

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(3)

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків
НТУ «ХПІ», 2021

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

No. 1(3)

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Kharkiv
NTU "KhPI", 2021

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», 2021. № 1(3). 76 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.

Державне видання:

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 «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 № 1 від 29 січня 2021 р.

Н. І. РУСАН, С. Д. БУШУЄВ

ЗАСТОСУВАННЯ ЕМПАТІЇ ТА ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РІЗНИХ ВИДІВ КОМАНД В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ

Уміння розпізнати, що відчуває колега чи підлеглий, і правильно відреагувати на його емоції необхідно в багатьох сферах, від торгівлі до громадської діяльності. Це є особливо важливим в умовах сучасної невизначеності та пандемії. На конференції Global Nexus, присвяченій емоційному інтелекту, Даніель Голман підкреслив, що менеджери тепер повинні дивитися на реляційну сторону лідерства. На цій же конференції його колега Енні Маккі зробила висновок, що сьогоdnішній лідер повинен бути уважним, співчутливим і надійним. Проектні менеджери можуть володіти всіма навичками на світі, але, якщо основне ставлення до самих себе та інших є недосконалим, тоді керівники не досягнуть цілісності та автентичності, що є суттєвим для сьогоdnішніх лідерів. Альберт Мехрабіан встановив у своїх дослідженнях, що слова передають лише 7% повідомлення. Решта доставляється через невербальне спілкування. Люди дуже чутливі до енергії, яку вони отримують від інших людей – звідси безсумнівна важливість резонансу. Якщо керівник говорить одне, а його тіло проявляє щось інше. Якщо проектні менеджери є не послідовними, то вони не зможуть досягти ефекту, щоб за ними слідували співробітники. Необхідно зазначити відмінність між «поштвхом» реактивних змін нав'язаним організаційною необхідністю та «тягою» проактивних змін, зроблених окремим лідером як вибір саморозвитку. Існує консенсус як науковців, так і практиків, який полягає у необхідності перейти від транзакційного керівництва – лідерство через «командування та управління» до трансформаційного лідерства – коли керівники створюють умови завдяки власним проявам поведінки. Щоб створити затребуваний продукт або послугу, потрібно добре знати тих, хто буде ним користуватися. Загальні характеристики цільової аудиторії: стать, вік і професія – безсумнівно важливі, але для кращих компаній на ринку цієї інформації про клієнта явно недостатньо. Для цього потрібна емпатія – здатність співпереживати іншій людині, уміння поставити себе на її місце. Саме цьому присвячена дана стаття. Досліджено: ключову роль емпатії в управлінні проектами; сутність емпатії та її види; побудована карта емпатії; розроблено аспекти емоційно інтелектуальної команди; застосовано емоційний інтелект для різних видів команди.

Ключові слова: емпатія; емоційний інтелект; карта емпатії; проектна команда; толерантність до відмінностей.

Н. И. РУСАН, С. Д. БУШУЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМПАТИИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

Умение распознать, что чувствует коллега или подчиненный, и правильно отреагировать на его эмоции необходимо во многих сферах, от торговли к общественной деятельности. Это особенно важно в условиях современной неопределенности и пандемии. На конференции Global Nexus, посвященной эмоциональному интеллекту, Даниэль Голман подчеркнул, что менеджеры теперь должны смотреть на реляционную сторону лидерства. На этой же конференции его коллега Энни Макки сделала вывод, что сегодняшний лидер должен быть внимательным, сочувственным и надежным. Проектные менеджеры могут обладать всеми навыками на свете, но, если основное отношение к самим себе и других несовершенно, тогда руководители не достигнут целостности и подлинности, что является существенным для сегодняшних лидеров. Альберт Мехрабиан установил в своих исследованиях, что слова передают лишь 7% сообщения. Остальное доставляется через невербальное общение. Люди очень чувствительны к энергии, которую они получают от других людей - отсюда несомненная важность резонанса. Если руководитель говорит одно, а его тело проявляет другое. Если проектные менеджеры являются не последовательными, то они не смогут достичь эффекта, чтобы за ними следовали сотрудники. Необходимо отметить различие между «толчком» реактивных изменений навязанным организационной необходимостью и «тягой» проактивных изменений, сделанных отдельным лидером как выбор саморазвития. Существует консенсус как ученых, так и практиков, который заключается в необходимости перейти от транзакционного руководства - лидерство «командования и управления» к трансформационному лидерству - когда руководители создают условия благодаря собственным проявлениям поведения. Чтобы создать востребованный продукт или услугу, нужно хорошо знать тех, кто будет им пользоваться. Общие характеристики целевой аудитории: пол, возраст и профессия - несомненно важны, но для лучших компаний на рынке этой информации о клиенте явно недостаточно. Для этого нужна эмпатия - способность сопереживать другому человеку, умение поставить себя на его место. Именно этому посвящена данная статья. Исследована: ключевую роль эмпатии в управлении проектами; сущность эмпатии и ее виды; построена карта эмпатии; разработаны аспекты эмоционально интеллектуальной команды; применен эмоциональный интеллект для различных видов команд.

