами, вони мають потенціал викликати відхилення проекту від плану та можуть призвести до того, що цей проект не досягне встановлених цілей» [4, с. 32]. Ми ж глибоко впевнені у тому, що подібна ситуація цілком може виникнути при виконанні робіт проекту будь-якого змісту, масштабу та призначення. У дослідженні [12] використовується модель динаміки командних конфліктів для аналізу різних типів конфліктів і профілів командних конфліктів, щоб створити структуру, яка може покращити успіх проекту в розробці програмного забезпечення. В роботах [13-14] досліджується, як управління конфліктами може сприяти ефективності в таких середовищах за допомогою посередництва рівня координації команди. У статті [15] висвітлюються причини конфліктів, які найчастіше виникають у проектах, і в основному використовуються методи вирішення конфліктів.

Мета статті полягає у з'ясуванні сутності, причин і характеру тих конфліктів, що можуть виникати в процесі виконання проектів, та їхнього впливу на перебіг цього процесу та на характер міжособистих взаємовідносин між членами проектною команди та іншими зацікавленими сторонами. Перш за все передбачається визначити доцільні дії керівника проекту, спрямовані на запобігання конфліктів, а також зміст і характер раціонального управління конфліктами у разі їх виникнення. Ця стаття продовжує серію робіт з аналізу поведінкових компетенцій фахівця з управління проектами [16-18].

Виклад основного матеріалу дослідження вважаємо за доцільне розпочати з того факту, що, як пише дослідник із Кенії Каріукі Муїгуа, «управління проектами – це методологічний підхід до досягнення узгоджених результатів протягом певного періоду часу з певними ресурсами і включає в себе застосування знань, навичок, інструментів і методів для широкого спектру дій, щоб задовольнити вимогам проекту» [9, с. 1]. Через це практика використання цієї технології пов'язана з організацією спільної діяльності людей різного професійного профілю та різної кваліфікації.

Практично ж будь-яка спільна діяльність містить у собі потенційно конфліктні відмінності в цілях і цінностях, інтересах, мотивах і прагненнях її учасників. Різними, інколи навіть прямо протилежними можуть бути сприйняття ними однієї й тієї ж ситуації, різні погляди на можливості, шляхи і способи її подолання. Однак належний рівень вихованості людей, їхньої толерантності й корпоративної культури у більшості випадків дозволяє людям дійти порозуміння та уникати

переростання потенційно конфліктних ситуацій у реальні конфлікти. Цьому активно сприяють також згуртованість, товариськість і доброзичливість як норми взаємовідносин в проектній команді.

В той же час, ситуації, в яких суперечності між учасниками спільної діяльності зачіпають їхні матеріальні інтереси, особисту гідність, соціальний статус тощо, імовірність трансформації подібних ситуацій у конфлікт істотно зростає. Оскільки конфлікти здатні викликати турбулентність в проектній команді, призводити до руйнівних наслідків, навіть до унеможливлення виконання завдань проекту, керівник повинен мати належну конфліктологічну компетенцію, насамперед володіти технікою управління конфліктами.

Слід звернути увагу й на ту обставину, що, як справедливо зазначають О. Романовський, О. Пономарьов та Н. Підбуцька, «крім індивідуальних, існують ще й різного роду групові особливості, риси і якості, цілі та інтереси, притаманні певній спільноті. Вони бувають зумовлені етнонаціональними, соціокультурними, ментальними, релігійними, професійними та іншими чинниками». Вчені підкреслюють, що на ці особливості «можуть впливати також політичні і навіть спортивні уподобання» [7, с. 68]. Такі обставини можуть виникати між згуртованою проектною командою й деякими іншими угрупованнями, причетними до проекту, які не поділяють цілей і цінностей команди, принципів взаємовідносин, що склалися в ній.

Міжгрупові конфлікти небезпечні тим, що вони викликають напруження в команді, переключають увагу й енергію учасників з виконання безпосередніх робіт і завдань, передбачених проектом, на «з'ясування взаємовідносин». Разом з тим, ці конфлікти вкрай негативно впливають на психологічний стан членів команди й руйнують командний дух як важливий чинник ефективності діяльності проектною команди. У зв'язку з цим важливим обов'язком керівника є постійний моніторинг стану взаємовідносин в команді, підтримання почуття товариськості та зміцнення згуртованості. Ці речі мають ставати не просто нормами взаємовідносин, а сприйматися командою і кожним її учасником на рівні важливих життєвих цінностей, формувати у членів команди почуття гордості за свою приналежність до її складу.

Кожному конфлікту, незалежно від його причин і виду, від характеру протікання та першоджерел, притаманна досить чітко виражена психологічна структура. Так, одним із джерел конфлікту може виступати суперництво між учасниками спільної діяльності з виконання проектних завдань. Поширеним його різновидом є суперництво за лідерство в групі, що здійснює певний підпроект, чи в проектній команді взагалі. В останньому випадку суперники прагнуть обійняти позицію «ближче до керівництва». Подібні прояви відносин спостерігаються практично в будь-якій сфері спільної діяльності певної групи людей, особливо коли серед них є дві чи більше амбітних особистостей.

З метою попередження чи уникнення появи конфлікту або принаймні знизити інтенсивність його негативного впливу на взаємовідносини між членами колективу керівник повинен добре знати психологічні особливості свого персоналу, приділяючи увагу саме конфліктним особистостям. У разі, коли їхня амбітність ґрунтується на високому професіоналізмі та наявності у них виражених лідерських якостей, доцільно делегувати їм певні управлінські повноваження. Крім того, при розподілі завдань і функцій слід розвести таких людей по різних групах, що унеможливлуватиме їхнє суперництво і сприятиме запобіганню конфліктних ситуацій.

Це повною мірою стосується і конфліктів, які можуть виникати в практиці управління проектами й супроводжувати її. Дійсно, кожен учасник проектною команди в процесі виконання своїх завдань, по-перше, певною мірою виходить із своїх цілей та інтересів, які й зумовлюють його участь у проекті. По-друге, кожен учасник вважає саме свої цілі й завдання, свій підхід до їх виконання важливими та пріоритетними. По-третє, через надзвичайну складність людської природи між людьми майже в будь-якому колективі часто можуть виникати, інколи із зовсім невідомих причин, відносини симпатії, антипатії чи байдужості, які хоча і не впливають безпосередньо на виникнення конфлікту, але зумовлюють підтримку людиною однієї з його сторін.

При цьому неприйнятною є ситуація, коли на підставі симпатії чи антипатії та під їхнім впливом на бік однієї із сторін конфлікту стає керівник проекту. Для успішного подолання конфлікту раціональною уявляється для нього рівновіддалена стосовно цих сторін позиція. Вона має передбачати таку ситуацію, коли керівник знайомиться зі змістом конфлікту та його джерелами і визначає позиції сторін конфлікту та їхні претензії одної до іншої. Важливо також, щоб у рішенні стосовно подолання конфлікту, яке він прийматиме, знайшли певне місце пропозиції обох сторін.

Вважаємо характерним, що конфлікти в управлінні проектами можуть інколи виникати і ззовнішньо, здавалося б, цілком нормальних причин. Так, в процесі обговорення складної неочікуваної ситуації й пошуку раціональних шляхів її подолання дві людини можуть запропонувати альтернативні варіанти рішення. За результатами їхнього аналізу звичайно обирається один з них. Якщо автор другого варіанту є конфліктною особистістю, він буде прагнути всіляко гальмувати використання обраного рішення і доводити переваги свого варіанту, навіть якщо вони незначні, а то і взагалі існують лише у його уяві. Для практики ж управління проектами вибір кращої альтернативи, крім суто технологічних аспектів, має ґуртуватися також на міркуваннях забезпечення заздалегідь обумовлених показників якості очікуваного результату, бюджету проекту й терміну його виконання та здачі замовнику.

Переважну більшість конфліктів, що можуть виникати в команді, мають розв'язувати відповідні

менеджери, у більш серйозних випадках цим повинен займатися безпосередньо керівник проекту. У зв'язку з цим всім їм необхідна розвинена конфліктологічна компетентність, в першу чергу уміння запобігати конфліктам та управляти ними у разі виникнення.

Ця компетентність включає також знання і розуміння керівником його можливих хибних дій, здатних породжувати конфліктні ситуації та конфлікти. Основними з таких дій виступають порушення керівником норм трудового законодавства, порушення ним ділової і службової етики й корпоративної культури, зловживання своїми владними повноваженнями та несправедлива оцінка підлеглих, результатів їхньої праці та внеску в реалізацію проекту.

Потужним засобом запобігання конфліктам в управлінні проектами є розвинена корпоративна культура в проектній команді і дотримання відносин доброзичливості та взаємодопомоги між учасниками спільної діяльності. Надзвичайно ефективним засобом виступає також практика демократичного обговорення проблемних ситуацій і участь членів команди у підготовці управлінських рішень. До речі, слід чітко зазначити, що остаточне прийняття рішення завжди є виключною функцією керівника проекту, який несе повну відповідальність за його можливі результати й наслідки.

В загальній системі поведінкових компетенцій фахівця з управління проектами істотне місце приділяється характеру моделі поведінки керівника в умовах конфлікту. Так, адекватною цим умовам вважається поведінка, коли він вміє обговорювати з командою проблеми, дискутувати і бути посередником та відчувати можливості виникнення конфлікту. Такий керівник завжди доступний, готовий вислухати кожного й позитивно реагує на критичні зауваження. Натомість для керівника, чия поведінка вимагає корекції, досить характерними є відсутність уміння аналізувати неформальні відносини в команді, ігнорування можливостей конфлікту та провокування розбіжностей. Він завжди зайнятий, квапливий, дотримується виключно офіційних форм спілкування, ображається на критику. Тому він звичайно злопам'ятний та агресивний, приймає рішення переважно одноосібно. Тож цілком зрозуміло, що й належну ефективність виконання проектних завдань командою такого керівника забезпечити досить проблематично, що ймовірність конфліктів у цій команді може бути достатньо високою, а самі конфлікти – руйнівними.

Своєрідною є ситуація, коли сенс конфлікту виходить за межі проектною команди. Прикладами можуть бути згадувані вище випадки, що вимагають збільшення бюджету проекту чи тривалості його виконання, різні підходи керівника проекту і його команди та інших зацікавлених сторін до визначення способів виконання певних спеціалізованих робіт та оцінки їхньої вартості. В таких випадках виникає об'єктивна потреба в залученні до розв'язання конфлікту фахівців – конфліктологів, психологів чи

юристів. При цьому слід довіряти їхнім рекомендаціям, особливо стосовно компромісів, з тим, щоб не доводити справу до судового розгляду. Адже це негативно впливає на ділову репутацію керівника проекту та його команди. Крім того, судова тяганина пов'язана з додатковими витратами та з непередбачуваним результатом.

Висновки. Виконане дослідження й викладені міркування дозволяють дійти таких висновків. По-перше, конфлікт є цілком закономірним проявом і результатом об'єктивної відмінності цілей, прагнень та інтересів різних учасників спільної діяльності, одним з різновидів якої є управління проектами. Конфлікт виникає, якщо зачіпаються матеріальні інтереси, особиста гідність чи соціальний статус людини. По-друге, конфлікт є небажаним утворенням, оскільки він здатний істотно ускладнити завдання з виконання проекту, а то й завдати руйнівних наслідків для проектною команди та її діяльності. По-третє, конфліктом необхідно правильно управляти, щоб успішно долати його та послаблювати його негативні наслідки. По-четверте, управління конфліктами має передбачати формування командного духу, демократизацію міжособистих взаємовідносин та розвиток конфліктологічної компетенції керівника та менеджерів проекту.

Список літератури

1. Бабаєв В.М. *Управління проектами: Навчальний посібник*. Харків: ХНАМГ, 2006. 244 с.
2. Багратиони К. А. Психологический подход к конфликтменеджменту проектов: типология, причины, управление (часть 1). *Управление проектами и программы*. 2011. №3. С. 212–221.
3. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С. *Управление проектами: основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1)*. [2-е изд.]. К.: ІРІДУМ, 2010. 208 с.
4. Данченко О. Б., Бедрий Д. І., Семко І. Б. Управління конфліктами наукового проекту. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2019. № 2 (1327). С. 28–35.
5. Кононенко І. В., Колесник М. Э. Оптимизация содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. №1/10 (55). С. 13–15.
6. Новікова, Н. Управління конфліктами в організації: підходи до вирішення та профілактики. *Галицький економічний вісник*. 2013. № 2 (41). С.79–83
7. Романовський О. Г., Пономарьов О. С., Підбуцька Н. В. *Конфліктне спілкування в інженерній діяльності: навчальний посібник*. Харків: НТУ «ХПІ», 2014. 293 с.
8. Шерстюк, О. И., Колесников А. Е. Использование метода ранжирования при формировании необходимого набора компетенций команды проекта. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2018. № 2 (1278). С. 31–37.
9. Kariuki Muigua. Dealing with Conflicts in Project Management. Chartered Institute of Arbitrators (Kenya), *Alternative Dispute Resolution*. 2018; 6(2): P. 1-36.
10. Lloyd S.R. Conflict resolution: steering clear of the drama triangle. *Rural Telecommunication*, 2001. (20:5). pp. 30-34.
11. Ohlendorf A. *Conflict Resolution in Project Management*: 2001.
12. Deepak Kumar Nunkoo, Roopesh Kevin Sungkurio. Team conflict dynamics & conflict management: derivation of a model for software organisations to enhance team performance and software quality. *Global Transitions Proceedings*. 2 (2021) pp. 545–552.

13. Amin Akhavan Tabassiac, David JamesBrydeb, Aldrin Abdullah, Maria Argyropoulouc. Conflict Management Style of Team Leaders in Multi-Cultural Work Environment in the Construction Industry. *Procedia Computer Science*. Volume 121, 2017, pp. 41-46.
14. A.P. Correia Dealing with conflict in learning teams immersed in technology-rich environments: A mixed-methods study. *Education and Information Technologies* (2019), pp. 1-23.
15. Sudhakar, G. P. (2015). A review of conflict management techniques in projects. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 12(2), pp. 214–232.
16. Grinchenko M., Ponomaryov O., Lobach O. Leadership as factor for building a project team. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2018. № 1 (3). – С. 13-21. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.013>
17. Гринченко М. А., Пономарьов О. С., Лобач О. В. Лідерство в системі поведінкових компетенцій фахівця з управління проектами. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2018. № 2 (1278). С. 81-87. DOI: 10.20998/2413-3000.2018.1278.12
18. Гринченко М. А., Пономарьов О. С., Лобач О. В. Надежность как характеристика проектной команды. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2018. № 4 (6). С. 154-160. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.6.154>

References (transliterated)

1. Babaiev V.M. *Upravlinnia proektamy: Navchalnyi posibnyk*. [Project Management: A Study Guide.]. Kharkiv: KNAME, 2006. 244 p.
2. Bahratyony K. A. *Psikhologicheskyy podkhod k konfliktmenedzhmentu proektov: typolohiya, prychny, upravlyenye (chast 1)*. *Upravlyenye proektamy u prohrammamy* [Project and program management]. 2011. No.3. P. 212–221.
3. Bushuev S. D., Bushueva N. S. *Upravlyenye proektamy: osnovy professionalnykh znaniy u sistema otsenky kompetentnosti proektnykh menedzherov* [Project management: the basics of professional knowledge and a system for assessing the competence of project managers](National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1). [2-e yzd.]. K.: IRIDIUM, 2010. 208 p.
4. Danchenko O. B., Bedrii D. I., Semko I. B. *Upravlinnia konfliktamy naukovoho proektu*. [Conflict management research project]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seria: *Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. 2019. No. 2 (1327). P. 28-35.
5. Kononenko Y. V., Kolesnyk M. Э. *Optymyzatsiya soderzhaniya proekta po kryteriyam prybyl, vremia, stoymost, kachestvo, risky* [Optimization of the content of the project according to the criteria of profit, time, cost, quality, risks.]. *Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [East European Journal of Advanced Technologies.]. Kharkiv: NTU "KhPI", 2012. No.1/10 (55). P. 13–15.
6. Novikova, N. *Upravlinnia konfliktamy v orhanizatsii: pidkhody do vyrishennia ta profilaktyky* [Conflict management in the organization: approaches to resolution and prevention.]. *Halytskyi ekonomichnyi visnyk* [Galician Economic Bulletin.]. 2013. No. 2 (41). S.79-83
7. Romanovskiy O. H., Ponomarov O. S., Pidbutska N. V. *Konfliktne spilkuvannia v inzhenernii diialnosti: navchalnyi posibnyk* [Conflict communication in engineering: a textbook.]. Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. 293 p.
8. Sherstyuk, O. I., Kolesnikov A. E. *Ispolzovanie metoda ranzhirovaniya pri formirovani neobhodimogo nabora kompetentsiy komandy proekta* [Using the ranking method in the formation of the required set of project team competencies.]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seria: *Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. Kharkiv: NTU "KhPI", 2018. No.2 (1278). P. 31
9. Kariuki Muigua. Dealing with Conflicts in Project Management. Chartered Institute of Arbitrators (Kenya), *Alternative Dispute Resolution*. 2018; 6(2): P. 1-36.

10. Lloyd S.R. Conflict resolution: steering clear of the drama triangle. *Rural Telecommunication*, 2001. (20:5). pp. 30-34.
11. Ohlendorf A. *Conflict Resolution in Project Management*: 2001.
12. Deepak Kumar Nunkoo, Roopesh Kevin Sungkurio. Team conflict dynamics & conflict management: derivation of a model for software organisations to enhance team performance and software quality. *Global Transitions Proceedings*. 2 (2021) pp. 545–552.
13. Amin Akhavan Tabassiac, David JamesBrydeb, Aldrin Abdullaha, Maria Argyropoulouc. Conflict Management Style of Team Leaders in Multi-Cultural Work Environment in the Construction Industry. *Procedia Computer Science*. Volume 121, 2017, pp. 41-46.
14. A.P. Correia Dealing with conflict in learning teams immersed in technology-rich environments: A mixed-methods study. *Education and Information Technologies* (2019), pp. 1-23,
15. Sudhakar, G. P. (2015). A review of conflict management techniques in projects. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 12(2), pp. 214–232.
16. Grinchenko M., Ponomaryov O., Lobach O. Leadership as factor for building a project team. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnolohii v promyslovosti* [Innovative technologies and scientific solutions for industries]. 2018. № 1 (3). – С. 13-21. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.013>
17. Hrychenko M. A., Ponomarov O. S., Lobach O. V. Liderstvo v systemi povedinkovykh kompetentsii fakhivtsia z upravlinnia proektamy [Leadership in the contest system of the project management behavioral competences]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya: Stratezhichne upravlinnia, upravlinnia portfeliami, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. Kharkiv: NTU "KhPI", Kharkiv: NTU "KhPI". 2018. No. 2 (1278). P. 81-87. DOI: 10.20998/2413-3000.2018.1278.12
18. Grinchenko M. A., Ponomarov O. S., Lobach O. V. Nadezhnost kak harakteristika proektnoy komandyi [Reliability as a characteristic of the project team]. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnolohii v promyslovosti* [Innovative technologies and scientific solutions for industries]. 2018. No. 4 (6). S. 154-160. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.6.154>

Надійшла (received) 19.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Гринченко Марина Анатоліївна (Гринченко Марина Анатольевна, Grinchenko Marina) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедри стратегічного управління, м. Харків, Україна; e-mail: marinagrunchenko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8383-2675>

Пономарьов Олександр Семенович (Пономарев Александр Семенович, Ponomaryov Olexandr) – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", професор кафедри педагогіки і психології управління соціальними системами, Харків, Україна; e-mail: palex37@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4698-2620>.

Лобач Олена Володимирівна (Лобач Елена Владимировна, Lobach Olena) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри стратегічного управління, Харків, Україна; email: e.v.lobach@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7494-9997>.

Харченко Алла Олександрівна (Харченко Алла Александровна, Kharchenko Alla) – кандидат економічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри економічної кібернетики та маркетингового менеджменту, Харків, Україна; email: alex2995@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8536-2857>.

I. В. РИБАЛКО

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОВИМИ РИЗИКАМИ АРТ-ПРОЄКТІВ

Пропонується розроблена математична модель управління поведінковими ризиками арт-проектів, яка створена на основі побудованої раніше концептуальної моделі «Палітра». Виявлені ризики арт-проектів, детальний опис яких представлений в попередніх наукових роботах автора, були розподілені між чотирьма джерелами, які і склали основу концептуальної моделі «Палітра». Враховуючи надзвичайну важливість впливу людського фактору на арт-проект, визначені ризики з чотирьох джерел були віднесені до групи поведінкових ризиків. Автором запропоновано визначення поведінкових ризиків в контексті реалізації саме арт-проектів, як деструктивна поведінка члена команди арт-проекту, що може стати на заваді отриманню продукту арт-проекту чи успішності проекту в цілому. Аналіз наукових робіт в області розробки та застосування математичних моделей в управлінні проектами показав доцільність та практичну ефективність даного методу. Математична модель стала дієвим інструментом менеджера проектів будь-якої сфери у розрахунках різних показників, важливих при розробці планів управління проектом. Згідно концептуальної моделі «Палітра» та математичної моделі, автором розроблено спектральна палітра (шкала), за допомогою якої можна отримати характеристику, що визначає наскільки є ризиковим кожен з потенційних членів команди для виконання певного арт-проекту в залежності від сектора, в який занесено результат розрахунку імовірності настання поведінкового ризику. Зроблено висновки про те, що застосування даної математичної моделі має практичну цінність для менеджера арт-проектів при розробці плану протиризикових заходів та вибору стратегії поведінки з урахуванням отриманої оцінки кожного потенційного члена команди арт-проекту. Визначення ступеня ризикованості кожного члена команди арт-проекту дає менеджеру відповіді на багато запитань щодо мотивів окремих дій певного члена команди, пояснює його поведінку і при виконанні особистих задач і у взаємодії з іншими членами команди і стейкхолдерами арт-проекту. Подальша наукова робота автора полягає в розробці методів управління поведінковими ризиками арт-проектів, які будуть спрямовані на підвищення ефективності управління командою арт-проектів задля його успішної реалізації.

Ключові слова: арт-проекти; поведінкові ризики; джерело ризиків; математична модель; управління поведінковими ризиками; команда арт-проекту.