Ключевые слова: эмпатия; эмоциональный интеллект; карта эмпатии; проектная команда; толерантность к различиям.

N. RUSAN, S. BUSHUYEV

APPLICATION OF EMPATHY AND EMOTIONAL INTELLIGENCE FOR DIFFERENT TYPES OF TEAMS IN A PANDEMIC CONDITION

The ability to recognize what a colleague or subordinate is feeling and to respond properly to his emotions is necessary in many areas, from trade to community service. This is especially important in today's uncertainty and pandemic. At the Global Nexus Conference on emotional intelligence, Daniel Goleman stressed that managers must now look at the relational side of leadership. At the same conference, his colleague Annie Mackie concluded that today's leader must be attentive, compassionate and reliable. Project managers may have all the skills in the world, but if the basic attitude towards themselves and others is imperfect, then managers will not achieve the integrity and authenticity that is essential for today's leaders. Albert Mehrabian found in his research that words convey only 7% of a message. The rest is delivered through non-verbal communication. People are very sensitive to the energy they receive from other people – hence the undoubted importance of resonance. If the leader says one thing and his body shows something else. If project managers are inconsistent, they will not be able to achieve the effect of being followed by employees. It is important to note the difference between the "push" of reactive change imposed by organizational necessity and the "thrust" of proactive change made by an individual leader as a choice of self-development. There is a consensus among both academics and practitioners that there is a need to move from transactional leadership – leadership through “command and control” to transformational leadership – when managers create the conditions through their own behaviors. To create the desired product or service, you need to know well who will use it. The general characteristics of the target audience:

© Н. І. Русан, С. Д. Бушув, 2021

gender, age and profession - are certainly important, but for the best companies in the market, this information about the client is clearly insufficient. This requires empathy - the ability to empathize with another person, the ability to put yourself in her place. This is what this article is about. Researched: the key role of empathy in project management; the essence of empathy and its types; built a map of empathy; aspects of emotionally intellectual team are developed; emotional intelligence is applied to different types of teams.

Keywords: empathy; emotional intelligence; empathy card; project team; tolerance for differences.

Вступ. Цілком зрозуміло, що проектному менеджеру необхідно працювати з зацікавленими сторонами, підлеглими, взаємодіючи з ними, намагаючись розібратися з їх мотивами, причинами чи їх діями. При цьому, «проникаючи в внутрішній світ» колег, важливо самому не стати жертвою маніпуляцій.

Виявляти емпатію до свого співрозмовника означає сприймати внутрішній світ іншого, але без втрати зв'язку з собою. Якщо відтінок «начебто це зі мною» (ключова частина – «начебто») зникає, то замість емпатії виникає ідентифікація з емоційним станом співрозмовника, людина заражається його емоціями і переживаннями в такій же мірі, як і він. Емпатія не означає «поставити себе на місце співрозмовника», це не копіювання його почуттів. Емпатія – це спроба поглянути на речі очима співрозмовника. Ще один дуже важливий момент: можна відчувати емпатію, навіть в корені не погоджуючись з точкою зору співрозмовника [5].

Мета роботи.

1. З'ясувати сутність та види емпатії;
2. Побудувати карту емпатії;
3. Дослідити застосування емоційного інтелекту для різних видів команд та розробити аспекти емоційно інтелектуальної команди.

Виклад основного матеріалу.

1. Сутність та види емпатії.

Вважається, що поняття «емпатія» походить від грецького «pathos» – сильне і глибоке почуття, близьке до співчуття, з префіксом em, що означає напрям всередину. Можна відчувати емпатію, навіть в корені не погоджуючись з точкою зору співрозмовника.

Психолог Карл Роджерс визначив емпатію так: «Бути в стані емпатії означає сприймати внутрішній світ іншого точно, зі збереженням емоційних і смислових відтінків. Неначе стаєш цим іншим, але без втрати відчуття «начебто» [4].

Емпатія – не формальна логіка і не оціночна реакція. Емпатія сприяє ефективній комунікації.

Керівники проектів у своїй роботі постійно відчують необхідність якомога повніше зрозуміти співрозмовника.

Це відчувається при співбесіді з потенційним кандидатом на вакантну посаду, при вирішенні конфліктних ситуацій, при формуванні системи мотивації, при створенні проектних команд, при оптимізації чисельності персоналу, при звільненні співробітників – у всіх цих випадках проектному менеджеру життєво необхідно слухати і чути співрозмовників.

Для ефективної та результативної роботи з персоналом потрібно розуміти суть справжніх мотивів

вчинків співробітника, джерела його інтересів, причини брехні, цілі замкнутості.

При формуванні команди (особливо на стадії «шторму») вирують різноманітні емоції, які вкрай важко контролювати і направляти в конструктивне русло. Тут варто зробити застереження. Мова йде не про явище природи, а про п'ять етапів формування команди: формування, шторм, нормалізація, виконання та завершення. Якщо говорити про «шторми» зовсім коротко, то можна охарактеризувати його так. Початковий оптимізм після стартового ривка поступається місцем песимізму, якщо не переляку перед поставленими завданнями, почуття розчарування або розбіжності щодо цілей, обов'язків в проєкті [14].

І щоб досягти загального результату, необхідно не тільки вислухати, але і зрозуміти точку зору кожного члена команди, прийти до спільної думки, при цьому уникнути зіткнення інтересів і розвалу команди.

Якщо у компанії впроваджена система мотивації, заснована на індивідуальному підході, то тільки через емпатичне слухання (його ще називають «активним слуханням») можна визначити внутрішні мотиви кожного співробітника, а значить, потрапити в точку, зробивши конкретну мотиваційну пропозицію унікальному фахівцю, експерту. І, як наслідок грамотному опрацюванню системи мотивації, можна вирішити проблему утримання ключових фахівців компанії. А в наш час високої конкуренції останнє завдання особливо актуальне: адже високо професійний фахівець, експерт може бути і талановитим лідером [2]. Відповідно, коли «хороші» люди йдуть, дуже часто забирають за собою і всю свою команду.

Бізнес нівелює державні і національні кордони. Зараз вже нікого не здивуєш багатонаціональним складом персоналу компанії, як це було 15 років тому. Міжкультурні особливості компанії вимагають від проектного менеджера особливих знань в сфері відносин (і ділових у тому числі) і глибокого розуміння тонкощів культури різних країн і конфесій, представники яких працюють в компанії. У крос-культурних компаніях емпатія стає сполучною ланкою у формуванні загальної корпоративної культури [15].

CEO Microsoft Сатя Наделла стверджує: «Емпатія – критично важливий компонент при розробці продуктів або концепцій, який допомагає розуміти потреби людей і завойовувати їх довіру». Крім того, здатність зчитувати чужі емоції знадобиться на переговорах і для розв'язання конфліктних ситуацій. Керівнику цей навик дозволить надихати підлеглих і вести їх за собою. Рядовому співробітнику – підтримувати доброзичливу атмосферу в колективі (а це, як показують

дослідження позитивно впливає на продуктивність) [10].

Зазвичай емоційний обмін відбувається на тонкому, майже непомітному рівні. Здатність заспокоїти болісні переживання інших людей і вміння порозумітися зі співрозмовником – показники вищої майстерності. Єдина ефективна стратегія така: потрібно глибоко перейнятися почуттями людини, а потім налаштувати його на більш позитивну хвилю.

Здатність до емпатії можна розвинути. Важливо розуміти, що вона тісно пов'язана з іншими елементами емоційного інтелекту – умінням розпізнавати і контролювати власні почуття. Цьому і слід навчитися в першу чергу.

2. Карта емпатії

Карта емпатії (англ. Empathy map) – інструмент візуалізації ідей, розроблений компанією XPLANE, що дозволяє поставити себе на місце користувача, поглянути на проблему, яку вирішує продукт, його очима. Карта емпатії – це схема, в центрі якої розміщується представник певного призначеного для користувача сегменту та по різні боки від нього – 4 блоки («думаю і відчуваю», «кажу і роблю», «бачу», «чую»). Висновки наводяться в двох додаткових блоках: «проблеми та больові точки» і «цінності та досягнення» [11].

Карта емпатії актуальна там, де потрібно подивитися на продукт очима клієнта:

1. Розробка стратегії;
2. Запуск, доробка продукту або послуги;
3. Пошук нових напрямків;
4. Поліпшення рівня сервісу;
5. Робота з атмосферою в компанії.

Варто зазначити, що рівень емпатії можна виміряти. Для цього Мехрабян і Епштейн розробили відповідний опитувальник.

Якщо проєктний менеджер вже знайомий з аудиторією, то карта емпатії деталізує контекст використання продукту, на старті проєкту покаже, де прогалини в даних [12].

Карту емпатії можна побудувати для будь-якого продукту, причому неважливо, реалізований він, або існує тільки в форматі ідеї. Отже, що для цього потрібно:

1. Визначити приблизну цільову аудиторію.
2. Провести «мозковий штурм» з командою / замовником та заповнити карту, ґрунтуючись на досвіді і припущеннях.

3. Провести онлайн дослідження. Причому не тільки, як користувачі взаємодіють з продуктом, а того, як вони поведуться по відношенню до проблеми, яку вирішує продукт. Наприклад, якщо продукт – система управління проєктами Microsoft Project, вивчати потрібно те, якими способами вирішують завдання управління проєктами користувачі, що при цьому їм подобається, а що – не подобається, що в принципі зробити неможливо, а хотілося б, які інструменти вони залучають в процесі і т. д. Але важливо при цьому пам'ятати, що емпатія відрізняється від безпристрасного вивчення того, як

людина використовує що-небудь. Емпатія пов'язана зі співпереживанням, з розумінням, чого користувач хоче досягти, неважливо, чи знає він про продукт, який створює команда.