I. В. РЫБАЛКО

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИМИ РИСКАМИ АРТ-ПРОЕКТОВ

Предлагается разработанная математическая модель управления поведенческими рисками арт-проектов, созданная на основе построенной ранее концептуальной модели «Палитра». Выявленные риски арт-проектов, подробное описание которых представлено в предыдущих научных работах автора, были распределены между четырьмя источниками, составившими основу концептуальной модели «Палитра». Учитывая чрезвычайную важность влияния человеческого фактора на арт-проект, выявленные риски из четырех источников были отнесены в группу поведенческих рисков. Автором предложено определение поведенческих рисков в контексте реализации именно арт-проектов, как деструктивное поведение члена команды арт-проекта, что может помешать получению продукта арт-проекта или успешности проекта в целом. Анализ научных работ в области разработки и применения математической модели в управлении проектами показал целесообразность и практическую эффективность данного метода. Математические модели стали действенным инструментом менеджера проектов любой сферы в расчетах разных показателей, важных при разработке планов управления проектом. Согласно концептуальной модели «Палитра» и математической модели, автором разработана спектральная палитра (шкала), с помощью которой можно получить характеристику, определяющую насколько рискованым является каждый из потенциальных членов команды для выполнения определенного арт-проекта в зависимости от сектора, в который занесен результат расчета вероятности наступления поведенческого риска. Сделаны выводы о том, что применение данной математической модели имеет практическую ценность для менеджера арт-проектов при разработке плана противорисковых мер и выборе стратегии поведения с учетом полученной оценки каждого потенциального члена команды арт-проекта. Определение степени рискованности каждого члена команды арт-проекта дает менеджеру ответы на многие вопросы по поводу мотивов отдельных действий определенного члена команды, объясняет его поведение и при выполнении личных задач, и во взаимодействии с другими членами команды и стейкхолдерами арт-проекта. Дальнейшая научная работа автора заключается в разработке методов управления поведенческими рисками арт-проектов, направленных на повышение эффективности управления командой арт-проектов для его успешной реализации.

Ключевые слова: арт-проекты; поведенческие риски; источник рисков; математическая модель; управление поведенческими рисками; команда арт-проекта.

I. RYBALKO

MATHEMATICAL MODEL OF BEHAVIORAL RISK MANAGEMENT IN ART PROJECTS

The developed mathematical model of behavioral risk management of art-projects, created on the basis of the conceptual model "Palette" built earlier, is offered. The identified risks of art-projects, a detailed description of which is presented in previous scientific works of the author, were distributed between the four sources that formed the basis of the conceptual model "Palette". Given the extreme importance of the influence of the human factor on the art project, the identified risks from the four sources were classified in the group of behavioral risks. The author proposed the definition of behavioral risks in the context of the implementation of art projects, as destructive behavior of the art project team member, which can prevent the receipt of the art project product or the success of the project as a whole. The analysis of scientific works in the field of development and application of mathematical model in project management showed the expediency and practical effectiveness of this method. The mathematical model has become an effective tool for a project manager of any field in the calculation of various indicators important in the development of project management plans. According to the conceptual model "Palette" and the mathematical model, the author has developed a spectral palette (scale), which can be used to obtain a characteristic that determines how risky each of the potential team members to perform a certain art project, depending on the sector in which the result of the calculation of the probability of behavioral risk is entered. It is concluded that the application of this mathematical model is of practical value for the art-project manager in developing a plan of antirisk measures and choosing a behavioral strategy taking into account the

© I. В. Рибалко, 2022

obtained assessment of each potential team member of an art-project. Determining the degree of riskiness of each art-project team member gives the manager answers to many questions about the motives of individual actions of a certain team member, explains his behavior in performing personal tasks, and in interaction with other team members and art-project stakeholders. Further scientific work of the author is to develop methods of behavioral risk management of art-projects, aimed at improving the effectiveness of art-project team management for its successful implementation.

Keywords: art-projects; behavioral risks; risk source; mathematical model; behavioral risk management; art-project team.

Вступ. Реалізація кожного проекту має за мету не просто процес його виконання, але й досягнення поставлених цілей згідно із запланованими параметрами, показниками та вимогами. Враховуючи те, що будь який проект реалізують люди, особлива увага менеджера проектів має бути спрямована на загрози, що пов'язані з діяльністю людини. Тобто на, так званий, людський фактор, або дії людини в ході виконання проекту, що викликають відповідну реакцію в оточуючому її середовищі.

У переважній більшості людський фактор використовують в негативному сенсі і відносять до поведінкових ризиків. Автор пропонує визначення поведінкових ризиків у контексті реалізації саме арт-проектів, як деструктивну поведінку члена команди арт-проекту, що може стати на заваді отриманню продукту арт-проекту чи успішності проекту в цілому. Тож визначити і завчасно розробити план необхідних заходів для уникнення або мінімізації таких ризиків значно підвищить шанси зробити арт-проект успішним.

Діяльність творчої людини, як члена команди арт-проекту в рамках виконання певних завдань, вимагає від менеджера допомоги в систематизації, управлінні та контролі його роботи. Під час створення твору мистецтва, творча особистість заглиблюється в процес, що поглинає не лише час, думки, виснажує фізично, але й змінює його сприйняття як оточуючого середовища, так і, безпосередньо, власного відношення до процесу та результату. Втрата відчуття часу, суб'єктивне ставлення до якості отриманого продукту, психологічна та фізична втома, завищені вимоги щодо матеріалів або інших ресурсів, необхідних для роботи – все це лише деякі людські фактори, що створюють загрози для негативного впливу на цілі управління проектами: час, бюджет, зміст, якість [12].

Розробка математичної моделі управління поведінковими ризиками арт-проектів – це реальний і дієвий інструмент для менеджера таких проектів. Він допоможе йому визначити ступінь ризикованості кожного діючого члена команди, якщо виконання арт-проекту вже розпочато, або кожного потенційного члена на етапі формування команди арт-проекту. Визначення ступеня ризикованості кожного члена команди арт-проекту дасть відповідь на багато запитань щодо мотивів окремих дій певного члена команди чи пояснення його поведінки і при виконанні особистих задач, і при взаємодії з іншими членами команди й стейкхолдерами арт-проекту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як вже зазначалось в [12], управління ризиками в проектах [1] на сьогодні доволі досліджена тема, але й досі актуальна в з причини різноманітності видів проектів та їх специфіки. Наприклад, наукові роботи

Бушуєва С.Д., Вітлінського В.В., Грабового П.Г., Данченко О.Б., Ярошенко Ф.О., Каленюка І.С. Донець О.М. та інших пропонують загальні підходи до управління ризиками і їх адаптацію до сучасних умов реалізації проектів в Україні. Але увага з боку науковців щодо досліджень ризиків саме арт-проектів [2, 3, 6-8] на сьогодні дуже незначна [12]. Особливо, якщо мова йде про врахування поведінкових ризиків при формуванні команди арт-проектів.

Щодо огляду наукових праць про розробку і застосування математичної моделі, як інструменту для розрахунку показників в проектах з метою підвищення ефективності їх успішного виконання, проведений аналіз показав доцільність її використання в проектах різних сфер. Наприклад, в наведених далі роботах математична модель була застосована для:

- розробки методів протиризикового управління зацікавленими сторонами проектів агропромислового комплексу [10];

- розрахунку професійних компетенцій членів команди ІТ-проектів з метою усунення недоліків знань, необхідних для виконання певного ІТ-проекту [5];

- визначення рівня цінностей потенційного члена команди проекту (при застосуванні ціннісно-орієнтованого підходу формування проектної команди), з метою оптимізації часу управління комунікаційними бар'єрами [17];

- розробки методів протиризикового управління стейкхолдерами проектів вітроенергетики на основі балансу ризиків: збільшення можливості позитивного впливу учасників та зменшення можливості настання загроз [19];

- розробки методики оптимізації чисельності суднового екіпажу, при застосуванні якої правильне поєднання здібностей людини і можливостей судна обумовлює оптимальне використання людиною технічних засобів відповідно до їх призначення [9];

- визначення «ступенів довіри» членів команд освітніх проектів підвищення кваліфікації та оцінка кадрових ризиків в таких проектах [11];

- розрахунку вартості та часу виконання бізнес-процесів наукових установ з урахуванням ризиків та додаткових витрат [4].

Тож, як бачимо з вищенаведеного аналізу наукових робіт, розробка та застосування математичних моделей широко застосовується в управлінні проектами в різних сферах. І безпосередньо, в управлінні командою проектів. На основі отриманих результатів розрахунків, менеджер проекту може розробити план управління командою проекту, обравши оптимальні методи, які, в свою чергу, здатні значно підвищити ефективність реалізації проекту.

Метою статті є представлення чотирьох джерел поведінкових ризиків концептуальної моделі «Палітра» і розробка на її основі математичної моделі управління поведінковими ризиками арт-проектів.

Виклад основного матеріалу. Математична модель – це спосіб описати реальну життєву ситуацію або реальний об’єкт за допомогою математичних

символів для подальшого його вивчення. Це «сукупність математичних співвідношень, рівнянь, нерівностей тощо, що описують основні закономірності, притаманні досліджуваному процесу, об’єкту або системі» [18].

Математична модель управління поведінковими ризиками арт-проектів розроблена автором на основі концептуальної моделі «Палітра» (рис. 1) [16].

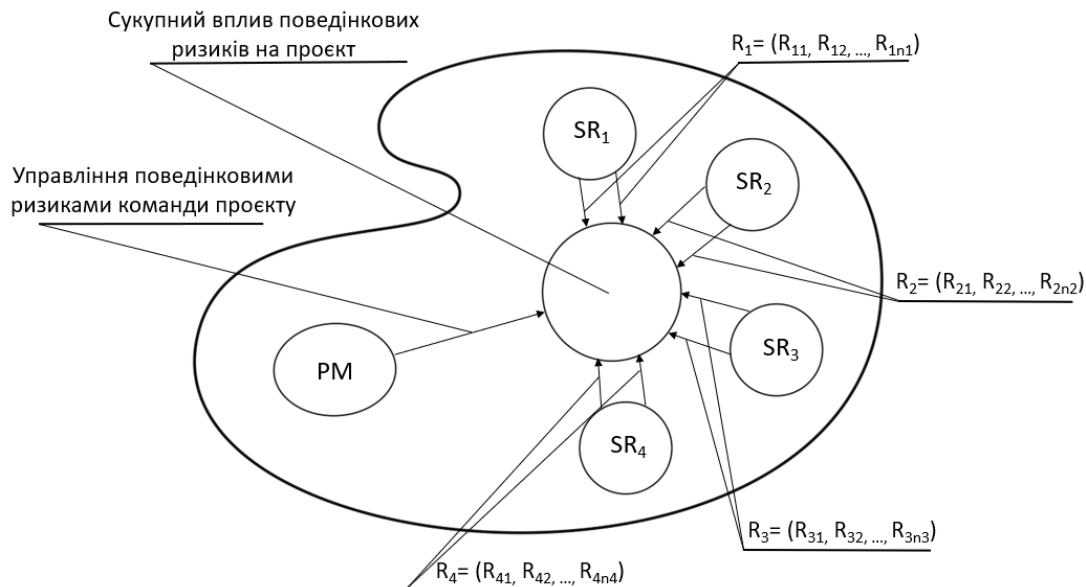


Рис. 1. Концептуальна модель управління поведінковими ризиками арт-проектів «Палітра»

Джерело: створено автором.

Всі ризики арт-проектів, умовно поділені на чотири джерела (SR – source of risk) їх виникнення і символізують «чисті» фарби:

- SR1 – перше джерело (специфіка арт-проектів [12]);
- SR2 – друге джерело (психологія творчих особистостей [13]);
- SR3 – третє джерело (віддалений формат роботи [14]);
- SR4 – четверте джерело (слабка формалізація арт-проектів [15]).

Дана математична модель є засобом розрахунку сукупного впливу всіх поведінкових ризиків з чотирьох джерел на арт-проект, що проводиться на етапі формування команди арт-проектів, або на етапі планування у разі вже призначеної команди.

Спочатку розрахуємо кількість поведінкових ризиків команди арт-проектів з усіх чотирьох джерел поведінкових ризиків, визначених вище, за формулою:

$$n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4, \quad (1)$$

де n – загальна кількість ризиків команди арт-проектів;

n_1 – кількість ризиків з першого джерела (специфіка арт-проектів);

n_2 – кількість ризиків з другого джерела (психологія творчих особистостей);

n_3 – кількість ризиків з третього джерела (віддалений формат роботи);

n_4 – кількість ризиків з четвертого джерела (слабка формалізація арт-проектів).

Визначення поведінкового ризику потенційного члена команди арт-проектів проводиться за формулою:

$$R_x = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij}, \quad (2)$$

де R_x – поведінковий ризик потенційного члена команди арт-проектів ($x = \overline{1, K}$);

K – кількість потенційних членів команди;

i – номер джерела ризику арт-проектів ($i = \overline{1, 4}$);

j – номер ризику в групі i ($j = \overline{1, n_i}$);

R_{ij} – j -ий ризик від i -того джерела ($R_{ij} = \overline{0, 10}$).

Визначаємо імовірність настання поведінкового ризику потенційного члена команди арт-проектів за формулою:

$$R_{ij} = P_{ij} \cdot V_{ij}, \quad (3)$$

де P_{ij} – імовірність настання ризику ($P_{ij} = \overline{0, 1}$);

V_{ij} – вплив ризику R_{ij} на ефективність роботи потенційного члена команди арт-проектів (бальна

шкала, запропонована автором, де 1 – найменший вплив, 10 – найбільший вплив).

Кожна група ризиків з чотирьох джерел може бути представлена множинами:

$R_1 = (R_{11}, R_{12}, \dots, R_{1n_1})$ – множина ризиків першого джерела з кількістю n_1 ризиків;

$R_2 = (R_{21}, R_{22}, \dots, R_{2n_2})$ – множина ризиків другого джерела з кількістю n_2 ризиків;

$R_3 = (R_{31}, R_{32}, \dots, R_{3n_3})$ – множина ризиків третього джерела з кількістю n_3 ризиків;

$R_4 = (R_{41}, R_{42}, \dots, R_{4n_4})$ – множина ризиків четвертого джерела з кількістю n_4 ризиків.

Цільова функція розробленої математичної моделі представлена у вигляді:

$$R_x \rightarrow \min, \quad (4)$$

де $R_x = \overline{0,40_{ni}}$.

Згідно з концептуальної моделі «Палітра» та математичної моделі, автором розроблена спектральна палітра (шкала), за допомогою якої можна отримати характеристику, що визначає наскільки є ризиковим кожен з потенційних членів команди для виконання певного арт-проєкту в залежності від сектора, в який занесено результат розрахунку імовірності настання поведінкового ризику (рис. 2).



Рис. 2. Спектральна палітра (шкала) для визначення ступеню ризиковості потенційних членів команди арт-проєкту

Джерело: створено автором.

Кожен сектор спектральної палітри має певний діапазон поведінкового ризику.

Зелений сектор, де ступінь ризиковості потенційних членів команди з мінімальним впливом на арт-проєкт, має діапазон від 0 до 13 балів, які розподілені наступним чином:

1 – від 0 до 4 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають мінімальний вплив на арт-проєкт, наслідки яких здатні загальмувати виконання окремих задач, але не впливають на загальну роботу над проєктом.

2 – від 5 до 8 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають слабкий вплив на арт-проєкт, наслідки яких можуть негативно вплинути на виконання окремих задач, але без шкоди для отримання продукту проєкту та досягнення поставлених цілей.

3 – від 9 до 13 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають незначний вплив на арт-проєкт, не порушують загальний хід проєкту, всі ризики є контрольованими та не впливають на показники успішності проєкту.

Ризики потенційних членів команди, чий ступінь ризикованості знаходиться в межах зеленого сектору, не представляють загрози для арт-проєкту в цілому, не впливають на показники успішності проєкту, є прогнозованими, передбачуваними та контрольованими у повній мірі. Таких потенційних членів команди можна вважати надійними, комунікативними, гнучкими, продуктивними, здатними працювати в команді та виконувати окремі особисті завдання, розуміючи свою роль в проєкті.

Жовтий сектор, де ступінь ризиковості потенційних членів команди із середнім впливом на арт-проєкт, має діапазон від 14 до 26 балів, які розподілені наступним чином:

4 – від 14 до 17 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають вплив на арт-проєкт, що можуть негативно вплинути на загальний

хід проєкту, але наслідки для цілей проєкту незначні, які легко усунути.

5 – від 18 до 21 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають вплив на арт-проєкт і можуть мати відчутні негативні наслідки як на хід, так і на успішність проєкту.

6 – від 22 до 26 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають вплив на арт-проєкт і можуть завдати досить відчутних наслідків як реалізацію, так і на досягнення цілей та успішність проєкту.

Ризики потенційних членів команди, чий ступінь ризикованості знаходиться в межах жовтого сектору, представляють загрозу для реалізації та показників успішності проєкту, потребують безпосередньої уваги з боку менеджера арт-проєкту, постійного моніторингу всіх процесів, в яких задіяні дані потенційні члени команди, щоб своєчасно відреагувати на ризикову подію і застосувати засоби (згідно з розробленим планом управління поведінковими ризиками), що мінімізують її наслідки.

Червоний сектор, де ступінь ризиковості потенційних членів команди з високим впливом на арт-проєкт, має діапазон від 27 до 40 балів, які розподілені наступним чином:

7 – від 27 до 30 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають значний вплив на арт-проєкт і наслідки можуть порушити хід проєкту і призвести до часткового досягнення цілей чи показників успішності, або поставити реалізацію проєкту під загрозу.

8 – від 31 до 34 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають сильний вплив на арт-проєкт, наслідки яких можуть призвести до часткового досягнення цілей проєкту, створенню невідповідного запланованим параметрам продукту проєкту, або до рішення про припинення подальшої реалізації проєкту.

9 – від 35 до 40 балів. Поведінкові ризики потенційних членів команди мають катастрофічний вплив на арт-проект, наслідки яких будуть руйнівними для проекту. Такий проект має доволі малі шанси бути реалізованим взагалі.

Ризики потенційних членів команди, чий ступінь ризикованості знаходиться в межах червоного сектору, представляють реальну загрозу для реалізації та показників успішності проекту. Якщо менеджер проекту не має повноважень остаточно прийняти рішення щодо виключення цих потенційних членів команди з арт-проекту, йому доведеться постійно тримати під контролем всі, без виключення, процеси, в яких задіяні дані потенційні члени команди. Найкращий спосіб знизити наслідки ризикових подій, створених цими потенційними членами команди – відокремити їх від основних процесів, зменшити можливість спілкування з іншими потенційними членами команди, давати індивідуальні завдання, якість виконання яких не нанесе руйнівних наслідків для досягнення цілей проекту. Якщо менеджер арт-проекту має повноваження приймати остаточно рішення щодо набору команди, потенційних членів команди з показниками в межах червоного сектору, краще не залучати до реалізації проекту. Або залучати у разі крайньої необхідності, коли немає альтернативи.

Висновки. В роботі надано покроковий алгоритм розрахунку ступеня ризикованості потенційного члена команди арт-проекту в представлений математичній моделі управління поведінковими ризиками арт-проекту, яка, в свою чергу, розроблена на основі концептуальної моделі «Палітра». Запропоновано алгоритм визначення поведінкових ризиків в контексті реалізації саме арт-проектів. Розроблена детальна характеристика кожного кольорового сектору в спектральній палітрі (шкалі), за якою визначається ступінь ризиковості потенційних членів команди арт-проекту згідно отриманих розрахунків. Результат застосування даної математичної моделі має практичну цінність для менеджера арт-проектів при розробці плану протиризикових заходів та вибору стратегії поведінки з урахуванням отриманої оцінки кожного потенційного члена команди арт-проекту.

Список літератури

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Six Edition. USA. PMI. 2017. 574 p.
2. Бас Д.В. Аналіз ризиків арт-проектів. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 29. С. 12-18.
3. Бас Д.В. Арт-проекти, їх особливості та визначення. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2016. № 3. С. 57-62.
4. Бедрій Д.І. Математична модель оптимізації бізнес-процесів організації. *VII міжнародна конф. «Управління проектами у розвитку суспільства», 20-21 травня 2010р.: тези доп.* К.: КНУБА, 2010. С.19–21.
5. Водолазкіна, К.О. Дубровін В.І. Аналіз сумісної професійної ефективності команди проекту. *Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (21-23 вересня 2016р., м. Запоріжжя)*. Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. С. 122-123.

6. Данченко О.Б. Класифікація ризиків в проектах. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2012. № 1 (55). С. 26-28.
7. Данченко О.Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проектах. *Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук.пр.* 2014. № 1(49). С. 16-25.
8. Данченко О.Б., Бас Д.В. Метод управління цінністю арт-проекту. *Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XIV міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв*, 2018. С. 33-34.
9. Крамський, С.О. *Моделі та методи формування проектної команди на прикладі екіпажу морського судна: Автореф. дис...канд. техн. наук 05.13.22.* О.: ОНМУ, Політехдизайн, 2014. – 20 с.
10. Круль К. Я. Моделі протиризикового управління ризиками стейкхолдерів в проектах агропромислового комплексу. *Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XVI міжнар. наук.-практ. конф., м. Миколаїв 8-11 верес. 2020 р.* Миколаїв, 2020. – С. 61-63.
11. Кузьмінська, Ю. М. Кадрові ризики в проектах післядипломної освіти. *Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. «Стан та перспективи розвитку соціально-економічних систем в епоху економіки знань»*. Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2014. С. 77–80.
12. Рибалко І.В., Данченко О.Б., Заруцький С.О., Белова О.І. Огляд та класифікація особливостей арт-проектів як факторів ризику. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків : НТУ «ХПІ», 2021. № 1 (3). С. 16-23.
13. Рибалко І.В., Чаюн Н.С., Белова О.І. Психологічні аспекти творчої особистості та їх вплив на виконання арт-проекту. *Управління розвитком складних систем : збір. наук. пр.* Київ : КНУБА, 2020. № 44. С. 34-42.
14. Рибалко І.В. Трансформаційні процеси управління командами арт-проектів як джерело виникнення ризиків. *Освіта та наука: трансформація, відповідальність, академічна свобода : матеріали наук. конф., 5 березня 2021 р.* Київ : ВНЗ "Університет економіки та права "КРОК", 2021. URL : <https://conf.krok.edu.ua/ONTR/ESTR/paper/view/384>
15. Рибалко І.В., Данченко О.Б., Белова О.І. Слабка формалізація арт-проектів як джерело ризиків. *Управління проектами у розвитку суспільства. Управління проектами в умовах пандемії COVID-19 : тези доповідей XVIII Міжнар. наук.-практ. конф., 15 травня 2021 р.* Київ : КНУБА, 2021. С. 256-260.
16. Рибалко І.В., Харута В.С. Концептуальна модель управління командою арт-проектів. *Управління проектами: стан та перспективи : матеріали XVII міжнар. наук.-практ. конф., 10-11 вересня 2021 р.* Миколаїв : НУК, 2021. С. 69-71.
17. Романів Т.В. Аналіз моделей управління комунікаційними бар'єрами складних проектів на основі ціннісного підходу. *Європейський журнал передових технологій*. 2014. Вип. 4/3 (70). С. 23-28.
18. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. *Моделирование технологических процессов: учебник*. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. С. 344.
19. Sevostianova A.V. Mathematical model of risk management of stakeholders of wind power projects. *Science and Education a New Dimension: Humanities and Social Sciences*. Budapest, 2019. №2. P. 30–33.

References (transliterated)

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Six Edition. USA. PMI. 2017. 574 p
2. Bas D.V. Analiz ryzykiv art-proektiv. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 2017. Vyp. 29. S. 12-18.
3. Bas D.V. Art-proekty, yikh osoblyvosti ta vyznachennia. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnogo tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky* [Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Technical Sciences.]. 2016. No. 3. S. 57-62.
4. Bedrii D.I. [Mathematical model of business process optimization of the organization.]. *VII mizhnarodna conf. «Upravlinnia proektyamy u rozvytku suspilstva», 20-21 travnia 2010r.: tezy dop.* [VII International Conf. "Project Management in Society Development", May 20-21, 2010: thesis add.]. K.: KNUBA, 2010. P. 19–21.
5. Vodolazkina, K.O. Dubrovin V.I. [Analysis of joint professional efficiency of the project team.]. *Suchasni problemy i dosiahnennia v haluzi radiotekhniki, telekomunikatsii ta informatsiynyykh*

- tehnologii: Tezy dopovidei VIII Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii (21-23 veresnia 2016r., m. Zaporizhzhia) [Current issues and achievements in the field of radio engineering, telecommunications and information technology: Abstracts of the VIII International Scientific and Practical Conference (September 21-23, 2016, Zaporozhye)]. Zaporizhzhia : ZNTU. 2016. P. 122-123.
6. Danchenko O.B. Klasyfikatsiia ryzykiv v proektakh [Classification of risks in projects]. *Skhidno-Ievropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnologii* [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2012. No. 1 (55). P. 26-28.
 7. Danchenko O.B. Ohliad suchasnykh metodolohii upravlinnia ryzykamy v proektakh [Review of modern risk management methodologies in projects]. *Upravlinnia proektamy ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk.pr.* [Project management and production development: a collection of scientific papers]. 2014. No. 1(49). P. 16-25.
 8. Danchenko O.B., Bas D.V. Metod upravlinnia tsinnistiu art-proektu [Метод управління цінністю арт-проєкту]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy: materialy XIV mizhnar. nauk.-prakt. konf. Mykolaiv* [Project management: status and prospects: materials of the XIV International. scientific-practical conf. Mykolaiv], 2018. S. 33-34.
 9. Kramskiy, S.O. *Modeli ta metody formuvannya proektoi komandy na prykladi ekipazu morskoho sudna: Avtoref. dys...kand. tekhn. nauk 05.13.22* [Models and methods of forming a project team on the example of a ship's crew: Abstract. dis ... cand. tech. science]. O.: ONMU, Politekhdyzain, 2014. 20 p.
 10. Krul K. Ya. Modeli protyryzykovoho upravlinnia ryzykamy steikkholderiv v proektakh ahropromyslovoho kompleksu [Models of risk management of stakeholder risks in agro-industrial projects]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy: materialy KhVI mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Mykolaiv 8-11 veres. 2020 r.* [Project management: status and prospects: materials of the XVI International. scientific-practical conf., Mykolaiv, September 8-11. 2020]. Mykolaiv, 2020. – S. 61-63.
 11. Kuzminska, Yu. M. Kadrovi ryzyky v proektakh pislidyplomnoi osvity [Personnel risks in postgraduate education projects]. *Materialy III mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Stan ta perspektyvy rozvytku sotsialno-ekonomichnykh system v epokhu ekonomiky znan»* [Materials III International. scientific-practical conf. "The state and prospects for the development of socio-economic systems in the era of the knowledge economy."]. – Luhansk : SNU im. V. Dalia, 2014. – S. 77–80.
 12. Rybalko I.V., Danchenko O.B., Zarutskiy S.O., Bielova O.I. Ohliad ta klasyfikatsiia osoblyvosti art-proektiv yak faktoriv ryzyku [Review and classification of features of art projects as risk factors]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliami, prohramamy ta proektamy.* [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. No. 1 (3). S. 16-23.
 13. Rybalko I.V., Chaiun N.S., Bielova O.I. Psykholohichni aspekty tvorchoi osobystosti ta yikh vplyv na vykonannya art-proiektu [Psychological aspects of creative personality and their influence on the implementation of an art project]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system : zbir. nauk. pr.* [Management of complex systems development: collection. Science. ave.]. Kyiv : KNUBA, 2020. No.44. P. 34-42.
 14. Rybalko I.V. [Transformational processes of art project team management as a source of risks.]. *Osvita ta nauka: transformatsiia, vidpovidalnist, akademichna svoboda :materialy nauk. konf., 5 bereznia 2021.* [Education and science: transformation, responsibility, academic freedom: materials of sciences. Conf., March 5, 2021] r. Kyiv : VNZ "Universytet ekonomiky ta prava "KROK", 2021. Available at: <https://conf.krok.edu.ua/ONTR/ESTR/paper/view/384>
 15. Rybalko I.V., Danchenko O.B., Bielova O.I. Slabka formalizatsiia art-proektiv yak dzherelo ryzykiv. Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva. Upravlinnia proektamy v umovakh pandemii COVID-19 : tezy dopovidei XVIII Mizhnar nauk.-prakt. konf., 15 travnia 2021 r. Kyiv : KNUBA, 2021. S. 256-260.
 16. Rybalko I.V., Kharuta V.S. Kontseptualna model upravlinnia komandoiu art-proektiv [Weak formalization of art projects as a source of risk.]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy : materialy XVII mizhnar. nauk.-prakt. konf., 7-10 veresnia 2021 r.* [Project management in the development of society. Project management in a COVID-19 pandemic: abstracts XVIII International scientific-practical. conf., May 15, 2021]. Mykolaiv : NUK, 2021. S. 69-71.
 17. Romaniv T.V. Analiz modelei upravlinnia komunikatsiinymy barieramy skladnykh proektiv na osnovi tsinnisnoho pidkhodu [Analysis of communication barrier management models of complex projects based on a value approach]. *Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnologii* [European Journal of Advanced Technology]. 2014. Vyp. 4/3 (70). P. 23-28.
 18. Sevostianov A.H., Sevostianov P.A. *Modelyrovanye tekhnolohycheskykh protsessov: uchebnyk* [Modeling of technological processes: a textbook]. M. : Light and food industry, 1984, p. 344.
 19. Sevostianova A.V. Mathematical model of risk management of stakeholders of wind power projects. *Science and Education a New Dimension: Humanities and Social Sciences.* Budapest, 2019. No.2. pp. 30–33.

Надійшло (received) 09.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Рибалко Ірина Вікторівна (Рыбалко Ирина Викторовна, Rybalko Iryna) – Університет «КРОК», аспірант PhD кафедри управлінських технологій; місто Київ, Україна; e-mail: rybalkoi@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5332-2666>

В. С. СЕВОСТ'ЯНОВ, А. В. СЕВОСТ'ЯНОВА, О. Ю. САВИНА

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТІВ В СФЕРІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА СПЕЦИФІКА УПРАВЛІННЯ НИМИ

Глобальні кліматичні зміни, проблематика наслідків аварій на електростанціях, підвищення цін на енергоносії, зростання потреб в енергетичних ресурсах зумовлюють необхідність коригування енергетичної політики багатьох країн у напрямі розвитку відновлювальних джерел енергії. Стратегію України в цій сфері спрямовано на вирішення основних проблемних питань щодо збільшення частки енергії з відновлюваних джерел у структурі загального первинного постачання енергії та пошуку й використання вмілих підходів до управління проектами відновлювальної енергетики. Проведено дослідження стану та проблем розвитку відновлювальної енергетики України. Виходячи з результатів проведеного аналізу робіт вітчизняних та зарубіжних вчених і дослідників області управління проектами відновлюваних джерел енергії зроблено висновок, що цей аспект є досліджено частково та фрагментарно, означені проблеми існуючого управління. Визначено, що для забезпечення стійкого розвитку напряму відновлювальної енергетики й здійснення прогнозів потрібне правильне та вміле управління проектами відновлюваних джерел енергії, яке враховує їхні специфічні особливості та направлене на підвищення ефективності таких проєктів. Розкрито, що до відновлюваних джерел енергії належать періодичні або сталі потоки енергії, що розповсюджуються в природі і обмежені лише стабільністю Землі як космопланетарного елемента: променева енергія Сонця, вітру, гідроенергія, природна теплова енергія тощо. Виявлені види проєктів відновлюваних джерел енергії та їхні особливості, які розглянуті в рамках категорій. Проведено класифікацію проєктів відновлюваних джерел енергії. Виділені відмінні ознаки проєктів відновлюваних джерел енергії та особливості управління ними. Визначено, що проєкти відновлюваних джерел енергії володіють ризиками, є екологічно чистими й залежними від великої кількості стейкхолдерів.

Ключові слова: альтернативна енергетика; відновлювальна енергетика; проєкти відновлюваної енергетики; управління проектами відновлюваної енергетики.

В. С. СЕВОСТЬЯНОВ, А. В. СЕВОСТЬЯНОВА, О. Ю. САВИНА

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И СПЕЦИФИКА УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

Глобальные климатические изменения, проблематика последствий аварий на электростанциях, повышение цен на энергоносители, рост потребностей в энергетических ресурсах обуславливают необходимость корректировки энергетической политики многих стран в направлении развития возобновляемых источников энергии. Стратегия Украины в этой сфере направлена на решение основных проблемных вопросов по увеличению доли энергии из возобновляемых источников в структуре общего первичного снабжения энергии, поиска и использования умелых подходов к управлению проектами возобновляемой энергетики. Проведены исследования состояния и проблем развития возобновляемой энергетики Украины. Исходя из результатов проведенного анализа работ отечественных и зарубежных ученых и исследователей области управления проектами возобновляемых источников энергии сделан вывод, что этот аспект исследован частично и фрагментарно, обозначены проблемы существующего управления. Определено, что для обеспечения устойчивого развития направления возобновляемой энергетики и прогнозов требуется правильное и умелое управление проектами возобновляемых источников энергии, учитывающее их специфические особенности и направленное на повышение эффективности таких проектов. Раскрыто, что к возобновляемым источникам энергии относятся периодические или постоянные распространяющиеся в природе потоки энергии, ограниченные лишь стабильностью Земли, как космопланетарного элемента: лучевая энергия Солнца, ветра, гидроэнергия, природная тепловая энергия и т.д. Выявлены виды возобновляемых источников энергии и их особенности, которые рассмотрены в рамках категорий. Проведена классификация проектов возобновляемых источников энергии. Выделены отличительные признаки возобновляемых источников энергии и особенности управления ими. Определено, что проекты возобновляемых источников энергии обладают рисками, являются экологически чистыми и зависимыми от большого количества стейкхолдеров.

Ключевые слова: альтернативная энергетика; возобновляемая энергетика; проекты возобновляемой энергетики; управление проектами возобновляемой энергетики.

V. SEVOSTIANOV, A. SEVOSTIANOVA, O. SAVINA

FEATURES OF RENEWABLE ENERGY PROJECTS AND SPECIFICITY OF THEIR MANAGEMENT

Global climate change, the consequences of accidents at power plants, rising energy prices, rising demand for energy resources necessitate the adjustment of energy policy of many countries in the direction of development of renewable energy sources. Ukraine's strategy in this area is aimed at solving the main problems of increasing the share of energy from renewable sources in the structure of the overall primary energy supply and the search for and use of skilful approaches to the management of renewable energy projects. A study of the state and problems of development of renewable energy in Ukraine. Based on the results of the analysis of the work of domestic and foreign scientists and researchers in the field of renewable energy project management, it is concluded that this aspect is studied in part and in fragments, identified problems of existing management. It is determined that to ensure the sustainable development of renewable energy and the implementation of forecasts requires proper and skillful management of renewable energy projects, which takes into account their specific features and aims to improve the efficiency of such projects. It is revealed that renewable energy sources include periodic or constant energy flows that propagate in nature and are limited only by the stability of the Earth as a cosmoplanetary element: radiant energy of the Sun, wind, hydropower, natural heat and more. The types of renewable energy projects and their features are identified, which are considered within the categories. The classification of renewable energy projects is carried out. Distinctive features of renewable energy projects and features of their management are highlighted. Renewable energy projects have been identified as being at risk, environmentally friendly and dependent on a large number of stakeholders.

Keywords: alternative energy; renewable energy; renewable energy projects; renewable energy project management.

Вступ. На сьогодні в Україні, відповідно до «Енергетичної стратегії України на період до 2035

© В. С. Севост'янов, А. В. Севост'янова, О. Ю. Савіна, 2022

Вісник Національного технічного університету «ХПИ».

року» [1], «Національної доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна» до 2030 року», Закону про «зелений тариф» та інших документів, державою ставляться цілі з стимулювання та розвитку відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Стратегія у цій сфері спрямована на вирішення основних проблемних питань щодо збільшення частки енергії з відновлюваних джерел у структурі загального первинного постачання енергії та впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Відповідно до даних ОСП «Укренерго», частка потужностей ВДЕ в Об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України станом на травень 2021 року становила близько 13,1% (7248 МВт із 55356,60 МВт загальної встановленої потужності) [2]. За джерелом [3] в Україні загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал ВДЕ в перерахунку на умовне паливо становить близько 63 млн тон, а до 2030 року частку альтернативної енергетики на загальному енергобалансі країни планується довести до 20 % [1]. Основними та найбільш ефективними напрямками відновлюваної енергетики в Україні є: вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика [4].

Для забезпечення стійкого розвитку напрямку відновлювальної енергетики й здійснення прогнозів потрібне правильне та вміле управління проектами ВДЕ, яке враховує їхні специфічні особливості та направлене на підвищення ефективності таких проектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Україна прийняла ряд стратегічних документів щодо розвитку генерації електроенергії за рахунок проектів ВДЕ [1, 5, 6], зокрема це:

- проект Національного плану дій з відновлюваної енергетики на 2030 рік, станом на вересень 2021 року, ще знаходиться на стадії розробки [6];

- «Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», в якій окреслюються стратегічні орієнтири розвитку паливно-енергетичного комплексу України на період до 2035 року, серед яких стало розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики. Серед заходів передбачається впровадження проектів:

- будівництва сонячних та вітрових електростанцій;

- залучення міжнародних комунікаційних кампаній для роботи на ринку ВДЕ України;

- будівництво та введення 5 ГВт потужностей ВДЕ (окрім ГЕС великої потужності);

- уведення в експлуатацію нових агрегатів ГЕС та ГАЕС (за умови підтвердження екологічної безпеки проектів);

- збільшення використання біомаси у генерації електро- та теплоенергії [1].

В управлінні проектами в енергетичній галузі відомі роботи вчених Чернова С.К., Кошкіна К.В., Теслі Ю.М., Данченко О.Б., Семко І.Б.,

Харітонова Ю.М., Салій Л.М., Квасневського С.А., Ковалева Г.Ф., Сухонос М.К., Саченко О.А.

Окремі аспекти енергетики досліджені авторами Г. Півняк, А. Мерзляк, О. Теліженко, І. Чукаєва, О. Стоян, В. Круглов Ф. Шкрабець та ін. Питання управління проектами ВДЕ розглядають в своїх роботах Татомир А.В., Семко І.Б., Борисова Н.І., Возний О.М., Бакулич О.О., Воркут Т.М., Севастьянова А.В. та інші.

Борисова Н.І. зі співавторами в джерелах [7-11] розглядає питання ціннісно-орієнтованого та ризик-орієнтованого управління проектами альтернативної енергетики, проводить класифікацію етапів життєвого циклу продуктів таких проектів, їхніх зацікавлених сторін та цінностей. Авторами [12] запропоновано використання інформаційних технологій для управління проектами в енергетиці.

В [9] виявлено деякі особливості проектів альтернативної енергетики, зокрема це: особливості технологічного процесу; природні особливості регіонів, де можливе використання нетрадиційних та ВДЕ; велика кількість організацій, що бере участь в розробці та реалізації проектів; підвищення рівня енергетичної незалежності; виконання вимог щодо енергетичної безпеки; зниження шкідливого впливу на довкілля; вирішення соціально-економічних питань розвитку держави.

Дослідники [12] пишуть, що проекти альтернативної енергетики характеризуються значною кількістю стейкхолдерів, а успішне управління такими проектами ґрунтується на регулярному, систематичному виявленні інтересів і цінностей його стейкхолдерів. Окрім цього, класифікують такі проекти, за видами діяльності, це: науковий напрямок (фундаментальні та прикладні дослідження, розробки/дослідні зразки); технічний напрямок (проекткування, будівництво, ремонт і технічне обслуговування, модернізація, утилізація тощо); напрямок забезпечення ресурсами і персоналом; організаційно-правовий напрямок (землевідведення, отримання ліцензій, дозволів тощо); законотворчий напрямок (розробка і просування законопроектів); PR та медіа.

Автором [13] виявлено проблеми впровадження альтернативних джерел енергії в Україні, це зокрема: обмеження, пов'язані з залежністю виробленої потужності від факторів навколишнього середовища; можливі проблеми з постачанням електроенергії на далекі відстані; висока вартість установок і додаткових електричних апаратів (інверторів, акумуляторних батарей і т.д.), несприятливий інвестиційний клімат, який не дає змогу інвесторам і державі в повному обсязі розвивати альтернативну енергетику. До основних факторів негативного впливу в [13] віднесено: політичну нестабільність, дефіцит бюджету, нестабільність валютного ринку; недосконалість нормативно-правової бази; слабку стимулюючу державну підтримку при розробці й використанні відновлювальних видів енергії; малу обізнаність населення в ефективності ВДЕ; низьку конкурентоспроможність вітчизняних розробок;

недостатнє фінансування наукових розробок та інновацій в енергетиці; відсутність промислового виробництва вітчизняних аналогів установок, які б використовували нетрадиційні види палива; відсутність практики кредитування банківськими установами проєктів з енергозбереження тощо.

Особливості управління проєктами вітронерегетики досліджені в [14-23], де означено: аналіз сучасного стану управління проєктами вітронерегетики (ПВЕ), до яких віднесено: географічна приуроченість, вплив природних особливостей регіонів розташування, висока вартість, особливості технологічного процесу, екологічність, інвестиційна привабливість, операційна ефективність, середній термін окупності й велика кількість організацій учасників проєктів та соціальних складових, що призводить до значних ризиків пов'язаних зі стейкхолдерами таких проєктів. Проведено огляд теоретичних засад управління ризиками ПВЕ. Ідентифіковано групи ризиків ПВЕ за джерелами їхнього виникнення й визначено, що джерелом виникнення більшості ризиків є стейкхолдери ПВЕ. Ідентифіковано стейкхолдерів ПВЕ та попередньо визначені основні групи впливу, до яких віднесено: стейкхолдерів, що фінансують ПВЕ, менеджерів, що керують ПВЕ, працівників, що реалізують та економічних партнерів. Окрім цього, в [14] відзначено що для ефективного розвитку вітронерегетичної галузі в Україні вже склалися деякі передумови, зокрема економічні: зростання світових цін на паливні ресурси і залежність більшості європейських країн, в тому числі й України, від ввезення палива з-за кордону, та екологічні: істотне погіршення стану атмосфери і озонового шару землі через спалювання значної кількості палива та інші види забруднення, проблема утилізації ядерних відходів і усвідомлення реально існуючої небезпеки, що надходить від атомних станцій, тощо. Також, визначені переваги вітрової енергетики, вона є: економічно ефективною; джерелом екологічно чистого палива; створює додаткові робочі місця; сприяє розвитку цієї галузі промисловості та загалом конкурентоспроможності України; заснована на невичерпній енергії вітру; має побутову пристосовуваність (вітрові турбіни можуть використовуватись малими підприємствами та домогосподарствами).

В роботі [14] говориться і про недоліки вітронерегетичної галузі, зокрема: вітронерегетика потребує значних фінансових інвестицій; географічна залежність, тобто територія землі, де є значний вітер, що є необхідною умовою, для ефективною роботи вітрової турбіни, часто знаходиться в віддалених місцях, що призводить до додаткових витрат; турбіни вітронерегетичних установок можуть спричиняти додатковий шум та естетичне забруднення; існує проблема загибелі пташок.

В [14, 15] відмічається, що за управління ПВЕ менеджер проєкту стикається з такими проблемами, як: бюрократизм, обмеження бюджету, визначення та відведення необхідної ділянки землі під

вітронерегетичні станції, залежність від постачальників обладнання, або інших комплектуючих частин, а також від погодних умов, залежність від людського фактору, бо основна частина успіху реалізації проєкту залежить саме від того, яким чином менеджер зміг мотивувати та заохотити команду проєкту до роботи.

Основні методи управління ПВЕ наведено в [20], інформаційні та математичні методи управління ресурсами при розробці проєктів вітронерегетичного підприємства описано в [21]. Дослідження теоретичних положень наукових шкіл управління проєктами в контексті управління проєктами у вітронерегетичному секторі представлено в [22]. Метод протиризикового управління стейкхолдерами ПВЕ означений в [19], який враховує можливі стани системи взаємодії можливостей і загроз стейкхолдерів з значеннями їхніх балансів ризиків та дозволяє підвищити ефективність прийняття управлінських рішень, шляхом зменшення високих та середніх загроз для загрозливих стейкхолдерів.

Управління проєктами альтернативної енергетики розглянуто в джерелі [6], де автори проводять класифікацію проєктів альтернативної енергетики та трактують їх, як проєкти, які призначені для створення унікального продукту – енергії за рахунок використання потоків енергії Сонця, вітру, тепла Землі, біомаси, морів та океанів, річок. Таке означення не зовсім коректне й потребує уточнення.

Методи та засоби управління ризиками проєктів альтернативної енергетики розглянуто в джерелі [9], визначено, що очевидним фактором ризику є небажання компаній переплачувати за альтернативну енергію в короткій перспективі, бо будівництво таких об'єктів поки дорожче ніж традиційних, але зношення традиційних об'єктів генерації електроенергії максимум до 2050 років, змусить суспільство обирати: або відбудову традиційних джерел енергії, або нові об'єкти альтернативної енергетики, які є більш перспективними. Також зазначено, що остаточно не сформована законодавча база для розвитку альтернативної енергетики, не побудовані зв'язки та сам перехід від традиційної до альтернативної енергетики, екологічні та соціально-політичні ризики.

«Зелений» (екологічний) менеджмент, як складова управління проєктами ВДЕ, за автором [24], є управлінням процесами, результати яких безпосередньо впливають на навколишнє середовище з метою запобігання заподіяння шкоди та усунення завданих збитків. При цьому автор відмічає, що дотримання природоохоронного законодавства та задоволення вимог зеленого лобі становлять сьогодні серйозні проблеми для організацій і це потребує чималих витрат, які можуть подорожчити кінцеву продукцію, зробити її менш конкурентною, призвести до банкрутства. Проте саме «зелений» менеджмент дозволяє запобігти негативним наслідкам, уникнути погіршення ділових показників. Він може перетворити цю проблему на можливість [24], а саме:

1. Залучити державні та іноземні субсидії на розвиток екологічної безпеки виробництва, а також інвестиції на розвиток;

2. Підвищити привабливість та конкурентність продукції, її впізнаваність за рахунок висвітлення діяльності організації, спрямованої на екологічний захист;

3. Зменшити витрати на сплату екологічних податків та зборів, уникнути штрафних санкцій.