4. Провести інтерв'ю (потенційних або реальних) користувачів. Можна також замість інтерв'ю (краще – на додаток до нього) спостерігати за їхньою роботою [1].

Карта емпатії – це інструмент мозкового штурму. Щоб робота в команді була ефективною, важливо:

- готуватися заздалегідь – якщо розіслати учасникам матеріали за 2-3 дні, то у них буде час познайомитися з темою, обміркувати завдання і підготувати необхідні дані;

- промовляти основне завдання на початку обговорення – так проєктний менеджер переконується, що всі учасники на одній хвилі, знають мету і правила роботи;

- записувати хід штурму – необхідно обрати людину, яка буде фіксувати ідеї, щоб нічого не упустити.

Інформація розподіляється по блокам наступним чином (див. рис. 1):

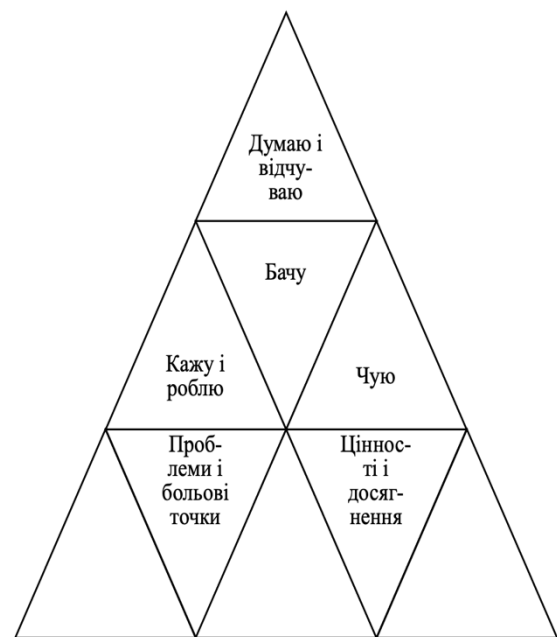


Рис. 1. Карта емпатії

1. Думаю і відчуваю. Що турбує користувача? Якими словами він думає про проблему? Щодо чого сумнівається? Цю інформацію краще шукати там, де користувачі скаржаться: наприклад, на форумах.

2. Кажу і роблю. Як користувач поводить себе публічно? Що каже? Якими способами вирішує проблему? Цю інформацію варто шукати в соціальних мережах.

3. Бачу. На що схоже середовище, в якому знаходиться користувач? З якими пропозиціями і альтернативами продукту він стикається?

4. Чую. Як середовище, в якому знаходиться користувач, впливає на нього? Що кажуть йому колеги, знайомі, авторитетні для нього джерела? Які

медіаканали мають вплив на користувача? На відміну від блоку «бачу», інформація тут не обов'язково відповідає дійсності. Але користувач їй довіряє. Інформація для цього блоку: чутки і думки на форумах.

5. Проблеми і больові точки. Що турбує користувача? Чого він побоюється? Що може стати причиною того, що він відмовиться від продукту? Часто джерелом інформації для цього стає блок «Думаю і відчуваю». Всі ці страхи і сумніви потрібно буде розв'язати, і зробити це можна купою способів: від «правильного» тексту в інтерфейсі до індивідуальних консультацій.

6. Цінності і досягнення. Що допоможе користувачеві позбутися проблем і сумнівів? За які можливості продукту він готовий платити? Які цінності повинні транслювати? Висновки з цього блоку впливають на продукт з різних сторін: вони можуть спричинити як дрібні зміни в інтерфейсі або в тексті, так і додавання / виключення певних функціональних особливостей, іноді – навіть зміна в позиціонуванні продукту [3].

3. Застосування емоційного інтелекту для різних видів команд

Якщо розглянути дисфункціональні команди, то проблема майже завжди полягає в тому, як різні частини працюють разом, а не те, що різні частини подібні.

Гнучкість є ключовим аспектом емоційного інтелекту, коли справа доходить до роботи команди. Емоційний інтелект команди складається з наступних складових:

1. Індивідуальний рівень емоційного інтелекту членів команди;
2. Рівень емоційного інтелекту керівника групи;
3. Середовище, тобто емоційний інтелект людської організації, до складу якої входить команда;
4. Історія команди [16].

Практично це означає, що:

1. Команда, яка має проблеми з емоційним інтелектом є неефективною;
2. Однією з головних функцій керівника команди є встановлення етосу (етос – сукупність стабільних рис характеру) команди.
3. Що відбувається в команді, лідери ідентифікують за допомогою анкети ефективності організації та втручання на рівні організації.
4. У деяких командах нездорові аспекти етосу не пов'язані ні з якими з трьох вищеперахованих факторів, а залежать від історії команди: наприклад, вони можуть бути пов'язані з обмеженнями емоційного інтелекту керівника команди (перехід від несвідомої некомпетентності до усвідомленої компетентності).

Фактори, які відрізняють високопродуктивні команди від менш ефективних полягають в тому, що вони рідко мають справу зі знаннями або навичками, але часто працюють з установками і звичками. Ознакою високопродуктивної команди є те, що вона емоційно розумна [6].