До основних принципів «зеленого» менеджменту відносяться [24]:

1. *Принцип "Забруднювач платить"*. Протягом останніх двох десятиліть багато економістів пропонували, щоб фірми, що скидають забруднюючі стоки в довкілля, платили за такі скидання ціну, прив'язану до обсягів завданих збитків навколишньому середовищу;

2. *Принцип «Користувач платить»*, який свідчить, що всі користувачі ресурсу повинні сплачувати повні довгострокові граничні витрати на використання ресурсу та пов'язаних з ним послуг;

3. *Принцип перестороги*. Його основна мета полягає у забезпеченні того, щоб діяльність, що становить загрозу для навколишнього середовища, не надавала несприятливого впливу на неї, навіть якщо немає переконливих наукових доказів зв'язку цієї діяльності зі шкодою для навколишнього середовища;

4. *Принцип ефективності та результативності*. Важливо, щоб ефективність використання ресурсів також могла бути досягнута за рахунок використання інструментів політики, які створюють стимул для мінімізації марнотратства. Це також стосується різних питань екологічного керівництва шляхом оптимізації процесів та процедур з метою мінімізації екологічних витрат;

5. *Принцип відповідальності*. Усі люди, корпорації та держави несуть відповідальність за підтримку екологічних процесів. Доступ до природних ресурсів несе сукупну відповідальність за їх використання екологічно стійким, економічно ефективним та соціально справедливим чином;

6. *Принцип участі*. Усі особи, включаючи суб'єкти господарської діяльності і пересічних громадян, зобов'язані брати участь у колективній екологічній діяльності з прийняття рішень;

7. *Принцип пропорційності* – ґрунтується на концепції балансу. Необхідно підтримувати баланс між економічним розвитком, з одного боку, та охороною навколишнього середовища, з іншого. Не можна заперечувати, що розвиток неможливий без будь-яких несприятливих впливів на екологію.

Як показує аналіз літературних джерел, управління проектами ВДЕ є частковим, а існуючі дослідження є неповними, стосуються окремих складових, потребують конкретизації, уточнення та врахування особливостей проектів ВДЕ й можливих відхилень в таких проектах. Вміле та ефективно впровадження проектів ВДЕ є вкрай нагальним та необхідним.

Мета статті є виявлення та аналіз особливостей проектів ВДЕ, визначення проблем та специфіки управління такими проектами.

Виклад основного матеріалу. Проекти ВДЕ спрямовані на створення такого продукту як електроенергія за рахунок вітроенергетики, сонячної енергетики, біоенергетики, гідроенергетики та геотермальної енергетики.

Проекти ВДЕ мають свої особливості [5, 8, 9, 13, 14, 25] до яких відносяться:

- специфіка технологічного процесу пов'язана з неможливістю запасати енергію в значних масштабах й безперервним електропостачанням для забезпечення роботи національної економіки;

- в проектах ВДЕ присутня велика кількість стейкхолдерів (до 20 і більше), які володіють своїми цінностями й установками, а також соціальних складових, що призводить до значних ризиків пов'язаних з стейкхолдерами, збільшення невизначеностей та відхилень в їх ціннісних установках, комунікаціях й ін.;

- екологічна безпека при реалізації проектів ВДЕ стосується зниження потенційно негативного впливу на стан навколишнього середовища й впровадження «зеленого менеджменту»;

- енергетична безпека та енергонезалежність при впровадженні проектів ВДЕ формується шляхом зниження залежності національної економіки від дефіциту власних енергетичних ресурсів та зовнішнього їх постачання;

- вирішення питань соціально-економічного розвитку держави пов'язані зі збільшенням кількості робочих мість, забезпечення населення екологічно чистою, відносно дешевою та окупною електроенергією тощо;

- в більшості географічна приуроченість;
- вплив природних особливостей регіонів на розташування ВДЕ;

- поновлюваність;
- висока вартість обладнання;
- можливі проблеми з постачанням електроенергії на далекі відстані;

- тривалість проектів в енергетичній галузі (від короткострокових (до 1 року) до довгострокових - до 10 років і більше);

- проблеми пов'язані з реформуванням енергетичної галузі, які призводять до збільшення кількісного складу проектів (укрупнення компаній), змін в територіальному розподіленні, ускладнення ієрархічної структури управління й ін.;

- велика кількість невизначеностей та ризиків (більше 100), особливо стейкхолдерів таких проектів;

- висока інвестиційна привабливість (наявність системи законодавчих норм, що регламентують діяльність вітчизняних і закордонних інвесторів у сфері залучення інвестицій в галузі ВДЕ);

- операційна ефективність – висока ефективність забезпечується за рахунок державного регулювання;

- середній термін окупності – термін окупності залежить від багатьох факторів: потужності, розташування, тарифу, експлуатаційних витрат та ін.;

- можливі механічні й аеродинамічні шуми, вирішення яких можливе за рахунок активних та пасивних інженерних рішень.

Енергія вироблена ВДЕ може використовуватись для внутрішнього енергозбереження та реалізації електроенергії на зовнішньому ринку. Відповідно, проекти ВДЕ можуть реалізовуватись для отримання прибутку від продажу виробленої електроенергії, або з метою енергозбереження та оптимізації внутрішніх бізнес-процесів організацій [8].

Виходячи з [5-6, 14-15] можна визначити основні види проектів ВДЕ, це:

- будівництво об'єктів для забезпечення технологічного процесу видобутку, перетворення та транспортування енергії, що отримана з ВДЕ;

- впровадження технологій використання ВДЕ;

- будівництво станцій з великим потенціалом акумулювання енергії;

- запровадження стабілізуючих автоматизованих елементів енергетичних мереж з акумулюючими складовими для балансування мереж;

- поєднання технологій ВДЕ з теплоелектростанціями або тепловими помпами.

Виходячи з різних ознак класифікацій [8, 11, 13-15, 23] проекти ВДЕ можна віднести до таких.

За масштабністю:

- малі проекти (невеликі прості короткострокові проекти ВДЕ, з обмеженими ресурсними можливостями) – на реалізацію такого проекту потрібно буде витратити до 10 млн. євро;

- середні проекти (стратегічні проекти виробництва, регіональні) – проекти вартістю від 10 до 100 млн. євро;

- мегапроекти (багатофункціональні проекти регіонального або національного масштабу) – на реалізацію даного проекту ВДЕ потрібно буде витратити більше ніж 100 млн. євро.

За терміном реалізації:

- довгострокові – проекти експлуатації ВДЕ, тривалість яких в більшості більше трьох років;

- середньострокові – проекти на виконання яких знадобиться від одного до трьох років;

- короткострокові проекти (виготовлення устаткування, проекти з постачання технікою для виготовлення устаткування, будівництво малих установок, реконструкція, технічне переоснащення, налагодження нових потужностей та інші) – терміном до одного року.

За якістю проекту:

- бездефектні проекти (всі проекти, пов'язані з реконструкцією, модернізацією, будівництвом об'єктів ВДЕ).

За галузевою приналежністю:

- промислові – енергетична промисловість (всі проекти ВДЕ розглядаються через призму галузевих особливостей та специфікацій, що притаманні цьому напрямку).

За ступенем складності:

- технічно складні проекти (будівництво генеруючих та акумулюючих об'єктів) кількість задач проекту – більше 1000 й реалізація таких проектів передбачає використання, як проектів ВДЕ, так і інших нетрадиційних складних технологій в поєднанні з традиційними.

За характером сторін, що залучаються до реалізації проекту:

- міжнародні проекти (участь в будівництві, постачанні відповідного обладнання, забезпеченні кваліфікованими спеціалістами, інвестування, участь в інноваційних розробках);

- національні, міжрегіональні проекти, які тісно пов'язані з розвитком національної економіки.

За характером цільового призначення проекту:

- антикризові проекти (використання ВДЕ дає можливість ефективного використання природних ресурсів, з мінімальними витратами та за короткий час вирішення проблем нестачі електроенергетичних потужностей);

- інноваційні проекти (використання нових та модернізованих установок ВДЕ, зміну існуючих систем – технічної, технологічної, інформаційної, економічної, організаційної та досягнення в результаті зниження витрат енергетичних ресурсів поліпшення якості продукції, послуги).

За необхідністю постійного контролю:

- керовані (особливості енергетичної галузі вимагають щоденного контролю для безперебійного постачання споживачів енергією в потрібній кількості, необхідної якості).

За РМВоК [26] управління проектом – це застосування знань, навичок, інструментів і методів до робіт проекту для задоволення вимог, що пред'являються до проекту, що здійснюється за допомогою належного застосування й інтеграції логічно згрупованих процесів управління проектом, та включає в себе:

- визначення вимог;

- реагування на різні потреби, сумніви та очікування зацікавлених сторін при плануванні й виконанні проекту;

- встановлення, підтримання та здійснення комунікацій серед зацікавлених сторін, які є активними, результативними і орієнтованими на співпрацю за своєю суттю;

- управління зацікавленими сторонами з метою відповідності вимогам проекту і визначеним результатам проекту;

- урівноваження конкуруючих обмежень проекту, які включають в себе, серед іншого: зміст, якість, розклад, бюджет, ресурси, ризики.

В Р2М [27], управління проектами виступає як симбіоз науки і мистецтва застосування в проекті професійних здібностей для виробництва продукту проекту, адекватного місці проекту, за допомогою організації надійної команди проекту, що ефективно комбінує технічні й управлінські методи, створюючи найбільшу користь та демонструє ефективні результати роботи і виконання задач.

Кожен проект характеризується результативністю [28, 29], за якою вся діяльність націлена на досягнення певної мети; унікальністю, бо проект повинен породжувати унікальні результати; обмеженістю в часі, оскільки будь-який проект має чітко визначений час початку та завершення; обмеженістю за ресурсами; чіткою послідовністю виконання етапів проекту.

Проекти ВДЕ є унікальними, оскільки, результат таких проектів – отримання енергії за допомогою сучасних новітніх методів і технологій, окрім цього, як і класичний проект, проекти ВДЕ мають дату початку та завершення, обмеження за бюджетом і ресурсами, схильність до виникнення ризиків [5].

До особливостей управління проектами ВДЕ на основі [7, 9, 10, 12, 14, 21-23, 30] можна віднести:

- інноваційність та складність виробництва й технічного оснащення ВДЕ;

- стратегічну орієнтацію на енергетичну та екологічну безпеку;

- множинність проектів та їхні масштаби;

- необхідність підтримки активізації впровадження іноземного капіталу та розвитку нових форм міжнародної співпраці;

- високі вимоги до маневрування генеруючих установок (в кожен період часу необхідно виробляти таку кількість енергії, яка необхідна для споживання), а це пов'язане з високою динамічністю енергоспоживання;

- застосування множини різних механізмів та методів управління проектами ВДЕ;

- високі вимоги до забезпечення балансування з зовнішнім середовищем;

- забезпечення зв'язку із стратегічним менеджментом компанії;

- орієнтованість на технічне переоснащення енергетичної галузі та її об'єктів, підприємств, систем;

- потреба в управлінні ризиками проектів ВДЕ, що пов'язані з великими проектними командами, активністю соціально-політичних та громадських організацій до об'єктів управління, їхньої взаємодії тощо;

- корегування планів проектів ВДЕ на протязі всього життєвого циклу.

Отже, для забезпечення ефективного багатокритеріального управління проектами ВДЕ необхідно враховувати їхні особливості, зовнішні та внутрішні впливи й відхилення, які призводять до ризиків та запроваджувати методи їхнього зменшення.

Висновки. Складна ситуація енергетичної галузі висуває переумови розвитку ВДЕ, що потребує вирішення цілого комплексу задач, важливе значення при вирішенні яких відіграє впровадження проектів відновлюваної енергетики.

В рамках дослідження: 1) виконано аналіз робіт вітчизняних та зарубіжних вчених і дослідників сфери управління проектами ВДЕ, виявлені проблеми такого управління; 2) виявлені види проектів ВДЕ та їх особливості, які розглянуті в рамках категорій; 3) виділені відмінні ознаки проектів ВДЕ та

особливості управління ними; 4) визначено, що проекти ВДЕ володіють ризиками, є екологічно чистими й залежними від великої кількості стейкхолдерів; 5) подальші дослідження необхідно направити на дослідження інтегрованого управління проектами ВДЕ на основі поєднання ризик-менеджменту, «зеленого» менеджменту і впливу стейкхолдерів на ефективність управління такими проектами.

Список літератури

1. *Енергетична стратегія України до 2035 року*. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=50310&cat_id=104126. Дата звернення (01.12.2021).
2. *Офіційний сайт НЕК «УКРЕНЕРГО»*. Встановлена потужність енергосистеми України на 05/2021. URL: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/>. Дата звернення (01.12.2021).
3. *«Альтернативні джерела енергоресурсів в Українському Причорномор'ї»*. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/alternativni-dzherela-energoresursiv-v-ukrainskomu-prichornomorji>. Дата звернення (01.12.2021).
4. Крутлов В. В. Розвиток альтернативної енергетики з використанням механізмів державно-приватного партнерства. *Теорія та практика державного управління*. 2015. Вип. 3. С. 127-131.
5. Семко І. Б., Ткаченко В.Ф., Севост'янов В.С. Особливості проектів відновлюваної енергетики. *Управління проектами: стан та перспективи : зб. матеріалів XVII Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв : НУК ім. адмірала Макарова, 2021. С. 74-76.*
6. *Новий механізм ЄС з фінансування ВДЕ: можливості для України*. Матеріал підготовлено за підтримки Європейського Союзу та Міжнародного Фонду «Відродження» в межах грантового компоненту проекту EU4USociety. URL: <file:///C:/Users/Admin/Desktop/2-dixi-vde-finance.pdf>.
7. Данченко О. Б., Борисова Н. І. Методи управління ризиками проектів альтернативної енергетики. *Збірник наукових праць "Вісник НТУ «ХПІ»*, Харків : НТУ ХПІ, 2014. № 2. С. 52-58.
8. Семко І. Б., Борисова Н. І., Копил Д. В. Проекти створення та використання альтернативних джерел енергії. *Управління розвитком складних систем: зб. наук. пр.* Київ : КНУБА, 2014. № 20. С. 61-66.
9. Борисова Н. І. Сучасні методи і засоби управління ризиками в застосуванні до управління проектами альтернативної енергетики. *Вісник ЧДТУ : зб. наук. пр.* Черкаси : ЧДТУ, 2014. № 2. С. 19-25.
10. Возний О. М., Борисова Н. І. Ціннісно-орієнтоване управління проектами альтернативної енергетики. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. Х. : НТУ «ХПІ», 2017. № 2 (1224). С. 72-78.
11. Семко І. Б., Борисова Н. І. Особливості проектів використання нетрадиційних джерел енергії. *Тези доповідей X міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства»*. К. : КНУБА, 2013. 300с., С. 225-227.
12. Кошкин К. В., Чернов С. К. Экономическое оздоровление наукоемких производств через их реорганизацию. *Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр.* Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. №4(16). С. 54-60.
13. Теліженко О. М., Репа К.Ю. Проблеми впровадження альтернативних джерел енергії в Україні. *Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції імені проф. Балацького О. Ф.* Суми: СумДУ, 2015. С. 45-46.
14. Бакуліч О. О., Севост'янова А. В. Проблеми вітроенергетичної галузі при розробці та управлінні проектами. *Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки"*. Науково-технічний збірник. К. : НТУ 2018. Вип. 3 (42). С. 3-9.
15. Воркут Т. А., Севост'янова А. В. Особливості проектів вітроенергетики та специфіка управління ними. *Вісник ЧДТУ : зб. наук. пр.* Черкаси : ЧДТУ. 2019. № 2. С. 19-25.

16. Бакуліч О. О., Севост'янова А. В. Концептуальна модель балансу ризиків (можливостей та загроз) стейкхолдерів проєктів вітроенергетики. *Вчені записки Університету «КРОК»* : зб. наук. пр. Київ : Унів. «КРОК», 2019. № 3(55). С. 143–150.
17. Бакуліч О. О., Севост'янова А. В. Ідентифікація та аналіз ризиків (можливостей та загроз) стейкхолдерів проєктів вітроенергетики. *Управління проєктами та розвиток виробництва*: Зб. наук. пр. Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Дала, 2019. №2 (70). С. 23-41.
18. Sevostianova A.V. Mathematical model of anti-risk management of stakeholders in wind power projects *Science and Education a New Dimension: Natural and technical sciences*. Budapest, 2019. No. 2. P. 30–33.
19. Савіна О. Ю., Севост'янова А. В. Метод протиризикового управління стейкхолдерами проєктів вітроенергетики. *Збірник наукових праць «Управління розвитком складних систем»*, 2020. Вип. 41. С. 35-43. DOI: 10.32347/2412-9933.2020.41.35-43.
20. Бакуліч О. О., Севост'янова А. В. Методи управління проєктами в сфері ветроенергетики. International Scientific-Practical Conference. *Economics, Business and Tourism: Challenges, Achievements and Innovations*, Kutaisi, 2017. С. 16–19.
21. Bakulich O. O., Sevostianova A.V. Analysis of information and mathematical methods of resource management in the development of projects of a wind power company. *International scientific conference "Globalization and modern business challenges"*, Tbilisi, 25-26.05.2018 P. 12–17.
22. Bakulich O. O., Sevostianova A.V. Analysis of theoretical provisions of project management in the con-text of project management in the wind energy sector. *Konferencje naukowa «Rozwoj systemow i srodkow transport samochodowego –SAKON 2018»*, Rzeszow, 2018 P. 56–62.
23. Севост'янова А. В., Савіна О. Ю. Особливості управління проєктами в галузі вітроенергетики. *Матеріали XVI міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проєктами у розвитку суспільства»*. Київ : КНУБА, 2019. С. 207–208.
24. *Что такое экологический менеджмент?* URL : <https://vyvoz.org/blog/chto-takoe-ekologicheskii-menedzhment/#%d0%9f%d1%80%d0%b8%d0%bd%d1%86%d0%b8%d0%bd%d1%8b-%d1%8d%d0%ba%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b3%d0%b8%d1%87%d0%b5%d1%81%d0%ba%d0%be%d0%b3%d0%be-%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d0%b5%d0%b4%d0%b6%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%b0> Дата звернення (01.12.2021).
25. Семко І.Б. Особливості управління енергетичними проєктами. *Матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проєктами: стан та перспективи», 7-10 вересня 2010 р.: тези доп.* Миколаїв, 2010. С.289- 292.
26. *PMBOK Guide 6th.* URL : <http://www.studfiles.ru/preview/1811796/> (01.12.2021).
27. Ярошенко Ф. А., Бушуев С. Д., Танака Х.. *Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний Р2М : монография*. Киев. 2011. 263 с.
28. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г., Полковников А.В. *Управление проектами*. [6-е изд.стер.] М.: Издательство «Омега-Л», 2010. 960 с.
29. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Казарезов А.Я., Кошкін К.В. *Управління проєктами та програмами: підручник*. Миколаїв: в-во Торубарнос, 2010. 352 с.
30. Семко, І. Б. *Моделі та методи управління ризиками портфелів проєктів в енергетичній галузі* : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.22. Черкаси : ЧДТУ, 2012. 167 с.
4. Kruhlov V. V. (2015) Rozvytok alternatyvnoi enerhetyky z vykorystanniam mekhanizmiv derzhavno-pryvathnoho partnerstva [Development of alternative energy using public-private partnership mechanisms]. *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia* [Theory and practice of public administration]. Issue 3, 127-131.
5. Semko I.B., Tkachenko V.F., Sevostyanov V.S. (2021) [Features of renewable energy projects]. *Upravlinnia proiektamy: stan ta perspektyvy* : zb. materialiv KhVII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Mykolaiv : NUK im. admirała Makarova [Project management: status and prospects: coll. materials of the XVII International scientific-practical conf. Mykolaiv]; NUOS. 74–76.
6. *Novyi mekhanizm YeS z finansuvannia VDE: mozhlyvosti dlia Ukrainy. Material pidhotovleno za pidtrymky Yevropeiskoho Soiuzu ta Mizhnarodnoho Fondu «Vidrodzhennia» v mezhakh hrantovoho komponentu proiektu EU4USociety* [A new EU mechanism for financing RES: opportunities for Ukraine. The material was prepared with the support of the European Union and the International Renaissance Foundation under the grant component of the EU4USociety project]. Available at: <file:///C:/Users/Admin/Desktop/2-dixi-vde-finance.pdf>.
7. Danchenko O. B., Borysova N. I. (2014) Metody upravlinnia ryzykamy proiektiv alternatyvnoi enerhetyky. [Methods for project management of risks of alternative energy]. *Zbirnyk naukovykh prats "Visnyk NTU "KhPI"* [Collection of Scientific Publications "Bulletin of the NTU "KPI"]], No. 2, 52-58.
8. Semko I. B., Borysova N. I., Kopyl D. V. (2014) Proiekt stvorennia ta vykorystannia alternatyvnykh dzherel enerhii. [Projects on creation and use of alternative energy sources]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system: zb. nauk. pr.* [Management of the development of complex systems: Collection of Scientific Publications]. No. 20, P. 61-66.
9. Borysova N. I. (2014) Suchasni metody i zasoby upravlinnia ryzykamy v zastosuvanni do upravlinnia proiektamy alternatyvnoi enerhetyky. [Modern methods and means of risk management in application to the management of alternative energy projects]. *Visnyk ChDTU : zb. nauk. pr.* [Bulletin of the CHSTU: Collection of Scientific Publications]. No. 2, P. 19-25.
10. Voznyi O. M., Borysova N. I. (2017) Tsinnisno-orientovane upravlinnia proiektamy alternatyvnoi enerhetyky. [Value-oriented project management of alternative energy]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seria: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy.* [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. No. 2(1224), P. 72-78.
11. Semko I. B., Borysova N. I. (2013) Osoblyvosti proiektiv vykorystannia netradytsiinykh dzherel enerhii [Features of projects using non-traditional energy sources]. *Tezy dopovidei X mizhnarodnoi konferentsii «Upravlinnia proiektamy u rozvytku suspilstva»* [Proc. of the International Conf. "Project management in society development"]. Kyiv, 2013, 225-227.
12. Koshkyn K. V., Chernov S. K. Ekonomicheskoe ozdorovlenye naukoemkykh proyzvodstv cherez ykh reorhanyzatsiyu [Economic recovery of science-intensive industries through their reorganization]. *Upravlinnia proiektamy ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk. pr.* [Project management and production development: coll. Science. ave.]. Luhansk: published by SNU. V. Dalia, 2005. №4 (16). Pp. 54-60.
13. Telizhenko O. M., Repa K. Yu. (2015) Problemy vprovadzhenia alternatyvnykh dzherel enerhii v Ukraini. [Problems of implementation of alternative energy sources in Ukraine]. *Ekonomichni problemy staloho rozvytku: materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii imeni prof. Balatskoho O. F.* [Proceedings of the prof. Balatsky A. F International Scientific and Practical Conference "Economic problems of sustainable development"]. Sumy. P. 45-46.
14. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2018). Problemy vitroenerhetychnoi haluzi pry rozrobtsi ta upravlinni proiektamy [Wind power industry problems in project development and management]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seria "Tekhnichni nauky". Naukovo-tekhnichniy zbirnyk*. [Bulletin of the National Transport University. "Technical Sciences" series. Scientific and Technical Collection], issue 3(42), pp. 3-9.
15. Vorkut T. A., Sevostianova A. V. (2019). Osoblyvosti proiektiv vitroenerhetyky ta spetsyfika upravlinnia nymy [Special features of wind power projects and their management specification]. *Visnyk*

References (transliterated)

1. Energy strategy of Ukraine until 2035. Available at: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=50310&cat_id=104126 (accessed 01.12.2021).
2. Official site of NEC UKRENERGO. The capacity of the power system of Ukraine is set at 05/2021. Available at: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/>. (accessed 01.12.2021).
3. "Alternative sources of energy resources in the Ukrainian Black Sea coast." Available at: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/alternativni-dzherela-energoresursiv-v-ukrainskomu-prichornomori> (accessed 01.12.2021).
4. Kruhlov V. V. (2015) Rozvytok alternatyvnoi enerhetyky z vykorystanniam mekhanizmiv derzhavno-pryvathnoho partnerstva [Development of alternative energy using public-private partnership mechanisms]. *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia* [Theory and practice of public administration]. Issue 3, 127-131.
5. Semko I.B., Tkachenko V.F., Sevostyanov V.S. (2021) [Features of renewable energy projects]. *Upravlinnia proiektamy: stan ta perspektyvy* : zb. materialiv KhVII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Mykolaiv : NUK im. admirała Makarova [Project management: status and prospects: coll. materials of the XVII International scientific-practical conf. Mykolaiv]; NUOS. 74–76.
6. *Novyi mekhanizm YeS z finansuvannia VDE: mozhlyvosti dlia Ukrainy. Material pidhotovleno za pidtrymky Yevropeiskoho Soiuzu ta Mizhnarodnoho Fondu «Vidrodzhennia» v mezhakh hrantovoho komponentu proiektu EU4USociety* [A new EU mechanism for financing RES: opportunities for Ukraine. The material was prepared with the support of the European Union and the International Renaissance Foundation under the grant component of the EU4USociety project]. Available at: <file:///C:/Users/Admin/Desktop/2-dixi-vde-finance.pdf>.
7. Danchenko O. B., Borysova N. I. (2014) Metody upravlinnia ryzykamy proiektiv alternatyvnoi enerhetyky. [Methods for project management of risks of alternative energy]. *Zbirnyk naukovykh prats "Visnyk NTU "KhPI"* [Collection of Scientific Publications "Bulletin of the NTU "KPI"]], No. 2, 52-58.
8. Semko I. B., Borysova N. I., Kopyl D. V. (2014) Proiekt stvorennia ta vykorystannia alternatyvnykh dzherel enerhii. [Projects on creation and use of alternative energy sources]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system: zb. nauk. pr.* [Management of the development of complex systems: Collection of Scientific Publications]. No. 20, P. 61-66.
9. Borysova N. I. (2014) Suchasni metody i zasoby upravlinnia ryzykamy v zastosuvanni do upravlinnia proiektamy alternatyvnoi enerhetyky. [Modern methods and means of risk management in application to the management of alternative energy projects]. *Visnyk ChDTU : zb. nauk. pr.* [Bulletin of the CHSTU: Collection of Scientific Publications]. No. 2, P. 19-25.
10. Voznyi O. M., Borysova N. I. (2017) Tsinnisno-orientovane upravlinnia proiektamy alternatyvnoi enerhetyky. [Value-oriented project management of alternative energy]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seria: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy.* [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. No. 2(1224), P. 72-78.
11. Semko I. B., Borysova N. I. (2013) Osoblyvosti proiektiv vykorystannia netradytsiinykh dzherel enerhii [Features of projects using non-traditional energy sources]. *Tezy dopovidei X mizhnarodnoi konferentsii «Upravlinnia proiektamy u rozvytku suspilstva»* [Proc. of the International Conf. "Project management in society development"]. Kyiv, 2013, 225-227.
12. Koshkyn K. V., Chernov S. K. Ekonomicheskoe ozdorovlenye naukoemkykh proyzvodstv cherez ykh reorhanyzatsiyu [Economic recovery of science-intensive industries through their reorganization]. *Upravlinnia proiektamy ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk. pr.* [Project management and production development: coll. Science. ave.]. Luhansk: published by SNU. V. Dalia, 2005. №4 (16). Pp. 54-60.
13. Telizhenko O. M., Repa K. Yu. (2015) Problemy vprovadzhenia alternatyvnykh dzherel enerhii v Ukraini. [Problems of implementation of alternative energy sources in Ukraine]. *Ekonomichni problemy staloho rozvytku: materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii imeni prof. Balatskoho O. F.* [Proceedings of the prof. Balatsky A. F International Scientific and Practical Conference "Economic problems of sustainable development"]. Sumy. P. 45-46.
14. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2018). Problemy vitroenerhetychnoi haluzi pry rozrobtsi ta upravlinni proiektamy [Wind power industry problems in project development and management]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seria "Tekhnichni nauky". Naukovo-tekhnichniy zbirnyk*. [Bulletin of the National Transport University. "Technical Sciences" series. Scientific and Technical Collection], issue 3(42), pp. 3-9.
15. Vorkut T. A., Sevostianova A. V. (2019). Osoblyvosti proiektiv vitroenerhetyky ta spetsyfika upravlinnia nymy [Special features of wind power projects and their management specification]. *Visnyk*

- ChDTU* : *zb. nauk. pr.* [Bulletin of the CHSTU: Collection of Scientific Publications]. 2019, no. 2, pp. 19-25.
16. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2019). Kontseptualna model balansu ryzykiv (mozhyvostei ta zahroz) steikkholderiv proektiv vitroenerhetyky [Conceptual model of risk balance (chance and dangers) of stakeholders in wind power projects]. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK»* : *zb. nauk. pr.* [Scientific notes of the University "KROK": Collection of Scientific Publications], issue 3(55), pp. 143-150.
 17. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2019). Identyfikatsiia ta analiz ryzykiv (mozhyvostei ta zahroz) steikkholderiv proektiv vitroenerhetyky. [Identification and analysis of risks (opportunities and threats) of stakeholders of wind energy projects]. *Upravlinnia proiektamy ta rozvytok vyrobnytstva: Zb. nauk.pr.* [Project Management and Production Development]. Luhansk: published by SNU. V.Dalya, №2 (70), pp. 23-41.
 18. Sevostianova A.V. Mathematical model of anti-risk management of stakeholders in wind power projects. *Science and Education a New Dimension: Natural and technical sciences*. Budapest, 2019. No. 2. – P. 30–33.
 19. Savina O. Yu., Sevostianova A.V. (2020) Method of risk management of stakeholders of wind energy projects. *Collection of scientific works "Management of complex systems development"*. Vol. 41. 35-43. DOI: 10.32347 / 2412-9933.2020.41.35-43.
 20. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2017) Methods of project management in the field of wind power. International Scientific and Practical Conference. *Economics, Business and Tourism: Challenges, Achievements and Innovations*, Kutaisi. pp. 16-19.
 21. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2018) Analysis of information and mathematical methods of resource management in the development of projects of a wind power company. *International scientific conference "Globalization and modern business challenges"*, Tbilisi. pp. 12-17.
 22. Bakulich O. O., Sevostianova A. V. (2018) Analysis of theoretical provisions of project management in the context of project management in the wind energy sector. *Konferencje naukowa "Rozwoj systemow i srodkow transport samochodowego – SAKON 2018"*, Rzeszow. 56-62.
 23. Sevostianova A. V., Savina O.Yu. (2019). Osoblyvosti upravlinnia proiektamy v haluzi vitroenerhetyky [Features of project management in the field of wind energy]. *Materialy XVI mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Upravlinnia proiektamy u rozvytku suspilstva»* [Materials of the XVI International. scientific-practical conf. "Project Management in Society Development"]. Kyiv: KNUBA. pp. 207–208.
 24. *Chto takoe ekologicheskii menedzhment?* [What is environmental management?]. Available at: <https://vyvoz.org/blog/chto-takoe-ekologicheskii-menedzhment/#%d0%9f%d1%80%d0%b8%d0%bd%d1%86%d0%b8%d0%bf%d1%8b-%d1%8d%d0%ba%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b3%d0%b8%d1%87%d0%b5%d1%81%d0%ba%d0%be%d0%b3%d0%be-%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d0%b5%d0%b4%d0%b6%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%b0> (01.12.2021).
 25. Semko I. B. (2010). Osoblyvosti upravlinnia enerhetychnymy proiektamy [Features of energy project management]. *Materialy VI mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Upravlinnia proiektamy: stan ta perspektyvy», 7-10 veresnia 2010 r.: tezy dop.* [Materials VI International. scientific-practical conf. "Project Management: Status and Prospects"]. Mykolaiv. 289- 292.
 26. *PMBOK Guide 6th*. Available at: <http://www.studfiles.ru/preview/1811796/> (01.12.2021).
 27. Yaroshenko F. A., Bushuev S. D., Tanaka H. (2011). *Upravlenie innovatsionnyimi proEktami i programmami na osnove sistemy znaniy R2M : monografiya* [Management of innovative projects and programs based on the P2M knowledge system: monograph.] Kiev. 263 p.
 28. Mazur I. I., Shapiro V. D., Oldergogge N. G., Polkovnikov A. V. (2010). *Upravlenie proektami* [Project management]. Moscow, Omega-L Publ. 960 p.
 29. Bushuiev S. D., Bushuieva N. S., Kazarievov A. Ya., Koshkin K. V. (2010). *Upravlinnia proiektamy ta prohramamy: pidruchnyk* [Project and Program management: manual]. Mykolaiv, Turubara Publ. 352 p.
 30. Semko I. B. (2012) *Modeli ta metody upravlinnia ryzykamy portfeli proektiv v enerhetychnii haluzi : dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.13.22.* [Models and methods of project portfolio risk management in the energy sector. Candidate eng. sci. diss.]. Cherkasy. 167 p.

Надійшла (received) 12.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Севост'янов Віталій Сергійович (Севостьянов Виталий Сергеевич, Sevostianov Vitaly) – Черкаський державний технологний університет, аспірант, м. Черкаси; e-mail: v.s.sevostianov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1300-1526>.

Севост'янова Аліна Валеріївна (Севостьянова Алина Валерьевна, Sevostianova Alina) – PhD, Національний транспортний університет, м. Київ, доцент кафедри транспортного права та логістики; e-mail: sevostianova1607@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7693-0648>.

Савіна Оксана Юріївна (Савина Оксана Юрьевна, Savina Oksana) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри фізичного виховання та спорту; e-mail: oksanasavina14@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5717-4923>.

Т. Г. ФЕСЕНКО, А. А. КОВАЛЕНКО, В. М. ТКАЧОВ, Г. Г. ФЕСЕНКО, О. А. ЄРОШЕНКО

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ СУПРОВІД ГЕНДЕРНОГО АУДИТУ СИСТЕМИ ОСВІТНЬОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Окреслено сучасні вимоги до гендерно-відповідальної системи освітнього менеджменту з акцентом на STEM галузі. Означено потребу у застосуванні гендерного аудиту закладів вищої освіти (ЗВО). Наголошується, що управлінська система має бути здатною до більшої інтегрованості гендерно-сенситивних компонентів. Запропоновано матрицю параметрів гендерної зрілості організаційної системи ЗВО, що включає п'ять базових принципів гендерної рівності, визначених Всесвітнім економічним форумом («гендерна рівність на робочому місці», «гендерно-збалансований менеджмент», «гендерно-справедливі організаційні процеси», «сприяння рівній участі жінок та чоловіків у прийнятті рішень», «сприяння розвитку лідерського потенціалу жінок»). Структуровано контекстні вимоги до гендерно-відповідальної системи освітнього менеджменту. Застосовано модель зрілості проектного менеджменту Г. Керцнера (Project Management Maturity Model) для удосконалення авторської методики вимірювання гендерної активності ЗВО. Представлено результати експериментального дослідження оцінки гендерної зрілості системи управління на прикладі університетів України.

Ключові слова: гендермейнстрімінг; зрілість управління; гендерна зрілість освітнього менеджменту; гендерний аудит; STEM.

Т. Г. ФЕСЕНКО, А. А. КОВАЛЕНКО, В. М. ТКАЧОВ, Г. Г. ФЕСЕНКО, О. А. ЄРОШЕНКО

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГЕНДЕРНОГО АУДИТА СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Проанализированы современные требования к гендерно-ответственной системе образовательного менеджмента с акцентом на STEM отрасли. Актуализирована потребность в применении гендерного аудита учреждений высшего образования (УВО). Отмечается, что управленческая система должна быть способна к большей интегрированности гендерно-сенситивных компонентов. Предложена матрица параметров гендерной зрелости организационной системы УВО, включающая пять базовых принципов гендерного равенства, определенных Всемирным экономическим форумом («гендерное равенство на рабочем месте», «гендерно-сбалансированный менеджмент», «гендерно-справедливые организационные процессы», «содействие равному участию женщин и мужчин в принятии решений», «содействие развитию лидерского потенциала женщин»). Структурированы контекстные требования к гендерно ответственной системе образовательного менеджмента. Применена модель зрелости проектного менеджмента Г. Керцнера для усовершенствования авторской методики измерения гендерной активности УВО. Представлены результаты экспериментального исследования оценки гендерной зрелости системы управления на примере университетов Украины.

Ключевые слова: гендермейнстрімінг; зрілість управління; гендерна зрілість освітнього менеджменту; гендерний аудит; STEM.

Т. ФЕСЕНКО, А. КОВАЛЕНКО, В. ТКАЧОВ, Г. ФЕСЕНКО, О. ЄРОШЕНКО

INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF GENDER AUDIT OF EDUCATIONAL MANAGEMENT SYSTEM

Contemporary requirements for a gender-responsive educational management system with an emphasis on the STEM industry is outlined. The need for the use of gender audit of higher education institutions (HEI) is indicated. It is noted that the management system should be capable of greater integration of gender-sensitive components. A matrix of parameters of gender maturity of the organizational system of HEI is proposed. It includes five basic principles of gender equality defined by the World Economic Forum ("gender equality in the workplace", "gender-balanced management", "gender-equitable organizational processes", "promoting equal participation of women and men in decision-making", "promoting development of the leadership potential of women"). The contextual requirements for a gender-responsive educational management system are structured. G. Kerzner's project management maturity model was applied to improve the author's method of measuring gender activity in HEI. The results of an experimental study of assessing the gender maturity of the management system are presented on the example of Ukrainian universities.

Keywords: gender mainstreaming; maturity management; gender maturity of educational management; gender audit, STEM.

Вступ. У світлі цілей сталого розвитку до 2030 р. програмний та проектний менеджмент має включати гендерно-сенситивні заходи, інструменти, індикатори та ін. За даними ООН (Gender Development Index, GDI), гендерні розриви наявні у різних сферах життєдіяльності, у т.ч. в освітній. З метою подолання гендерної дискримінації у сфері вищої освіти виробляються організаційно-управлінські практики щодо «збільшення різноманітності, справедливості та інклюзії» [1], «нейтралізації» неявних упереджень та стереотипів щодо ролі жінок у STEM-науках [2].

У цілому гендерно-відповідальний освітній менеджмент залежить від спроможності системи (організації, системи управління проектами та

програмами) застосовувати специфічні методики та інструменти (такі, як формування гендерної статистики, гендерний аудит, гендерне бюджетування, гендерна експертиза тощо). Наприклад, Міністерство освіти і науки України, в рамках зобов'язань Уряду України за міжнародною ініціативою з утвердження гендерної рівності «Партнерство Біаріцц», затвердило методологію та критерії проведення гендерного аудиту закладів освіти [3]. Очікується, що відповідні заходи забезпечать «наскрізність принципів гендерної рівності в освіті» [4].

Водночас й в освітньому середовищі наголошується, що управлінська система має бути здатною до більшої інтегрованості соціальних

компонентів, демонструвати соціальну відповідальність у питаннях, що стосуються гендерної рівності. Гендерні вимоги до корпоративної відповідальності організацій мають окреслюватися через принципи ООН щодо розширення прав і можливостей жінок (Womens Empowerment Principles) [5]. Для гендерування усіх основних компонентів організації заклади освіти мають застосовувати інструменти оцінки досягнутого прогресу у питаннях гендерної рівності, а також технології гендермейнстрімінгу. Гендерний мейнстрімінг може розглядатися як процес оцінки запланованої діяльності (на рівні політики/програми/проєкту), з точки зору впливу на потреби та можливості жінок і чоловіків [6]. За допомогою гендермейнстрімінгу можна поліпшити рівень керованості процесами (планування, моніторингу, виконання) у проєктній діяльності, а також збільшити організаційний потенціал університету в цілому [7].

Сучасні джерела щодо гендерночутливих тенденцій в освітньому менеджменті засвідчують застосування різноманітних практик роботи зі стейкхолдерами, управління особливими потребами різних гендерних груп [8]. Аналізуються успішні практики долання «скляної стелі» для жінок в освітньому менеджменті [9]. Досліджуються складні взаємозв'язки між гендером та закладом освіти, розробляються методичні рекомендації щодо кількісного та якісного збору гендерно-сенситивних даних, ідентифікації критично важливих гендерних диспропорцій та їх оцінки [10]. Британські університети орієнтуються на методіку гендерного моніторингу академічної мережі жінок у науці «Athena» [11].

У програмному та проєктному менеджменті також пропонуються управлінські інструменти та методи, орієнтовані на урахування гендерних аспектів. Для гендерно-сенситивного моніторингу і оцінки вкрай важливо, щоб в організаційно-управлінську структуру освітніх закладів були «вбудовані» відповідні гендерні індикатори, гендерно-сегреговані статистичні дані щодо інтересів усіх груп бенефіціарів. Це, зі свого боку, актуалізує питання застосування систем програмного та проєктного менеджменту в частині оцінки його гендерної зрілості [7; 12]. З цією метою інтерпретується та розвиваються існуючі моделі менеджменту [13]. В роботі [14] запропоновано логіко-структурну модель імплементації гендерного підходу в Project Management Maturity Model (Г. Керцнер). Послугуючись загальною логікою розвитку організаційно-технічної зрілості проєктного управління, гендерний поступ у набутті управлінської зрілості пов'язується з усіма рівнями: загальна термінологія, загальні процеси, єдина методологія, бенчмаркінг, безперервне покращення.

Для оцінювання інтеграції гендермейнстрімінгових методів та інструментів в управління проєктами і програмами автори роботи [15] використовують принципи гендерної рівності, визначені світовим економічним форумом. Модель

гендерної зрілості системи управління проєктами та програмами визначена в параметрах організаційного розвитку компанії («місія, стратегічне планування», «структура менеджменту та стиль управління», «спроможність адаптуватись», «партнерство та співпраця», «роль в секторі», «надання послуг», «фінансова життєздатність») у вигляді матриці гендерних характеристик, що охоплюють принципи гендерної рівності на робочому місці («гендерно-збалансований менеджмент та керівництво», «гендерно-справедливі організаційні процеси», «сприяння рівній участі жінок і чоловіків у прийнятті рішень», «сприяння розвитку лідерського потенціалу жінок», «гендерна рівність на робочому місці»). Пропонуються рекомендації щодо розвитку гендерно-чутливих заходів та інструментів, необхідних для новітнього бачення гендерної рівності в освітньому менеджменті. Актуалізується питання створення гендерного офісу управління проєктами (Gender Responsible Project Management Office, PMOG), що є спеціальною організаційною одиницею, відповідальною за інтеграцію гендерної компоненти на рівні десяти областей знань управління проєктами. У роботі [16] здійснено спробу розробці багатовимірної концептуальної основи для оцінки та моніторингу рівня гендерної рівності в дослідницьких колективах (на прикладі Оксфордського університету).

Зважаючи на характер висвітлення гендерної проблематики в закладах освіти, можна стверджувати, що існуючі методології недостатньо інтегрують відповідні параметри, як на рівні роботи команди проєкту, так і системи проєкту в цілому. Необхідною методологічною основою для розробки моделей гендерно-орієнтованого моніторингу мають бути компоненти організаційного розвитку компанії (від операційного рівня до стратегічного). Аудит і моніторинг гендерної зрілості системи управління закладу освіти має ґрунтуватись на визначенні організаційно-структурної специфіки інтеграції гендерних компонентів в систему управління. Відповідно існує нагальна потреба в удосконаленні методик вимірювання гендерної активності закладів освіти, оцінки гендерної зрілості систем менеджменту в цілому.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є розвиток практичного інструментарію для проведення гендерного аудиту закладів вищої освіти на основі методології Міністерства освіти і науки України [3] та авторських моделей кількісної оцінки організаційно-технологічної зрілості за допомогою гендерно-сенситивних індикаторів [12–13].

Для досягнення поставленої мети пропонується вирішити наступні завдання:

- уточнити гендерні параметри (контекстні вимоги) до системи менеджменту ЗВО;
- удосконалити практичний інструментарій для проведення гендерного аудиту закладів вищої освіти;

- провести експериментальне дослідження оцінки гендерної зрілості системи управління закладів вищої освіти (на прикладі Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова – ХНУМГ; Харківського національного університету радіоелектроніки – ХНУРЕ).

Модель гендерної зрілості організаційної системи ЗВО. У роботі [13] запропоновано загальну

модель оцінки гендерної зрілості організації на платформі моделі зрілості проектного менеджменту (Project Management Maturity Model, PMMM). З метою інтеграції специфіки контенту освітньої діяльності пропонується «матриця параметрів оцінки гендерної зрілості організаційної системи ЗВО» (табл. 1).

Математичний опис параметричної ідентифікації моделі оцінки гендерної зрілості та методика обчислення інтегральної оцінки гендерної зрілості організації (G) викладена у роботі [12].