Оскільки співробітники по-різному поведуться в різних командах, тому мова йде про культуру команди або етос. Важливими аспектами є: довіра, ефективне спілкування, повага і т. д. Усі вони пов'язані зі створенням справжньої взаємозалежності; і включають в себе переконання всіх членів команди, що в цілому більше, ніж сума частин, тобто спільна робота передбачає, що вони можуть досягти набагато більше, ніж будь-який з них може досягти як особистість (поодиноч), і що вони зможуть в той же час досягти своїх власних цілей. Для того, щоб дозволити цю взаємозалежність, команда повинна мати довіру, повагу, відкрите спілкування. Щоб команда досягла цього стану, її внутрішній світ має бути без перешкод, які стримують її потенціал. Зрештою, потрібно виявляти будь-які контрольні або обмежувальні індивідуальні етоси, які зливають енергію команди, які перешкоджають плавному спілкуванню та намірам досягти узгоджених спільних цілей [8].

Нижче таблиця 1 показує приклад команди, члени якої демонструють високі емоційно інтелектуальні установки. Ось деякі переконання, які визначають емоційно зрілу команду:

- теплі, дружні та підтримуючі стосунки;
- безмежний потенціал;
- члени команди все ще відкриті для навчання;
- високоефективна команда;
- інноваційні та новаторські рішення;
- зіткнення з захоплюючим і неймовірним майбутнім;
- захоплена розвитком [13].

Ця культура колективу частково зумовлена регулярними переглядами її результатів. Цей процес відображає важливу роль успіху та подальшого розвитку команди.

Нижче детально розглянуто кожен із аспектів емоційно інтелектуальної команди та їх чинники розвитку.

Різні типи команд матимуть різні потреби розвитку емоційного інтелекту, це обумовлено динамікою, структурою і призначенням кожної команди. Нижче наведено кілька прикладів різних типів команд та їх різноманітних потреб у емоційному інтелекті.

Команди з продажу. Команди з продажу часто не є командами в істинному сенсі: визначимо команду як групу людей, які, принаймні іноді зустрічаються разом і поділяють спільну мету. Акцент у відділі продажів часто дуже сильно залежить від індивідуальної продуктивності, а підтримка інших членів команди може бути мінімальною, оскільки всі зосереджені на досягненні своїх індивідуальних цілей. Дійсно, іноді «члени колективу» - це, власне, вороги: мета кожного співробітника – це максимально підвищити продуктивність по відношенню до колег, щоб потім мати більшу частку наявного бонусу. Якщо керівник хоче мати колектив, який дійсно буде командою він повинен змінити систему винагороди [7].

Розвиток емоційного інтелекту у відділах продажу часто відбувається на індивідуальному рівні,

використовуючи анкету індивідуальної ефективності, яка зосереджена на підвищенні продуктивності. Але, сприяючи розвитку емоційного інтелекту в рамках команди, необхідно підтримувати один одного через програми, що пропонують співпрацю. Розвиток менеджерів продажу часто зосереджується на впевненості в собі і відносинах управління.

Таблиця 1 – Складові емоційно інтелектуальної команди

Аспект емоційно інтелектуальної команди	Установка
Мотивація та відданість	Кожен співробітник демонструє сильну лояльність і відданість команді, тому що бачить, яким чином їх індивідуальні потреби можуть бути досягнуті шляхом фокусування на цілях команди. Настрій команди постійно позитивний та енергійний.
Ставлення до конфліктів	Конфлікти інтересів або поглядів розглядаються командою з повагою між її членами, тому що всі визнають, що творчість та інновації є результатом виразу відмінностей.
Клімат команди	Кожен член команди демонструє постійну турботу та вдячність за свою команду колегам через позитивні та цінні відгуки, оскільки вони поважають та цінують індивідуальний внесок кожного.
Самостійне управління (саморегулювання)	Кожна людина в команді володіє емпатією.
Управління відносинами	Члени команди підтримують здорові індивідуальні відносини один з одним, що демонструється веселощами, підтримкою та спонтанністю.
Відкрите спілкування	Члени команди слухають без судження відповіді, поки інший співробітник не завершить говорити.
Толерантність до відмінностей	У команді це розуміння відмінностей кожного, що дозволяє співробітникам брати участь в широкому спектрі діяльності, а також вчитися один у одного та їх індивідуальні знання та досвід.

Віртуальні або віддалені команди. Подібно до команд з продажу, віртуальні або віддалені команди часто є групами осіб, які об'єднуються під одним керівником для адміністративних цілей. Як працівники, вони працюють в ізоляції, часто в місцевих або віддалених офісах. Для цих співробітників важливими аспектами є: самокерування та самомотивація.