Таблиця 1 – Матриця параметрів гендерної зрілості організаційної системи ЗВО

Елементи організаційного потенціалу		Гендерно-сенситивна характеристика організаційної зрілості
Відповідність принципу 1: «Гендерна рівність на робочому місці»		
1. Місія та стратегічне планування	Стратегічне планування	Місія ЗВО корелюється із суспільною роллю «різноманіття, справедливості, інклюзії». Стратегічні плани ЗВО передбачають забезпечення балансу між продуктивною (розвиток кар'єри) та репродуктивною працею.
	Операційне планування	ЗВО включає до операційного планування програми додаткового навчання та стажування для жінок (особливо в STEM галузях). Існує можливість гнучкого графіку роботи персоналу та здобувачів вищої освіти.
2. Структура менеджменту та стилі управління	Топ-менеджмент та їх обов'язки	ЗВО враховує гендерну компетентність в посадових інструкціях осіб, які приймають рішення (ОПР).
	Ефективність керівництва	ЗВО забезпечує канал зв'язку між персоналом та керівництвом через особу з питань забезпечення рівних прав та можливостей жінок та чоловіків, запобігання та протидії насильству за ознакою статі, яка визначається відповідно до статті 12 Закону України «Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок та чоловіків».
	Внутрішньо організаційні комунікації	Вище керівництво заохочує директорів навчально-наукових інститутів (ННІ), деканів факультетів, завідувачів кафедр до пошуку гендерно-збалансованих рішень в оплаті праці персоналу.
	Стилі управління та лідерство	Створення рівних умов для професійної реалізації науково-педагогічного та допоміжного персоналу. В ЗВО дотримуються принципу гендерної справедливості при прийнятті рішень щодо проведення професійної сертифікації, розвитку лідерських навичок. ЗВО розробляє додаткові заходи для підтримки працівників та здобувачів вищої освіти, які мають особливі гендерні потреби (медична допомога, догляд за дитиною, людьми похилого віку, хворими членами родини).
3. Спроможність адаптуватись	Моніторинг та оцінка програм	Гендерний аудит кадрової політики. В ЗВО проводиться моніторинг робочих місць з метою виявлення ознак гендерної дискримінації
	Моніторинг та оцінка організації	Гендерний аудит системи оплати праці з метою виявлення гендерних дисбалансів. Здійснюється оцінка безпеки умов праці жінок та чоловіків (у тому числі під час відряджень, роботи з організаціями-партнерами). Аналізуються інциденти на робочому місці, пов'язані з гендерною дискримінацією, випадками сексуальних домагань, сексизму, мобінгу та інших проявів насильства за ознакою статі.
	Застосування результатів моніторингу та оцінки в процесах прийняття рішень	ЗВО здійснює рекрутинг персоналу на основі результатів гендерного моніторингу робочих місць. Вживає заходів з інтеграції результатів моніторингу в політику компенсацій та(або) заохочень
4. Партнерство та співпраця	Взаємодія з партнерами	ЗВО встановлює контакти з кадровими агенціями, незалежними підрядниками, діловими партнерами, які дотримуються принципів гендерно-відповідальної організації
5. Роль в секторі	Поширення знань та інформації	ЗВО забезпечує підготовку/перепідготовку усього персоналу з набуття гендерних компетентностей
6. Надання послуг	Розробка програм	ЗВО дотримується гендерного балансу трудових ресурсів, які залучаються до розробки наукових проєктів та освітніх програм

Продовження таблиці 1

	Комунікаційна стратегія	ЗВО дотримується гендерної нейтральності в інформаційних оголошеннях про найм працівників, проведення конкурсу на вакантні посади науково-педагогічних працівників (НПП). HR-стратегія розробляється на основі баз даних: «Гендерні інтереси і кар'єрні цілі персоналу», «Гендерні бар'єри у професійній кар'єрі». ЗВО демонструє гендерну сенситивність у всіх інформаційних повідомленнях, у тому числі на офіційних сайтах, web сторінках ННІ, факультетів, кафедр, у друкованих та медіаматеріалах (інформаційних бюлетенях, брошурах, плакатах, буклетах, відеоматеріалах, публікаціях, фотографіях тощо)
7. Фінансова життєздатність та мобілізація ресурсів	Внутрішня спроможність для залучення фінансування	ЗВО виділяє гендерно-збалансований ресурс для фандрайзингу. Персонал у рівній мірі, як жінки, так і чоловіки, долучаються до процесів управління вартістю наукових проєктів та освітніх програм
Відповідність принципу 2: «Гендерно-збалансований менеджмент та керівництво»		
1. Місія та стратегічне планування	Місія	ЗВО є чутливим до гендерної різноманітності зовнішніх та внутрішніх стейкхолдерів
	Стратегічне планування	Стратегічні плани розробляються за участі усіх стейкхолдерів, уникаючи дискримінації за ознакою статі
	Операційне планування	ЗВО забезпечує рівні можливості для жінок і чоловіків впливати на розробку наукових проєктів, освітніх програм та інших активностей
2. Структура менеджменту та стилі управління	Топ-менеджмент та їх обов'язки	Статут ЗВО, розподіл керівних посад топ-менеджменту враховує принципи гендерної різноманітності
	Ефективність керівництва	Оцінка ефективності роботи керівництва ЗВО ґрунтується на взаємозалежності «методи роботи – результати» із дотриманням принципу гендерної справедливості
	Внутрішньо організаційні комунікації	ЗВО здійснює заходи щодо запобігання гендерної дискримінації у кар'єрному зростанні НПП та допоміжного персоналу, у тому числі при оцінюванні професійної кваліфікації чи професійної компетентності працівників
	Стилi управління та лідерство	ЗВО застосовує методи, інструменти та конкретні дії для залучення жінок до складу топ-менеджменту. ЗВО обирає тактики, що дозволяють делегувати повноваження і відповідальність за прийняття рішень, як жінкам, так і чоловікам. Заохочується гендерне партнерство у командній роботі
3. Спроможність адаптуватись	Моніторинг та оцінка організації	ЗВО здійснює постійний моніторинг гендерного складу топ-менеджменту, ОПП
	Застосування результатів моніторингу та оцінки в процесах прийняття рішень	ЗВО на регулярній основі збирає, аналізує гендерно-сегреговані дані для виявлення «слабких місць» в менеджменті та стилі управління
	Моніторинг середовища реалізації програми	Система аудиту діяльності НПП та допоміжного персоналу містить інформацію про те, в якій мірі впроваджуються принципи гендерної рівності і як вона інтегрована у процеси реалізації наукових проєктів, освітніх програм, інших гендерних ініціатив
4. Партнерство та співпраця	Взаємодія з національним урядом	ЗВО взаємодіє із урядовими структурами, на які покладені повноваження з реалізації політики забезпечення рівних прав та можливостей жінок та чоловіків в сфері освіти (у тому числі виконання Наказу МОН України від 05.11.2021 р. №1182 «Про затвердження Методології та критеріїв проведення гендерного аудиту закладів освіти»)
	Взаємодія з місцевим самоуправлінням	ЗВО має регулярні контакти з органами місцевого самоврядування, долучаючись до регіональних програм забезпечення рівних прав і можливостей жінок та чоловіків
	Взаємодія з приватним сектором	ЗВО взаємодіє із зовнішніми стейкхолдерами-роботодавцями, які реалізують політику соціальної відповідальності (у т. ч. недискримінації, розширення прав і можливостей жінок)
	Взаємодія з громадськістю	ЗВО має партнерство з неурядовими громадськими організаціями (НГО), які мають досвід («кращі практики») із реалізації проєктів, орієнтованих на досягнення гендерної рівності
5. Роль в секторі	Лідерство в секторі	ЗВО демонструє здатність бути активним у визначених гендерних стратегіях
	Роль в розвитку організаційної спроможності	Система організаційних важелів і активів (у т. ч. бренд, технології, співробітники, фінанси) використовуються для підтримки ініціатив з гендерної рівності

Продовження таблиці 1

	Поширення знань та інформації	ЗВО інформує персонал та здобувачів вищої освіти про застосування гендерних підходів в їхній діяльності та утвердження недискримінаційної політики
6. Надання послуг	Знання в своєму секторі	ЗВО має чітко визначені гендерні параметри у сфері вищої освіти та досвід роботи з ними
	Стандарти якості послуг	ЗВО має формальні стандарти гендерно-сенситивних послуг відповідності до зовнішніх практик, орієнтирів чи національних, міжнародних стандартів. У ЗВО наявні навчальні дисципліни та(або) наукові дослідження гендерного профілю, гендерна проблематика включена до тематик наукових конференцій та інших науково-практичних заходів.
	Розробка програм	ЗВО демонструє здатність застосовувати гендерні методи для розробки нових наукових проєктів, освітніх програм, освітніх компонентів.
	Комунікаційна стратегія	Весь персонал ЗВО проінформований про методи прийняття гендерно-сенситивних рішень. ЗВО проводить форуми, де співробітники можуть висловити свої думки про те, як реалізація принципів гендерної рівності вплинула на їх продуктивність та реалізацію освітньої діяльності в цілому
	Медійна стратегія	Гендерна культура у публічних заявах топ-менеджменту, а також в інформаційних матеріалах (друкованих, рекламних, web-сайті)
Відповідність принципу 3: «Гендерно-справедливі організаційні процеси»		
1. Місія та стратегічне планування	Стратегічне планування	ЗВО інтегрує гендерні принципи в процеси розробки своїх послуг
2. Структура менеджменту та стилі управління	Топ-менеджмент та їх обов'язки	ЗВО розробляє процеси виявлення, усунення, попередження гендерної дискримінації. Склад вчених, наукових, студентських рад, редколегій наукових та навчальних видань формується з урахуванням паритетного представництва жінок та чоловіків
	Внутрішньо організаційні комунікації	Робота ЗВО ґрунтується на засадах стандартизації процесів, що враховують принципи гендерної рівності
	Стилi управління та лідерство	Вимірювання, оцінка, аналіз взаємозалежності результатів діяльності і статі працівника. ЗВО використовує гендерні індикатори (Додаток 1–3 до Методології та критеріїв гендерного аудиту закладів освіти [3]).
3. Спроможність адаптуватись	Моніторинг та оцінка програм	ЗВО використовує гендерні методи та інструменти для управління науковими проєктами та освітніми програмами
	Моніторинг та оцінка організації	ЗВО здійснює оцінку гендерної компетенції персоналу та здобувачів вищої освіти, їх спроможність інтегрувати гендерні підходи в організаційні процеси та освітньої діяльності
	Застосування результатів моніторингу та оцінки в процесах прийняття рішень	ЗВО використовує дані гендерного моніторингу з метою вироблення рішень від стратегічного планування до бюджетування
4. Партнерство та співпраця	Взаємодія з місцевим самоуправлінням	ЗВО взаємодіє із стейкхолдерами у забезпеченні гендерної рівності та здійснює адвокацію в рамках місцевого самоврядування
	Членство в регіональних/національних асоціаціях	ЗВО підвищує свою спроможність шляхом використання колективного, індивідуального членства в міжнародних, національних асоціаціях гендерного спрямування
5. Роль в секторі	Поширення знань та інформації	ЗВО здатне генерувати знання та інформацію з питань гендерної рівності та рівних можливостей жінок і чоловіків
6. Надання послуг	Орієнтація на потреби та залучення клієнтів	ЗВО розробляє послуги із врахуванням гендерних потреб. За допомогою різних гендерних інструментів збирає інформацію про рівень задоволеності внутрішніх і зовнішніх стейкхолдерів
	Стандарти якості послуг	ЗВО використовує гендерно-сегреговану статистику та гендерні індикатори у звітах та оцінках результатів наукових проєктів та освітніх програм
	Розробка програм	ЗВО демонструє здатність адаптувати існуючі гендермейнстрімінгові технології
	Медійна стратегія	PR-стратегія існує для охоплення кожної гендерної групи і періодично оновлюється
7. Фінансова життєздатність та мобілізація ресурсів	Стратегія залучення фінансування	ЗВО має гендерно-сенситивну фандрейзингову стратегію, що включає різноманітні джерела фінансування гендерної компоненти наукових проєктів та освітніх програм
	Диверсифікація джерел фінансування	ЗВО має різні типи джерела фінансування завдяки спроможності здійснювати гендерно-сенситивне бюджетування

Продовження таблиці 1

Відповідність принципу 4: «Сприяння рівній участі жінок та чоловіків у прийнятті рішень»		
1. Місія та стратегічне планування	Місія	Місія ЗВО сумісна з принципами гендерної рівності та принципами розширення прав та можливостей жінок
	Операційне планування	ЗВО розробляє конкретні заходи, спрямовані на рівноправну участь, як жінок, так і чоловіків, а також ліквідацію всіх форм дискримінації
2. Структура менеджменту та стилі управління	Ефективність керівництва	Топ-менеджмент оцінює прогрес досягнення гендерних цільових показників й активно заохочує директорів ННІ, деканів факультетів, завідувачів кафедр до їх досягнення.
	Стилi управління та лідерство	Весь персонал підтримує політику гендерної недискримінації. Топ-менеджмент формує організаційну культуру, що включає аналіз внутрішніх механізмів забезпечення рівних прав та можливостей жінок та чоловіків.
3. Спроможність адаптуватись	Моніторинг та оцінка програм	ЗВО бере участь у гендерному моніторингу наукових проєктів і освітніх програм
	Моніторинг та оцінка організації	ЗВО здійснює регулярну самооцінку місця на ринку освітніх послуг, що передбачають дотримання принципу гендерного різноманіття та інклюзії
	Моніторинг середовища реалізації програми	ЗВО для планування своєї роботи використовує інформацію про гендерні проблеми (у т. ч. гендерні розриви, прояви дискримінації, сексизму та ін.)
4. Партнерство та співпраця	Взаємодія з національним урядом	ЗВО працює з урядовими структурами, відповідальними за реалізацію гендерної політики (зокрема, в рамках Плану заходів з реалізації зобов'язань Уряду України, взятих в рамках міжнародної ініціативи «Партнерство Біарріц» з утвердження гендерної рівності (затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2020 р. № 1578-р. [4])
	Взаємодія з місцевим самоуправлінням	ЗВО співпрацює з органами місцевого самоврядування в рамках реалізації програм із забезпечення рівних прав та можливостей жінок та чоловіків
	Взаємодія з іншими конкурентами	ЗВО співпрацює з іншими партнерами в рамках гендерно-сенситивних наукових проєктів і освітніх програм, а також інформаційно-просвітницьких заходів з питань гендерної рівності
	Членство в регіональних/ національних асоціаціях	ЗВО сприяє участі активних жінок у регіональних, національних, міжнародних кампаніях або форумах
5. Роль в секторі	Лідерство в секторі	ЗВО спроможний до гендерно-відповідального лідерства в освітній галузі
	Роль в розвитку організаційної спроможності	ЗВО підтримує жінок (НПП та допоміжний персонал) до активної участі розвитку організації.
	Промоція сектору	ЗВО є учасником різноманітних заходів щодо підтримки гендерної рівності, а також ініціатором гендерно-орієнтованих наукових проєктів та освітніх програм
	Поширення знань та інформації	ЗВО підтримує практику обміну інформації про «кращі гендерні методики» з іншими ЗВО, органами місцевого самоврядування, стейкхолдерами-роботодавцями, НГО та ін.
6. Надання послуг	Знання в своєму секторі	ЗВО визнається іншими стейкхолдерами як «центр знань» в сфері імплементації гендерних підходів
	Орієнтація на потреби та залучення клієнтів	ЗВО застосовує інструменти забезпечення гендерних потреб цільових груп (НПП, здобувачів вищої освіти та ін.).
	Розробка програм	ЗВО спроможний розробляти гендерно-орієнтовані наукові проєкти та освітні програми, що задовольняють гендерні потреби стейкхолдерів
	Медійна стратегія	Медійна стратегія передбачає висвітлення гендерно-відповідальних практик ЗВО
7. Фінансова життєздатність та мобілізація ресурсів	Стратегія залучення фінансування	ЗВО має грантову підтримку за напрямом активності дотичної до реалізації принципів гендерної рівності
	Диверсифікація джерел фінансування	ЗВО демонструє здатність брати участь у наукових проєктах і освітніх програмах, що передбачають фінансування гендерно-орієнтованих заходів
	Мобілізація місцевих ресурсів	ЗВО залучає ресурси місцевих стейкхолдерів із дотриманням принципів гендерної справедливості

Продовження таблиці 1

Відповідність принципу 5: «Сприяння розвитку лідерського потенціалу жінок»		
1. Місія та стратегічне планування	Стратегічне планування	ЗВО мінімізує або усуває будь-які бар'єри у розвитку жіночого лідерства
	Операційне планування	ЗВО сприяє жінкам у кар'єрному зростанні, здійснює набір персоналу з урахуванням гендерної різноманітності (особливо на керівні посади – ректор, проректор, директор ННІ, декан факультету, завідувач кафедри)
2. Структура менеджменту та стилі управління	Топ-менеджмент та їх обов'язки	Топ-менеджмент має необхідний рівень гендерної компетентності, що дозволяє жінкам займати керівні посади
	Ефективність керівництва	Топ-менеджмент переглядає результати гендерного аудиту, виявляє потенційних лідерок та заохочує їх до керівництва ініціативами ЗВО
	Стилi управління та лідерство	ЗВО використовує гендерні методи рекрутингу, сприяє призначенню жінок на керівні посади. Існує стратегія розвитку жіночого лідерства (навчання та наставництво)
3. Спроможність адаптуватись	Моніторинг та оцінка організації	ЗВО залучає жінок до моніторингу та оцінки організаційного розвитку. Вимірюється прогрес у розвитку жіночого лідерства
4. Партнерство та співпраця	Взаємодія з національним урядом	ЗВО підтримує постійну комунікацію з МОН України у питаннях сприяння розвитку потенціалу жінок та дівчат в науці та освіті
	Взаємодія з місцевим самоуправлінням	ЗВО підтримує постійну комунікацію з органами місцевого самоврядування в рамках програм сприяння жіночому лідерству (наприклад, щорічний конкурс «Жінка року», «Жінки в науці» та ін.)
	Взаємодія з іншими стейкхолдерами	Партнерство з організаціями, що працюють над поліпшенням становища жінок. Участь у спільних заходах щодо забезпечення гендерної рівності і прав жінок.
	Членство в регіональних/ національних асоціаціях	ЗВО взаємодіє з професійними асоціаціями і використовує можливості для більшого представництва жінок в наукових проєктах та освітніх заходах.
5. Роль в секторі	Роль в розвитку організаційної спроможності	ЗВО надає освітньо-консультативні послуги іншим організаціям з розвитку жіночого лідерства.
	Поширення знань та інформації	ЗВО заохочує жінок долучатись до наукової та освітньої діяльності у STEM галузях.
6. Надання послуг	Знання в своєму секторі	ЗВО має належний рівень розуміння потенціалу жіночого лідерства в контексті організаційного капіталу.
	Орієнтація на потреби та залучення клієнтів	ЗВО надає пріоритетність інвестиціям, які сприяють професійному розвитку жінок та дівчат, особливо у STEM галузях
	Розробка програм	ЗВО спроможна здійснювати наукові проєкти і освітні програми, орієнтовані на розвиток потенціалу жінок та дівчат
7. Фінансова життєздатність та мобілізація ресурсів	Стратегія залучення фінансування	ЗВО має стратегію залучення фінансування наукових проєктів та освітніх програм, що передбачають розвиток жіночого лідерства.

Практичні результати гендерного аудиту організаційної зрілості ЗВО. Одним із перших університетів України, де були започатковані та впроваджені гендермейнстрімінгові практики є Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Університет є одним із засновників Регіонального наукового конкурсу молодих вчених «Гендерна політика очима української молоді». Зокрема, на ювілейному (п'ятнадцятому) конкурсі 43 фіналістів з 17 ВНЗ Харківщини публічно презентували свої наукові доробки. Прикметно, що об'єктами для власних наукових досліджень конкурсанти обирають не тільки гендерні питання в контексті історії, філософії, літератури, педагогіці, а й досліджують гендерний контекст в практиках містобудування, медицини, безпеки, економіки, інформаційних технологій.

В організаційній структурі університету «Гендерний центр ХНУМГ ім. О.М. Бекетова» має інституціональний статус структурного підрозділу, який виступає коучером з розвитку гендерної

культури як для здобувчів вищої освіти, так і фахівців структурних підрозділів місцевого самоврядування.

Про високий рівень ХНУМГ ім. О. М. Бекетова у створенні якісного освітнього середовища стало відкриття «Дитячого центру» для надання послуг з тимчасового перебування та догляду за дітьми, чий батьки є здобувачами вищої освіти, НПП. Архітектурно-планувальні рішення з облаштування дитячих ігрових кімнат, санвузлу, кімнати для годування є наочним прикладом поєднання кращих світових гендерних практик та авторських методик команди Гендерного центру [17–18]. Нажаль, у зв'язку із карантинними обмеженнями, пов'язаними із COVID-19, роботу Дитячого центру призупинено.

Також, командою Гендерного центру ХНУМГ ім. О. М. Бекетова розроблено унікальні методики гендерно-орієнтованого бюджетування, гендерної урбаністики, архітектури, гендерного аудиту міського простору [19–20] тощо.

За результатами гендерного аудиту організаційної системи ХНУМГ ім. О. М. Бекетова у 2019 році значення інтегральної оцінки гендерної

зрілості університету ($G_{XНУМГ} = 293$ балів) відповідало четвертому рівню – «Бенчмаркінг GM технологій» [12]. Показники оцінки гендерної зрілості організаційної системи університету у 2021 році (табл. 2, рис. 1) свідчить про незначний прогрес.

Таблиця 2 – Показники оцінки гендерної зрілості організаційної системи ХНУМГ ім. О. М. Бекетова (2021 рік)

Елементи організаційного розвитку компанії	Гендерні характеристики організаційної зрілості				
	Гендерна рівність на робочому місці	Гендерно-збалансований менеджмент та керівництво	Гендерно-справедливі організаційні процеси	Сприяння рівній участі жінок та чоловіків у прийнятті рішень	Сприяння розвитку лідерського потенціалу жінок
1	0	3	0	4	0
2	4	4	4	0	3
3	4	4	0	4	3
4	2	3	4	0	4
5	2	3	0	3	4
6	2	3	3	0	0
7	4	4	3	3	3
8	2	0	4	3	0
9	2	3	3	4	3
10	2	3	3	0	0
11	0	3	0	3	0
12	0	5	0	4	4
13	0	5	4	4	4
14	0	4	0	0	0
15	3	0	0	0	0
16	0	0	0	4	4
17	0	0	4	4	4
18	0	5	0	3	0
19	0	4	0	4	3
20	4	4	4	4	3
21	0	0	3	4	3
22	0	3	4	0	0
23	3	4	4	4	4
24	3	5	0	0	0
25	0	0	3	4	4
26	0	0	3	5	0
27	3	0	0	0	0
28	0	0	0	3	0



Рис. 1. Відносні показники гендерної зрілості елементів організаційного розвитку ХНУМГ ім. О. М. Бекетова (2021 рік)

Зокрема, в університеті:

- посилилось використання гендерно-сегрегованої статистики;
- у документообігу та інформаційних повідомленнях використовується фемінітиви та гендерно-сентитивна мова;
- університетська спільнота активно долучається до реалізації проектів жіночого лідерства у галузі енергетики та інформаційних технологій;
- відзначаються досягнення до «Міжнародного дня жінок і дівчат в науці», «Національного дня дівчат у технологіях».

Значення інтегральної оцінки гендерної зрілості університету у 2021 році майже не змінилось у порівнянні із 2019 роком і склало $G_{XНУМГ} = 302$ балів, що відповідає четвертому рівню зрілості – «Бенчмаркінг GM технологій».

Підтримка високого рівня гендерної зрілості ХНУМГ ім. О. М. Бекетова надалі буде забезпечуватись завдяки: розширенню повноважень Гендерного центру; проведенню регулярного гендерного аудиту університету та оцінки прогресу (у тому числі формування звіту для МОН України); відновлення роботи Дитячого центру; активізація залучення грантів на гендерно-орієнтовані наукові проекти та освітні програми; розвиток методів гендерно-орієнтованого бюджетування, аудиту, гендерної урбаністики та їх впровадженню у проектну діяльність органів місцевого самоврядування тощо.

Інституціональний статус Центру гендерної освіти [21] в Харківському національному університеті радіоелектроніки з 2012 року відносить заклад до складу «один із перших університетів, що реалізують гендермейнстрімінговий підхід в освіті». Маскулінність специфіки ІТ галузі відбивається на формуванні керівного складу університету. Сьогодні керівництво університету (ректор, проректори, декани факультетів) представлено тільки чоловіками. Жінки є серед завідувачів кафедр – 36 %.

Експертна оцінка гендерної зрілості ХНУРЕ також здійснювалась за 28 показниками (аналогічно табл. 2). Обчислена інтегральна оцінка гендерної зрілості університету ($G_{XНУРЕ} = 157$ балів) дозволила ідентифікувати другий рівень гендерної зрілості («Опанування командою спеціальних методик, інструментів»). Результати обчислень (рис. 3) демонструють низький рівень «структури менеджменту та стилі керівництва» – 21%; недостатню «спроможність адаптуватись» – 26%. У подальшому слід більше уваги приділяти удосконаленню інтеграції гендерного підходу до елементів організаційного розвитку: «партнерство та співпраця» (35%), «місія та стратегічне планування» (39%), «структура менеджменту та стилі управління» (27%).

Розвиток ХНУРЕ у напрямку гендермейнстрімінгу слід зосередити, по-перше, на залученні жінок до керівного складу університету, по-друге, на розповсюдженні методів аудиту, моніторингу для сприяння зменшенню гендерних розривів, і, по-третє, на посиленій увазі до

удосконалення оцінювання ефективності роботи системи управління з гендерних аспектів («методи роботи – досягнення гендерно-сенситивних результатів/цінностей»).



Рис. 3. Відносні показники гендерної зрілості елементів організаційного розвитку ХНУРЕ (2021 рік)

Висновки. Інформаційно-аналітичний супровід гендерного аудиту системи освітнього менеджменту передбачає:

- ідентифікацію вимог до гендерно-відповідальної системи освітнього менеджменту з використанням матриці параметрів гендерної зрілості організаційної системи ЗВО;

- окреслення контекстних вимог освітнього менеджменту у STEM галузях у контексті п'яти базових принципів гендерної рівності, визначених Всесвітнім економічним форумом («гендерна рівність на робочому місці», «гендерно-збалансований менеджмент», «гендерно-справедливі організаційні процеси», «сприяння рівній участі жінок та чоловіків у прийнятті рішень», «сприяння розвитку лідерського потенціалу жінок»).

Удосконалено методику оцінювання зрілості управлінської системи ЗВО на спроможність до інтеграції гендерно-сенситивних компонентів, інформаційно-аналітичною платформою якої слугує модель зрілості проектного менеджменту Г. Керцнера (Project Management Maturity Model).

Представлено результати експериментального дослідження оцінки гендерної зрілості системи управління на прикладі університетів України. Обчислення значень інтегральної оцінки гендерної зрілості дозволяє ідентифікувати проблемні питання в перспективі гендерноорієнтованого розвитку та переходу на вищий рівень гендерної зрілості.

Запропонований підхід до здійснення гендерного аудиту системи менеджменту ЗВО може бути використаний особами, які приймають рішення, та(або) гендерними експертами як практичний інструментарій для оцінки існуючого стану системи організаційного менеджменту.

Список літератури

1. *Universities' Strategies and Approaches towards Diversity, Equity and Inclusion : Examples from across Europe* / ed. A. Claeys-Kulik, T. Ekman Jørgensen. Brussels: European University Association, 2018. 58 p.
2. *The STEM Gap: Women and Girls in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. American Association of University

Women (Outline). URL: <https://www.aauw.org/resources/research/the-stem-gap/> (дата звертання: 19.12.2021).

3. *Методологія та критерії проведення гендерного аудиту закладів освіти*. Міністерство освіти і науки України, наказ від 05.11.2021 № 1182 (Outline). URL : <https://mon.gov.ua/ua/npa/prozatverdzhennya-metodologiyi-ta-kriteriyiv-provedennya-gendernogo-audituzakladiv-osviti>. дата звертання: 19.12.2021).
4. *План заходів з реалізації зобов'язань Уряду України, взятих в рамках міжнародної ініціативи «Партнерство Біарріц» з утвердження гендерної рівності* (затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2020 р. № 1578-р.). Верховна Рада України (Outline). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1578-2020-%D1%80#Text> (19.12.2021).
5. Equality Means Business: WEPs Brochure. United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women. New York, 2021. 84 p.
6. Institutional Transformation : Gender Mainstreaming Toolkit. European Institute for Gender Equality (EIGE). Luxembourg, 2016. 67 p.
7. Fesenko T. G. Gender Mainstreaming as a factor of project management maturity. *Управління розвитком складних систем*. – 2015. № 23. С. 5–10.
8. *Global education monitoring report 2020: gender report. A new generation: 25 years of efforts for gender equality in education*. UNESCO, 2020. 84 p.
9. Peterson H. Academic 'Glass Cliff'? Exploring the Increase of Women in Swedish Higher Education Management Athens. *Journal of Education*, 2014. Vol. 1, Issue 1. P. 33–44.
10. *Guidance for developing gender-responsive education sector plans*. New York, 2017. 159 p.
11. *ECU's Athena SWAN Charter Awards Handbook May 2015*. 32 p. URL: <https://www.ecu.ac.uk/wp-content/uploads/2015/05/ECU-Handbook-26.05.15-FINAL.pdf>. (дата обращения 19.12.2021).
12. Фесенко Г. Г., Шахов А. В., Фесенко Т. Г., Якунін А. В. Моніторинг системи освітнього менеджменту за моделями оцінки гендерної зрілості (на прикладі університетів України). *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Сер. : *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2020. №1. С. 68–77. doi:10.20998/2413-3000.2020.1.10.
13. Fesenko T., Fesenko G. Developing gender maturity models to project and programme management. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. № 1/3(85). –P. 46–55. doi: 10.15587/1729-4061.2017.28031.
14. Kendall G. I., Rollins S. C. *Advanced project portfolio management and the PMO multiplying ROI at wrap speed*. London : Transatlantic, 2003. 434 p.
15. Fesenko T., Shakhov A., Fesenko G. Modeling of maturity of gender-oriented project management office. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. –Vol. 5, № 3(89). P. 30–38. doi: 10.15587/1729-4061.2017.110286.
16. *UCL Equality, Diversity & Inclusion Strategy 2015–2020*. University College London, 2015. URL: https://www.ucl.ac.uk/human-resources/sites/human-resources/files/edi_strategy_2015-2020.pdf. (19.12.2021).
17. Фесенко Г.Г. «Дитячий простір» в філософсько-урбаністичній інтерпретації. *Гілея: науковий вісник: Збірник наукових праць*. 2017. Вип. 117. С. 180–184.
18. Фесенко Г. Формування гендерної компетентності української еліти. *Українознавчий альманах*, 2013. Вип 14. С. 119–121.
19. Fesenko T., Fesenko G., Bibik N. The safe city: developing of GIS tools for gender-oriented monitoring (on the example Kharkiv city, Ukraine). *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. № 3/2(87). P. 25–33. doi: 10.15587/1729-4061.2017.103054
20. Fesenko T., Shahov A., Fesenko G., Bibik N., Tupchenko V. Modeling of customer-oriented construction project management using the gender logic systems. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2018. Vol. 1. № 3(91). P. 50–59. doi: 10.15587/1729-4061.2018.123124.
21. *Центр гендерної освіти Харківського національного університету радіоелектроніки*. URL: <https://nure.ua/branch/tsentr-gendernoyi-osviti>. (дата звертання : 19 грудня 2021).

References (transliterated)

1. *Universities' Strategies and Approaches towards Diversity, Equity and Inclusion : Examples from across Europe* / ed. A. Claeys-Kulik, T. Ekman Jørgensen. Brussels: European University Association. 2018. 58 p.
2. *The STEM Gap: Women and Girls in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. American Association of University Women (Outline). Available at: <https://www.aauw.org/resources/research/the-stem-gap/> (accessed 19.12.2021).
3. *Metodolohiya ta kryteriyi provedennya hendernoho audytu zakladiv osvity. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, Nakaz vid 05.11.2021 № 1182 (Outline)*. [Methodology and criteria for conducting a gender audit of educational institutions. Ministry of Education and Science of Ukraine, order of 05.11.2021 № 1182 (Outline).] Available at: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-metodologiyi-ta-kryteriyiv-provedennya-gendernogo-audituzakladiv-osviti>. (accessed 19.12.2021).
4. *Plan zakhodiv z realizatsiyi zobov'yazan' Uryadu Ukrainy, vzyatykh v ramkakh mizhnarodnoyi initsiatyvy «Partnerstvo Biarritz» z utverdzhennya hendernoyi rivnosti (zatverdzheno rozporядzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 16.12.2020 № 1578-r.)*. [Action plan for the implementation of the commitments of the Government of Ukraine taken within the framework of the international initiative "Biarritz Partnership for the Promotion of Gender Equality" (approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 16, 2020 № 1578).] Verkhovna Rada Ukrainy (Outline). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1578-2020-%D1%80#Text> (accessed 19.12.2021).
5. Equality Means Business: WEPs Brochure. *United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women*. New York, 2021. 84 p.
6. Institutional Transformation : Gender Mainstreaming Toolkit. *European Institute for Gender Equality (EIGE)*. Luxembourg. 2016. 67 p.
7. Fesenko T. G. Gender Mainstreaming as a factor of project management maturity. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system [Management of development of complex systems]*. 2015. Issue 23. pp. 5–10.
8. *Global education monitoring report 2020: gender report. A new generation: 25 years of efforts for gender equality in education*. UNESCO, 2020. 84 p.
9. Peterson H. Academic 'Glass Cliff'? Exploring the Increase of Women in Swedish Higher Education Management Athens. *Journal of Education*. 2014. Vol. 1, Issue 1, pp. 33–44.
10. *Guidance for developing gender-responsive education sector plans*. New York, 2017. 159 p.
11. *ECU's Athena SWAN Charter Awards Handbook May 2015*. 32 p. Available at: https://www.ecu.ac.uk/wp-content/uploads/2015/05/ECU-Handbook-26.05_15-FINAL.pdf. (accessed 19.12.2021).
12. Fesenko G. G., Shakhov A. V., Fesenko T. G., Yakunin A. V. Monitoring of the educational management system by the gender maturity evaluation models (case study of Ukrainian universities) [Monitorynh systemy osvithnoho menezhmentu za modeliamy otsinky hendernoi zrilosti (na prykladi universytetiv Ukrainy)]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Ser. : *Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliami, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management. Kharkiv : NTU «KhPI»]. 2020. Vol. 1. pp. 68–77. doi: 10.20998/2413-3000.2020.1.10.
13. Fesenko T., Fesenko G. Developing gender maturity models to project and programme management. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. Issue 1/3(85). pp. 46–55. doi: 10.15587/1729-4061.2017.28031.
14. Kendall G. I., Rollins S. C. *Advanced project portfolio management and the PMO multiplying ROI at wrap speed*. London : Transatlantic. 2003. 434 p.
15. Fesenko T., Shakhov A., Fesenko G. Modeling of maturity of gender-oriented project management office. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. Vol. 5, № 3(89). pp. 30–38. doi: 10.15587/1729-4061.2017.110286.
16. *UCL Equality, Diversity & Inclusion Strategy 2015–2020*. University College London, 2015. Available at: https://www.ucl.ac.uk/human-resources/sites/human-resources/files/edi_strategy_2015-2020.pdf. (accessed 19.12.2021).
17. Fesenko G. G. «Dytyachyy prostir» v filososf'ko-urbanistychniy interpretatsiyi [«Children space» in urban–philosophical interpretation]. *Hileia: naukoviy visnyk: Zbirnyk naukovykh prats*. [Collection of scientific papers «Gileya: scientific herald»]. 2017. Vol. 117. pp. 180–184.
18. Fesenko G. Formuvannya hendernoyi kompetentnosti ukraiyins'koyi elity [The formation of the gender competence of Ukrainian elite]. *Ukrainoznavchyyi almanakh* [Ukrainian almanac]. 2013. Vol. 14, pp. 119–121.
19. Fesenko T., Fesenko G., Bibik N. The safe city: developing of GIS tools for gender-oriented monitoring (on the example Kharkiv city, Ukraine). *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2017. № 3/2(87). P. 25–33. doi: 10.15587/1729-4061.2017.103054
20. Fesenko T., Shahov A., Fesenko G., Bibik N., Tupchenko V. Modeling of customer-oriented construction project management using the gender logic systems. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2018. Vol. 1. № 3(91). P. 50–59. doi: 10.15587/1729-4061.2018.123124.
21. *Tsentr hendernoyi osvity Kharkivs'koho natsional'noho universytetu radioelektroniky* [Center for Gender Education, Kharkiv National University of Radio Electronics]. Available at: <https://nure.ua/branch/tsentr-gendernoyi-osviti>. (accessed 19.12.2021).

Надійшло (received) 20.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Фесенко Тетяна Григорівна (Фесенко Татьяна Григорьевна, Fesenko Tetiana) – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет радіоелектроніки, професор кафедри електронних обчислювальних машин; e-mail: tetiana.fesenko@nure.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9636-9598>

Коваленко Андрій Анатолійович (Коваленко Андрей Анатольевич, Kovalenko Andriy) – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет радіоелектроніки, завідувач кафедри електронних обчислювальних машин; e-mail: andriy.kovalenko@nure.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2817-9036>.

Ткачов Віталій Миколайович (Ткачев Виталий Николаевич, Tkachov Vitalii) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри електронних обчислювальних машин, помічник ректора з питань IT; e-mail: tkachov@iee.org; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6524-9937>.

Фесенко Галина Григорівна (Фесенко Галина Григорьевна, Fesenko Galyna) – доктор філософських наук, доцент, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, професор кафедри історії і культурології; e-mail: galyna.fesenko@kname.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7133-484X>.

Єрошенко Ольга Артурівна (Ерошенко Ольга Артуровна, Yeroshenko Olha) – Харківський національний університет радіоелектроніки, асистент кафедри електронних обчислювальних машин; e-mail: olha.yeroshenko@nure.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6221-7158>

*Л. С. ЧЕРНОВА, С. Д. ТИТОВ, Л. С. ЧЕРНОВА***СПРОЩЕННЯ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В ПРОЄКТНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ**

Математичне моделювання сучасних процесів управління може бути зведено до розв'язку задач лінійної оптимізації (ЛО). Для дослідження та розв'язку задач ЛО застосовують бібліотеку програм відомих комп'ютерних пакетів Mathematica®, Maple®, MathCad®. Це дозволяє розв'язувати складні типи комбінаторних задач цілочислової лінійної оптимізації та виконувати розв'язок задач великої вимірності. Методи точного або наближеного розв'язку таких задач вивчаються з урахуванням належності їх до, так званих, задач з класу P та NP (алгоритми поліноміальної та експоненціальної реалізації розв'язку). Сучасні комп'ютерні комбінаторні методи для розв'язку задач ЛО потребують розробки алгоритмів, які дозволяють отримувати наближений розв'язок з гарантованою оцінкою значення цільової функції. Важливе значення має спрощення математичної моделі до початку комп'ютерної реалізації. Така доцільність стимулює вдосконалення існуючих алгоритмів підготовки до комп'ютерних розрахунків. Застосування таких алгоритмів дозволить суттєво скоротити комп'ютерний час розрахунків та зменшити апаратні вимоги до комп'ютера. Пред'явлена робота присвячена побудові ланцюга ефективних алгоритмів, які спрощують первісну математичну модель задачі та реалізацію її комп'ютерного розрахунку. Метою роботи є використання та розробка ефективних алгоритмів та підготовка математичних моделей теорії ЛО з подальшою реалізацією їх розв'язку на комп'ютері.

Ключові слова: лінійна оптимізація; поліедр; цільова функція; симплекс-метод; базисні вектори; первісний план; опорний план; вершина поліедру; редукція; двоїстість.

*Л. С. ЧЕРНОВА, С. Д. ТИТОВ, Л. С. ЧЕРНОВА***УПРОЩЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОЕКТНОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ**

Математическое моделирование современных процессов управления может быть сведено к решению задач линейной оптимизации (ЛО). Для исследования и решения задач (ЛО) используют библиотеку программ известных компьютерных пакетов Mathematica®, Maple®, MathCad®. Это позволяет решать сложные типы комбинаторных задач целочисленной линейной оптимизации и выполнять решение задач большой измеримости. Методы точного или приближенного решения таких задач изучаются с учетом принадлежности их к так называемым задачам класса P и NP (алгоритмы полиномиальной и экспоненциальной реализации решения). Современные компьютерные комбинаторные методы для решения задач ЛО требуют разработки алгоритмов, позволяющих получать приближенное решение с гарантированной оценкой значения целевой функции. Важное значение имеет упрощение подготовленной к началу компьютерной реализации математической модели. Такая целесообразность стимулирует усовершенствование алгоритмов подготовки к компьютерным расчетам. Применение таких алгоритмов позволит существенно сократить время расчетов и уменьшить аппаратные требования к компьютеру. Предъявленная работа посвящена построению цепи эффективных алгоритмов, упрощающих первоначальную математическую модель задачи и реализацию ее компьютерного расчета. Целью работы является использование и разработка эффективных алгоритмов, подготовка математических моделей теории ЛО с дальнейшим их решением на компьютере.

Ключевые слова: линейная оптимизация; полиэдр; целевая функция; симплекс метод; базисные векторы; первоначальный план; опорный план; вершина полиэдра; редукция; двойственность.

*LB. CHERNOVA, S. TITOV, LD. CHERNOVA***THE SIMPLIFYING OF THE SOLUTION OF LINEAR OPTIMIZATION PROBLEMS IN PROJECT MANAGEMENT**

Modern mathematic models of project management processes description can be use in many cases to linear optimization problems. Simplification algorithms provide an efficient method of searching for solution of an optimization problem. If we project a multidimensional process onto a two-dimensional plane, this method will enable graphic visualization of the problem solution matrixes. A significant simplification of the algorithms for preparing the linear optimization problem in computer calculations can be achieved using the concept of duality in linear optimization problems. The linear optimization problem forms are equivalent. This can be achieved provided that transformation techniques are used to move from one form of tasks to another. To simplify the transformation of linear optimization problems, the transition from maximizing to minimizing the objective function is used. This research has proposed a method of simplifying the combinatorial solution of a discrete optimization problem. It is based on decomposition of the system representing a system of constraints of a five-dimensional initial problem into the two-dimensional coordinate plane. There was a model example considered for solving a five-dimensional linear optimization problem based on such projecting of a multidimensional space onto the two-dimensional one. The paper is concerned with construction of a chain of efficient algorithms to simplify the primary mathematic model of problem and realization its computer-aided calculation. Applied value of the proposed approach consists in using the scientific result for enabling the possibility to improve canonical methods of optimization problem solution and, respectively, for simplification of computer-assisted calculation.

Keywords: linear optimization; polyhedron; objective function; simplex method; basis vectors; original design; support design; polyhedron vertex; reduction; duality.

Вступ. Лінійна оптимізація у більшості випадків використовує для розв'язку своїх задач канонічні класичні алгоритми [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Типові задачі містять стандартні кроки алгоритму: отримання початкового опорного плану, побудова ланцюга опорних планів, оцінку їх оптимальності, покращення плану та значення цільової функції [7, 8, 9, 10]. Кожен

з опорних планів має набір лінійно незалежних базисних векторів. Перехід до нового базису, який являє собою, ні що інше, як перехід по ребру у сусідню вершину поліедру, здійснюється в межах строгого алгоритму. Як стверджує теорія алгоритму симплекс-методу перехід виконують у напрямку найкращої зміни значень цільової функції [11, 12].

© Л. С. Чернова, С. Д. Титов, Л. С. Чернова, 2022

Така вимога алгоритму в деяких задачах лінійної оптимізації може привести до появи надмірно великої кількості ітерацій у порівнянні з переходом не у сусідню вершину а іншу, яку можливо визначити за додатковими вимогами.

Сучасні математичні моделі опису процесів управління в багатьох випадках можуть бути зведені до задач лінійної оптимізації (ЛО). [1,2] Для дослідження та розв'язку таких задач дослідники застосовують бібліотеку підпрограм відомих комп'ютерних пакетів Mathematica®, Maple®, MathCad®. Комп'ютерна реалізація розрахунків дозволяє розв'язувати складні типи комбінаторних задач цілочислової лінійної оптимізації та виконувати розв'язок задач великої вимірності.[10,11]

Для таких задач важливе значення має вдосконалення до початку комп'ютерної реалізації самої математичної моделі. Така практична доцільність для широкого кола задач ЛО стимулює розробку нових та вдосконалення існуючих алгоритмів підготовки до комп'ютерних розрахунків. [14] Застосування таких алгоритмів дозволить скоротити комп'ютерний час розрахунків та зменшити вимоги до апаратних компонент комп'ютера.

Робота присвячена побудові ланцюга ефективних алгоритмів, які спрощують первісну математичну модель задачі та реалізацію її комп'ютерного розрахунку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В багатьох випадках математичні моделі управління активними системами інтерпретуються у вигляді задач лінійної оптимізації [1, 2, 3, 11, 12].

Алгоритми спрощення є ефективним прийомом пошуку розв'язку оптимізаційної задачі. Якщо виконати відображення багатовимірного процесу на двовимірну площину, то такий прийом дозволить наочно відобразити у графічній формі множини розв'язків задачі. В рамках даного дослідження запропоновано спосіб спрощення комбінаторного розв'язку задачі дискретної оптимізації. Він заснований на тому, що виконується декомпозиція системи, яка відображає систему обмежень п'ятивимірної вихідної задачі на двовимірну координатну площину. Такий спосіб дозволяє отримати просту систему графічних розв'язків складної задачі лінійної дискретної оптимізації. З практичної точки зору запропонований метод дозволяє спростити обчислювальну складність оптимізаційних задач такого класу.

Розв'язок задач лінійної оптимізації ґрунтується на алгоритмі класичного або звичайного симплекс-методу. Сутність його полягає в інтелектуальному переборі вершин поліедру Ω_1 (припустимої області оптимізаційної задачі). План або вершина поліедру Ω_1 задається системою n базисних векторів $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$. Кількість можливих вершин поліедру дорівнює числу комбінацій C_n^m (n – вимірність задачі, а $m = \text{rang}(\Omega_1)$). Реальні задачі лінійної оптимізації, які інтерпретують моделі управління, відзначаються великими

значеннями m . Тому, необхідно було отримати алгоритм, який забезпечує впорядкований перебір кутових точок поліедру. Такий метод був розроблений [1, 2] та називається симплекс-методом. Він дозволяє від відомого первісного опорного плану X_0 , за скінчену кількість кроків отримати оптимальний розв'язок оптимізаційної задачі. Кожен ітераційний крок симплекс-методу відповідає новому плану, який покращує значення цільової функції. Алгоритмічний процес продовжується до тих пір, поки не буде знайдено оптимальне значення цільової функції або відсутність розв'язку оптимізаційної задачі.

Кількість ітерацій симплекс-методу визначається первісним опорним планом X_0 та кількістю кутових точок Ω_1 . Оскільки ланцюгів переходу від X_0 до оптимальної X_{opt} декілька, то виникає потреба знаходження найкоротшого (з точки зору кількості вершин) ітераційного «шляху». На цей час в літературі відсутні такі оцінки та порівняння їх з класичним алгоритмом симплекс-методу.