Команда змін. Команди змін часто працюють разом або, принаймні, регулярно зустрічаються в командній ситуації. Команди змін часто перехідні, однак, збираються разом для окремих проєктів. Проблема емоційного інтелекту у роботі в команді

змін є двоякою. По-перше, існує потреба у створенні гарної команди, яка може відповідати динамічному середовищу. Це може бути зокрема, якщо члени команди працювали разом в інших контекстах (проєктах) і знають один одного, вони заповнюють анкету для сформованості команди, а не чекають, коли все піде не так (потім роблять постфактумний аналіз того, що вийшло). Коли люди приєднуються до команди, то вони мають деяке уявлення про можливі сильні і слабкі сторони. Вони уявляють, що може статися, можливі пастки можуть бути визначені заздалегідь. Другий виклик полягає в тому, що особам в команді доводиться рухатися через зміни у відділах або організаціях і, вони стикаються з опором працівників. Будівництво взаєморозуміння є ключовою навичкою [9].

Вищі керівні команди. Найвища динаміка команди часто досить складна, за кожним членом обов'язково закріплені власні функціональні обов'язки. Але необхідно також визнати спільні цілі організації. Розробка емоційного інтелекту для топ-команд включає в себе: лідерство, наполегливість і терпимість до відмінностей [12].

Висновки. Взагалі, незадовільні відносини з безпосереднім керівником є першопричиною стресу на робочому місці. Співробітники краще виконують організаційні зобов'язання, коли менеджери ставляться до них з виявленням психологічних переваг, такими як схвалення, повага, прихильність.

Щоб бути ефективним лідером у різних ситуаціях, необхідно:

1. Вміти визначити стиль керівництва, який вимагається співробітниками (для цього необхідна обізнаність).

2. Щоб бути готовими забезпечити відповідний стиль керівництва для різних ситуацій: для цього потрібна гнучкість (аспект самоуправління).

3. Знати, чи можна ефективно забезпечити такий стиль керівництва самостійно, чи потрібно делегувати певний аспект: для цього потрібна точна самооцінка (інакше відома як самостійні знання), що виникає з самосвідомості через процес рефлексивного навчання.

В підсумку відзначу, що в даній статті відображено роль емпатії проєктного менеджера, як однієї із складових емоційного інтелекту. Визначено складові емоційно інтелектуальної команди: мотивація та відданість; ставлення до конфліктів; клімат команди; самостійне управління; управління відносинами; відкрите спілкування; толерантність до відмінностей. Розроблено новий набір цінностей. Кожна з них повинна підтримуватися відповідними діями, які забезпечать реалізацію нового клімату команди.

Різні типи команд мають різні потреби розвитку емоційного інтелекту, це обумовлено динамікою, структурою і призначенням кожної команди. Досліджено декілька різних типів команд та їх різноманітних потреб в емоційному інтелекті.