Метою статті є використання та розробка ефективних алгоритмів та підготовка математичних моделей теорії ЛО з подальшою реалізацією їх розв'язку на комп'ютері. Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання: навести загальну постановку задач побудови ефективних алгоритмів; навести модельні приклади, які ілюструють ефективність алгоритмів на етапі комп'ютерного розрахунку.

Вклад основного матеріалу. Редукція в загальних задачах ЛО. Не порушуючи загальності міркувань, нехай маємо задачу лінійної оптимізації, поданої у канонічній формі:

$$\begin{aligned} W_j &= CX \rightarrow \max \\ \Omega_j : AX &= B, \\ X &\geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де ранг матриці коефіцієнтів системи обмежень рівний $\text{rang } A = m$.

Тоді розв'язуючи систему методом Жордано-Гаусса за довільною базисною комбінацією змінних отримаємо проекцію n -вимірної вихідної задачі на $(n - m)$ – вимірний простір (n – кількість змінних вихідної задачі). У разі $n - m = 2$ маємо проектування на двовимірну площину.

Розглянемо модельний приклад розв'язку п'ятивимірної задачі лінійної оптимізації, яка ґрунтується на такому проектуванні багатовимірного простору на двовимірний простір.

Модельний приклад № 1.

Задачу лінійної оптимізації розв'язати методом проектування на двовимірні координатні площини

$$\begin{aligned} W_1 &= 4x_1 + 14x_2 + 2x_3 - 100 \rightarrow \max, \\ \Omega_1 : \begin{cases} 5x_1 + 11x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 118, \\ x_1 - 5x_2 - x_3 + 2x_5 = -28, \\ 7x_1 + 6x_2 + x_4 + 5x_5 = 101, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5. \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

Розв'язок. Метод проектування або спрощення задачі лінійної оптимізації (ЛО) полягає у переході від канонічної форми представлення задачі ЛО до стандартної. Такий перехід виконують розв'язком системи методом Жордана-Гаусса. В якості базисних змінних обираємо довільні змінні, на початку візьмемо таку трійку – x_3, x_4, x_5 . В результаті виключення маємо розв'язану систему

$$\begin{cases} x_1 + x_5 = 11, \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 50, \\ 5x_1 + 6x_2 + x_4 = 79. \end{cases} \quad (3)$$

Відкидаючи невід'ємні базисні змінні, забезпечуємо проектування вихідної багатовимірної задачі на двовимірну координатну площину $0 x_1 x_2$:

$$W_1 = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max, \quad \Omega_1^{0x_1x_2} : \begin{cases} x_1 \leq 11, \\ x_1 + 5x_2 \leq 50, \\ 5x_1 + 6x_2 \leq 79, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (4)$$

Графічний розв'язок наведено на рис. 1.

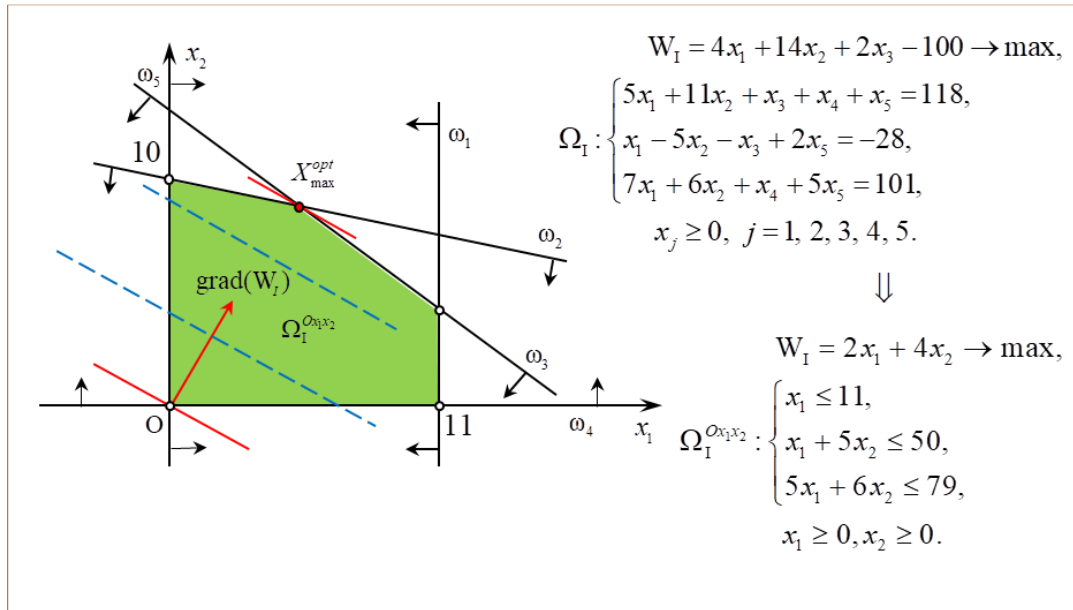


Рис. 1. Графічний метод розв'язку. Проекція на $O x_1 x_2$

Координати оптимальної вершини знаходимо з розв'язку системи

$$X_{\max}^{opt} : \omega_2 \times \omega_3 \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 + 5x_2 = 50, \\ 5x_1 + 6x_2 = 79, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = 5, \\ x_2 = 9. \end{cases} \quad (5)$$

Оптимальний розв'язок вихідної задачі обчислюємо з (2):

$$X_{\max}^{opt} = [5, 9, 0, 0, 6] \quad (6)$$

Максимальне значення цільової функції буде $W_1^{\max} = 46$.

Прискорення збіжності розв'язку задачі ЛО.

У більшості випадків, пошук розв'язку задач лінійної оптимізації, виконується симплексним методом. Але цей класичний алгоритм розв'язку лінійних задач оптимізації може давати додаткові ітерації в процедурі безпосереднього обчислення. Якщо порушити деякі складові стандартного алгоритму симплекс-методу, то можливо прискорити збіжність симплексного розрахунку – зменшити кількість симплекс-таблиць.

Пропонується для прискорення збіжності симплекс-методу відхилитися від канонічного алгоритму. В якості наступного плану задачі обирати не сусідню вершину, а уточнену, яка обирається на підставі оцінки найбільших та найменших значень цільової функції.

Розглянемо загальний підхід до розв'язку лінійної оптимізаційної задачі за класичним алгоритмом симплекс-методу.[1,2,3]

Головною ідеєю алгоритму симплекс-методу є послідовний перебір припустимих опорних планів. Виключення одного вектора з базису і залучення другого виконується методом Жордано-Гаусса [13]. У разі дотримання цих критеріїв складається ланцюг. Початок якого знаходиться в стартовій вершині X_0 поліедру Ω_1 і відповідає першій симплекс-таблиці розрахунків. Перехід до наступного опорного плану X_1 за класичним алгоритмом відповідає переходу до сусідньої вершини. Фактично кожна таблиця є числовим описом вершин Ω_1 . Процес продовжують до тих пір поки не буде знайдена оптимальна вершина X_{opt} або доведена її відсутність.

На довільному кроці розрахунків за звичайним алгоритмом симплекс-методу існує можливість переходу не в сусідню вершину, а в довільну, яка розташована в околі оптимальної вершини. Вибір такої вершини можливо виконувати на базі багатьох оціночних методів, наприклад, половинного ділення. При такому обиранні альтернативний ланцюг симплексного розрахунку може мати значно меншу кількість ітерацій.

Розглянемо модельний приклад розв'язку двовимірної задачі лінійної оптимізації для підтвердження такого випадку. Спочатку за стандартною методикою, а потім з порушенням правила обирання комбінації базисних векторів.

Модельний приклад №2.

Розв'язати задачу ЛО.

$$W_1 = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$$

$$\Omega_1 : \begin{cases} -x_1 + 2x_2 \leq 12, \\ x_1 + 4x_2 \leq 36, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 37, \\ 4x_1 - 5x_2 \leq 19, \\ x_1 - 6x_2 \leq 0, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (7)$$

Розв'язок.
Первісний опорний план
 $X_0 = [0, 0, 12, 36, 37, 19, 0] \in \Omega_1$. Складаємо вихідну симплексну таблицю 1.

Після подальших відповідних обчислень на п'ятому кроці маємо симплексну таблицю (Табл. № 2).

Таблиця 1 – Вихідна симплекс-таблиця

Basis	C	B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	$\{b_j / a_{ij}\}$	X_i
			3	4	0	0	0	0	0		
a_3	0	12	-1	2	1	0	0	0	0	6	X_0
a_4	0	36	1	4	0	1	0	0	0	9	
a_5	0	37	2	3	0	0	1	0	0	37/3	
a_6	0	19	4	-5	0	0	0	1	0		
a_7	0	0	1	-6	0	0	0	0	1		
Δ_j	$W_1(X_0) =$	0	-3	-4	0	0	0	0	0		

Таблиця 2 – Завершальна симплекс-таблиця

Basis	C	B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	$\{b_j / a_{ij}\}$	X_i
			3	4	0	0	0	0	0		
a_3	4	5	0	1	0	0	2/11	-1/11	0		X_{max}
a_4	3	11	1	0	0	0	5/22	3/22	0		
a_5	0	13	0	0	1	0	-3/22	0	0		
a_6	0	5	0	0	0	1	-21/22	5/22	0		
a_7	0	19	0	0	0	0	19/22	-15/22	1		
Δ_j	$W_1(X_{max}) =$	53	0	0	0	0	31/22	1/22	0		

Всі оцінки невід'ємні $\Delta_j \geq 0$. Це означає, що знайдено оптимальний розв'язок.

$$X_{max} = [11, 5], W_1(X_{max}) = 53. \quad (8)$$

Таким чином, розрахунок в межах класичного симплекс-методу містить наступний ланцюг

$X_0 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow X_3 \rightarrow X_{max}$ послідовного перебору вершин поліедру Ω_1 .

Доведемо, що порушення алгоритму симплексного методу може суттєво зменшити довжину ланцюгу розрахунку. Обираємо серед від'ємних оцінок не найменшу як у звичайному

симплекс-методу, а найбільшу. Відповідні розрахунки наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Симплекс-таблиці з порушенням класичного алгоритму

Basis	C	B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	$\{b_j / a_{ij}\}$	X_i
			3	4	0	0	0	0	0		

a_3	0	12	-1	2	1	0	0	0	0		X ₀
a_4	0	36	1	4	0	1	0	0	0		
a_5	0	37	2	3	0	0	1	0	0		
a_6	0	19	4	-5	0	0	0	1	0		
a_7	0	0	1	-6	0	0	0	0	1		
Δ_j	$W_I(X_0) =$	0	-3	-4	0	0	0	0	0		

a_3	0	13	0	0	1	0	-3/22	7/22	0		X _{max}
a_4	0	5	0	0	0	1	-21/22	5/22	0		
a_5	0	19	0	0	0	0	19/22	-15/22	1		
a_6	4	5	0	1	0	0	2/11	-1/11	0		
a_7	3	11	1	0	0	0	5/22	3/22	0		
Δ_j	$W_I(X_{max}) =$	53	0	0	0	0	31/22	1/22	0		

Ланцюг розрахунку суттєво скорочено - $X_0 \rightarrow X_4 \rightarrow X_{max}$.

Виконаємо графічний розв'язок задачі, який дозволить геометрично проінтерпретувати ланцюги розрахунку (рис.2).

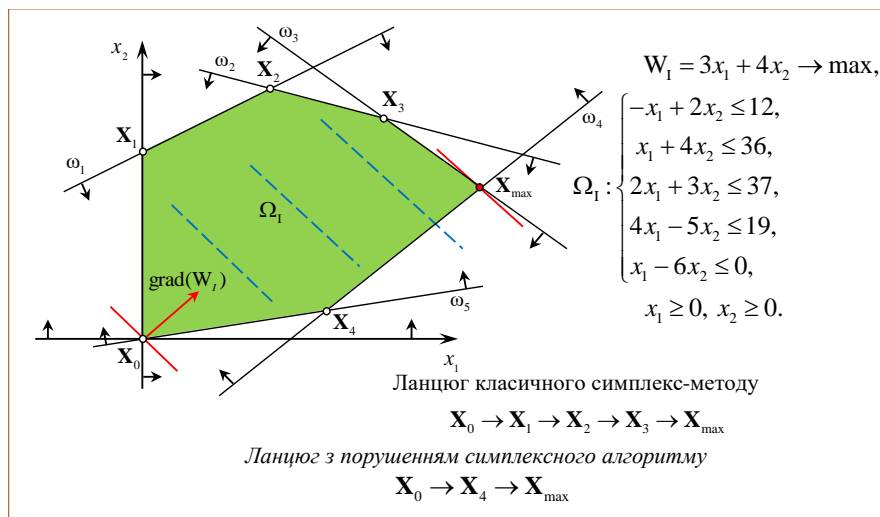


Рис. 2. Геометрична інтерпретація розрахунків класичного та з порушенням алгоритму симплекс-методу

Таким чином, для розв'язку задачі за класичним алгоритмом необхідно скласти п'ять симплекс-таблиць.

З метою скорочення кількості ітерацій порушено цей алгоритм і в початковій симплекс-таблиці обрано не найменшу, а найбільшу від'ємну оцінку $\Delta_1 = -3$. Подальші обчислення наведені в Табл. № 3. Кількість

симплекс-таблиць скоротилася з п'яти до трьох $X_0 \rightarrow X_4 \rightarrow X_{max}$.

Висновки. Розглянуті модельні приклади підвищення ефективності алгоритмів підготовки оптимізаційної задачі до розрахунків на основі редукції задачі та прийому порушення стандартного симплексного алгоритму, доводять доцільність таких

прийомів у розв'язку задач лінійної оптимізації. З практичної точки зору такий підхід дозволяє спростити складність вихідних задач такого класу.

На базі порівняльних розв'язків модельних задач показано спрощення розв'язків вихідних задач. Отриманий науковий результат дозволяє зробити висновок, що у загальному випадку доцільно виконувати пошук порушення алгоритму стандартних алгоритмічних схем, які склалися на цей час.

Прикладною цінністю запропонованого підходу є використання отриманого наукового результату для забезпечення можливості вдосконалення канонічних прийомів розв'язку оптимізаційних задач та, відповідно, спрощення комп'ютерного розрахунку з використанням бібліотек стандартних підпрограм відомих математичних пакетів.

Показано, що існують класи задач лінійної оптимізації, для яких є раціональним пошук більш ефективних алгоритмів, з метою підготовки задач ЛО до комп'ютерного розрахунку. Доведено на прикладі ілюстративного розв'язання типових модельних задач, що запропонований підхід може дозволити суттєво спростити розв'язок задач ЛО.

Список літератури

1. Данциг Дж. *Линейное программирование, его применение и обобщение*. М., 1966. 600 с.
2. Канторович Л. В., Горстко А. Б. *Оптимальные решения в экономике*. М., Наука, 1972. 227 с.
3. Unger N., Dempe S. *Lineare Optimierung*. Wiesbaden, Springer, 2010. 142 s.
4. Гетманцев В. Д. *Линейна алгебра і лінійне програмування*. Київ, Либідь, 2001. 250 с.
5. Багаєнко І. М., Григор'єв В.С., Бойчук М. В., Рюмшин М. О. *Математичне програмування*. Київ, 1996. 266 с.
6. Teschl Gerald, Teschl Susanne. *Mathematik für Informatiker. Band 1: Diskrete Mathematik und Lineare Algebra*. Berlin, Springer, 2008. 519 s. DOI: 10.1007/978-3-540-77432-7
7. Бугір М.К. *Линейна алгебра, лінійні моделі*. К., Академія, 1998. 237с.
8. Гавурин М. К., Малоземов В. Н. *Экстремальные задачи с линейными ограничениями*. Л., 1984, 176 с.
9. Ашманов С. А. *Линейное программирование*. М., 1981. 304 с.
10. Сигал И.Х., Иванова А.П. *Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы*. М., 2003, 240 с.
11. Романюк Т. П., Терещенко Т. О., Присенко Г. В., Городкова І. М. *Математичне програмування*. Київ, 1996. 312 с.

12. Степанюк В. В. *Методи математичного програмування*. Київ, 1984. 272 с.
13. Титов С.Д., Чернова Л.С. *Вища та прикладна математика: Навч. посібник: У 2-х ч., Ч. 1.*, Харків, Факт, 2017. 336 с.
14. Chernov S., Titov S., Chernova Ld., Gogunskii V., Chernova Lb., Kolesnikova K. Algorithm for the simplification of solution to discrete optimization problems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, № 3/4 (93), pp. 34 – 43. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.133405

References (transliterated)

1. Dantsig Dzh. *Lineynoe programmirovaniye, ego primeneniye i obobshcheniye* [Linear programming, its application and generalization]. M., 1966. 600 p.
2. Kantorovich L. V., Gorstko A. B. *Optimalnyye resheniya v ekonomike* [Optimal solutions in the economy]. M., Nauka, 1972. 227 p.
3. Unger N., Dempe S. *Lineare Optimierung*. Wiesbaden, Springer, 2010. 142 s.
4. Hetmantsev V. D. *Liniina alhebra i liniine prohrumuvannia* [Linear algebra and linear programming]. Kyiv, Lybid, 2001. 250 p.
5. Bahaienko I. M., Hryhorkiv V.S., Boichuk M. V., Riumshyn M. O. *Matematychnye prohrumuvannia* [Mathematical programming]. Kyiv, 1996. 266 p.
6. Teschl Gerald, Teschl Susanne. *Mathematik für Informatiker. Band 1: Diskrete Mathematik und Lineare Algebra*. Berlin, Springer, 2008. 519 s. DOI: 10.1007/978-3-540-77432-7
7. Buhir M.K. *Liniina alhebra, liniini modeli* [Linear algebra, linear models]. K., Academy, 1998. 237p.
8. Gavurin M. K., Malozemov V. N. *Ekstremalnyiye zadachi s liniynymi ogranicheniyami* [Extremal Problems with Linear Constraints]. L., 1984, 176 p.
9. Ashmanov S. A. *Lineynoe programmirovaniye* [Linear programming]. M., 1981. 304 p.
10. Sigal I.H., Ivanova A.P. *Vvedeniye v prikladnoye diskretnoe programmirovaniye: modeli i vyichislitelnyye algoritmyi* [Introduction to Applied Discrete Programming: Models and Computational Algorithms]. M., 2003, 240 p.
11. Romaniuk T. P., Tereshchenko T. O., Pryslenko H. V., Horodkova I. M. *Matematychnye prohrumuvannia* [Mathematical programming]. Kyiv, 1996. 312 p.
12. Stepaniuk V. V. *Metody matematychnoho prohrumuvannia* [Methods of mathematical programming]. Kyiv, 1984. 272 p.
13. Tytov S.D., Chernova L.S. *Vyshcha ta prykladna matematika: Navch. posibnyk: U 2-kh ch.* [Higher and Applied Mathematics: Textbook. manual: In 2 hours]
14. Chernov S., Titov S., Chernova Ld., Gogunskii V., Chernova Lb., Kolesnikova K. Algorithm for the simplification of solution to discrete optimization problems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, № 3/4 (93), pp. 34 – 43. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.133405

Надійшла (received) 09.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Чернова Любава Сергіївна (Чернова Любава Сергеевна, Chernova Liubava) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри інформаційних керуючих систем та технологій; e-mail: 19chls92@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7846-9034>.

Титов Сергій Дмитрович (Титов Сергей Дмитриевич, Titov Sergiy) – доцент, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри вищої математики; e-mail: ss1-ss10@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8772-9889>.

Чернова Людмила Сергіївна (Чернова Людмила Сергеевна, Chernova Lyudmila) – доктор технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри інформаційних керуючих систем та технологій; e-mail: lyudmilachernova@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-0742>.

ЗМІСТ

Танака Х.	
Вплив нової нормальності на стратегічне управління та управління проектами та програмами (eng.)	3
Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Бушуєв Д. А., Бушуєва В. Б.	
Стратегія сталого розвитку швидкозростаючих організацій	23
Кононенко І. В., Кподжедо М. Ф. К.	
Метод вибору підходу для управління портфелем проектів і його застосування.....	29
Малєєва О. В., Литвиненко Д. П.	
Системна модель комунікаційних процесів учасників проекту	39
Прокопенков В. П.	
Розробка методу відкладених рішень для побудови алгоритму пошуку гамільтонова циклу на графі.....	44
Гринченко М. А., Пономарьов О. С., Лобач О. В., Харченко А. О.	
Конфлікти в управлінні проектами	50
Рибалко І. В.	
Математична модель управління поведінковими ризиками арт-проектів.....	56
Севост'янов В. С., Севост'янова А. В., Савіна О. Ю.	
Особливості проектів в сфері відновлювальної енергетики та специфіка управління ними.....	62
Фесенко Т. Г., Коваленко А. А., Ткачов В. М., Фесенко Г. Г., Єрошенко О. А.	
Інформаційно-аналітичний супровід гендерного аудиту системи освітнього менеджменту	70
Чернова Л. С., Титов С. Д., Чернова Л. С.	
Спрощення розв'язку задач лінійної оптимізації в проектному менеджменті.....	80

CONTENTS

Tanaka H. Impact of the new normality on strategic management and project & program management	3
Bushuyev S., Bushuyeva N., Bushuyev D., Bushuyeva V. Strategy for sustainable development of rapid growing organizations.....	23
Kononenko I., Kpodjedo M. F. K. Approach selection method for project portfolio management and its application	29
Malyeyeva O., Lytvynenko D. System model of communication participants 'communication processes	39
Prokopenkov V. Deferred solutions method development for constructing a hamiltonian cycle search algorithm on a graph	44
Grinchenko M., Ponomaryov O., Lobach O., Kharchenko A. Conflicts in project management.....	50
Rybalko I. Mathematical model of behavioral risk management in art projects	56
Sevostianov V., Sevostianova A., Savina O. Features of renewable energy projects and specificity of their management	62
Fesenko T., Kovalenko A., Tkachov V., Fesenko G., Yeroshenko O. Information and analytical support of gender audit of educational management system.....	70
Chernova LB., Titov S., Chernova LD. The simplifying of the solution of linear optimization problems in project management.....	80

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХПІ».
СЕРІЯ: СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ, УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ,
ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ**

Збірник наукових праць

№ 1 (5) 2022

Науковий редактор: Кононенко І. В., д-р техн. наук, професор, НТУ «ХПІ», Україна
Технічний редактор: Лобач О. В., канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПІ», Україна

Відповідальний за випуск Лобач О. В., канд. техн. наук, доцент

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ: 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, НТУ «ХПІ».

Кафедра стратегічного управління.

Тел.: (057) 707-68-24; *e-mail*: e.v.lobach@gmail.com

Сайт: pm.khpi.edu.ua

Обл.-вид № 1-22

Підп. до друку 21.02.2022 р. Формат 60×84 1/8. Папір офсетний 80 г/м².
Друк офсетний. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 9,9. Облік.-вид. арк. 10.
Тираж 100 пр. Зам. № 160450. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ». Свідоцтво про державну реєстрацію
суб'єкта видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Цифрова друкарня ТОВ «Смугаста типографія»
Ідент. код юридичної особи: 38093808
Україна, 61002, м. Харків, вул. Чернишевська, 28 А. Тел. (057) 754-49-42