Список літератури

1. Дейв Грэй. *Лиминальное мышление*. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 216 с.
2. Фетискин Н. П., Козлов В. В., Мануйлов Г. М. *Диагностика уровня поликоммуникативной эмпатии*. Изд-во Института Психотерапии, 2002. С. 153-156.
3. Етичне та ефективне управління. URL: <http://www.edudemo.home.pl/biblioteka/gz>.
4. Карл Р. Роджерс. *Становление личности. Взгляд на психотерапию*. Эксмо-Пресс, 2001 г. 258 с.
5. Марченко В. М. Рівні самоорганізації трудового колективу в процесі злиття. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2010. № 5. С. 192–196.
6. Нюстром Дж., В. Дэвис. К. *Руководство и наделение властью*. СПб: Питер. 2000. С. 177-202.
7. Р. Дж. Стернберг, Дж. Б. Форсайт, Дж. Хедланд. *Практический интеллект*. 2002. 272 с.
8. Романовський О. Г., Пономарьов О. С., Лавреньева А. О. *Психология управления: навч. посіб.* Харків, 2001. 161 с.
9. Савенков А. И. Эмоциональный и социальный интеллект как предикторы жизненного успеха. *Вестник практической психологии образования*. 2006. № 1 (6). С. 30-39.
10. Сайт «Forbes». Глава Microsoft Сатья Наделла: світ змінює три технології і трохи емпатії URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/350973-glava-microsoft-satyana-dellamir-izmenyat-tri-tehnologii-i-nemnogo-empatii>.
11. Сайт «Leosvit». Як зрозуміти, що важливо вашим клієнтам. URL: <https://leosvit.com/art/empathy-map>.
12. Снесарева Е. В., Скриптунова Е. М. Развитие эмоционального интеллекта руководителя для совершенствования управления в бизнесе. *Менеджмент сегодня*. 2007. № 6. С. 344-353.
13. Яковлева Е. Л. Эмоциональные механизмы личностного и творческого развития. *Вопросы психологии*. 1997. № 4. С. 20–27.
14. Jean Decety, William Ickes. *The social neuroscience of empathy (social neuroscience)*. MIT Press, 2011. 272 p.
15. Martin L. Hoffman. *Empathy and moral development: implications for caring and justice*. Cambridge University Press, 2001. 342 p.
16. Muller R., Turner J. R. The impact of principal-agent relationship and contract type on communication between project owner and manager. *International journal of project management*. 23 (5), 2005. P. 398–403.
3. *Etychne ta efektyvne upravlinnia* [Ethical and effective management]. Available at: <http://www.edudemo.home.pl/biblioteka/gz>.
4. Carl R. Rogers. *Stanovleniye lichnosti. Vzglyad na psikhoterapiyu* [Formation of personality. A look at psychotherapy]. Exmo-Press, 2001. 258 p.
5. Marchenko V.M. Rivni samoorganizatsii trudovoho kolektyvu v protsesi zlyttia [Levels of self-organization of the workforce in the process of merger]. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini* [Formation of market relations in Ukraine]. 2010. № 5. P. 192–196.
6. Nystrom J.W., Davis K. St. *Rukovodstvo i nadeleniye vlastyu* [Leadership and empowerment] Petersburg: Peter. 2000. P. 177-202.
7. Sternberg R. J., Forsythe J. B, Hedland J. *Prakticheskii intellekt* [Practical intelligence]. 2002. 272 p.
8. Romanovsky O.G., Ponomarev O.S., Lavrenyeva A.O. *Psikhologhiia upravlinnia: navch. posib* [Psychology of management: textbook. way]. Kharkiv, 2001. 161 p.
9. Savenkov A.I. Emotsionalnyy u sotsialnyy intellekt kak prediktory zhiznennogo uspeha [Emotional and social intelligence as predictors of vital success]. *Vestnik prakticheskoy psikhologii obrazovaniya* [Bulletin of practical psychology of education]. 2006. № 1 (6). P. 30-39.
10. Sait «Forbes». Hlava Microsoft Satia Nadella: svit zminiuiye try tekhnologii i trokhy empatii [Forbes website. Microsoft head Satya Nadella: the world is changing three technologies and a little empathy]. Available at: <https://www.forbes.ru/tehnologii/350973-glava-microsoft-satyana-dellamir-izmenyat-tri-tehnologii-i-nemnogo-empatii>.
11. Sait «Leosvit». Yak zrozumity, shcho vazhlyvo vashym kliientam. [Leosvit website. How to understand what is important to your customers]. Available at: <https://leosvit.com/art/empathy-map>.
12. Snesareva E.V., Skriptunov E.M. Razvitiye emotsionalnogo intellekta rukovoditelya dlya sovershenstvovaniya upravleniya v biznese [Development of emotional intelligence of the leader to improve management in business]. *Menedzhment segodnya* [Management today]. 2007. № 6. P. 344–353.
13. Yakovleva E.L. Emotsionalnyye mekhanizmy lichnostnogo i tvorcheskogo razvitiya [Emotional mechanisms of personal and creative development]. *Voprosy psikhologii* [Questions of psychology]. 1997. № 4. P. 20–27.
14. Jean Decety, William Ickes. *The Social neuroscience of empathy*. MIT Press, 2011. 272 p.
15. Martin L. Hoffman. *Empathy and moral development: implications for caring and justice*. Cambridge University Press, 2001. 342 p.
16. Muller R., Turner J. R. The impact of principal-agent relationship and contract type on communication between project owner and manager. *International Journal of Project Management*. 23 (5), 2005. P. 398–403.

References (transliterated)

1. Dave Gray. *Liminalnoye myshleniye* [Liminal thinking]. LLC "Mann, Ivanov and Ferber", 2017. 216 p.
2. Fetiskin N.P., Kozlov V.V., Manuilov G.M. *Diagnostika urovnya polikommunikativnoi empatii* [Diagnosis of the level of polycommunicative empathy]. Published by the Institute of Psychotherapy, 2002. P. 153-156.

Надійшла (received) 25.12.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Русан Надія Ігорівна (Русан Надежда Игоревна, Rusan Nadiia) – доктор філософії, Київський національний університет будівництва і архітектури, асистент кафедри управління проектами, м. Київ, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9927-0198>.

Бушувєв Сергій Дмитрович (Бушувєв 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>.

I. KONONENKO, H. SUSHKO

METHOD OF THE IT-PROJECT TEAM CREATION BASED ON MAXIMIZING IT'S COMPETENCIES

The use of agile approaches in software development requires the project team to be multifunctional and self-organized in order to respond effectively to changing project requirements. Therefore information technology project team creation requires a special method. The purpose of the work is to develop a method of IT-project team creation by maximizing its competencies taking into account the features of agile approaches to project management. The paper proposes the issue of team creation based on maximizing team competencies under conditions of budget and laboriousness constraints. A method of a project team creation is proposed, which takes into account the requirements of the project, the characteristics of individual candidates, and the general competencies of the team as a whole, as well as the project's limitations on the budget and laboriousness of the project. The proposed approach consists of three stages. At the first stage, a set of candidates is determined, whose competency assessments meet the requirements of the project. In the second stage, team options are formed in accordance with the requirements of the project. The project team creation can take place in several statements. The first statement is to solve the problem of minimizing the distance between the vector of team competencies and the vector of requirements. The second statement of the problem is to solve the problem of maximizing competencies in terms of time and project budget constraints. The third solves the issue of choosing a team according to the chosen setting. Two possible objective functions of the issue are offered. One target function is to create a team that will include candidates with maximum competencies. Such a team will best cope with the requirements that are known at the start of the project. The second target function maximizes the total competencies of the team that exceed a given threshold. As a result, the team will be able to better cope with the changing requirements of the project. The proposed method makes it possible to create an effective software development team that meets the requirements of the project, the values and principles of agile approaches.

Keywords: IT-project team; Agile; Scrum; competencies maximization; method of an IT-project team creation; team composition.

I. В. КОНОНЕНКО, Г. В. СУШКО

МЕТОД ФОРМУВАННЯ КОМАНДИ ІТ-ПРОЄКТУ НА ОСНОВІ МАКСИМІЗАЦІЇ ЇЇ КОМПЕТЕНЦІЙ

Використання гнучких підходів до розробки програмного забезпечення вимагає, щоб команда проекту була крос-функціональною та самоорганізованою, щоб ефективно реагувати на вимоги проекту. Тому, створення команди ІТ-проекту вимагає особливого методу. Мета роботи – розробити Метод формування команди ІТ-проекту шляхом максимізації її компетенцій з урахуванням особливостей гнучких підходів до управління проектами. У статті розглянута проблема створення команди на основі максимізації командних компетенцій в умовах обмежень бюджету і трудомісткості. Пропонується метод створення проектною команди, що враховує вимоги проекту, особливості окремих кандидатів та загальні компетенції команди в цілому, а також обмеження проекту з бюджету і трудомісткості. Запропонований метод складається з трьох етапів. На першому етапі визначається набір кандидатів, оцінка компетенцій яких відповідає вимогам проекту. На другому етапі формуються варіанти команд відповідно до вимог проекту. Створення проектною команди може відбуватися в кілька постановок. Перша постановка полягає у вирішенні завдання мінімізації відстані між вектором командних компетенцій і вектором вимог. Друга постановка задачі – рішення задачі максимізації компетенцій з точки зору обмежень за часом і бюджету проекту. Третій крок методу – вибір команди відповідно до обраної постановки. Пропонуються дві можливі цільові функції. Одна цільова функція – створити команду, в яку увійдуть кандидати з максимальними компетенціями. Вони найкраще впораються з вимогами, які відомі на старті проекту. Друга цільова функція максимізує загальні компетенції команди, що перевищують заданий поріг. В результаті команда зможе краще справлятися з мінливими вимогами проекту. Запропонований метод дозволяє створити ефективну команду розробників програмного забезпечення, що відповідає вимогам проекту, цінностям і принципам гнучких підходів.

Ключові слова: команда ІТ-проекту; Agile; Scrum; максимізація компетенцій; метод формування команди ІТ-проекту; склад команди.

I. В. КОНОНЕНКО, Г. В. СУШКО

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ КОМАНДЫ ИТ-ПРОЕКТА НА ОСНОВНИИ МАКСИМИЗАЦИИ ЕЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

Использование гибких подходов в разработке программного обеспечения требует, чтобы команда проекта была кросс-функциональной и самоорганизованной, чтобы эффективно реагировать на изменяющиеся требования проекта. Поэтому, создание проектной команды информационных технологий требует особого метода. Цель работы – разработать Метод формирования команды ИТ-проекта путем максимизации ее компетенций с учетом особенностей гибких подходов к управлению проектами. В статье рассмотрена проблема создания команды на основе максимизации командных компетенций в условиях ограничений бюджета и трудоемкости. Предлагается метод создания проектной команды, учитывающий требования проекта, особенности отдельных кандидатов и общие компетенции команды в целом, а также ограничения проекта по бюджету и трудоемкости проекта. Предлагаемый подход состоит из трех этапов. На первом этапе определяется набор кандидатов, оценка компетенций которых соответствует требованиям проекта. На втором этапе формируются варианты команд в соответствии с требованиями проекта. Создание проектной команды может происходить в несколько постановок. Первая постановка состоит в решении задачи минимизации расстояния между вектором командных компетенций и вектором требований. Вторая постановка задачи – решение задачи максимизации компетенций с точки зрения ограничений по времени и бюджету проекта. Третий этап метода – выбор команды в соответствии с выбранной постановкой. Предлагаются две возможные целевые функции. Одна целевая функция – создать команду, в которую войдут кандидаты с максимальными компетенциями. Такая команда лучше всего справится с требованиями, которые известны на старте проекта. Вторая целевая функция максимизирует общие компетенции команды, превышающие заданный порог. В результате команда сможет лучше справляться с меняющимися требованиями проекта. Предлагаемый метод позволяет создать эффективную команду разработчиков программного обеспечения, отвечающую требованиям проекта, ценностям и принципам гибких подходов.

Ключевые слова: команда ИТ-проекта; Agile; Scrum; максимизация компетенций; метод формирования команды ИТ-проекта; состав

© I. Kononenko, H. Sushko, 2021

команды.

Introduction. Nowadays, the Information technology industry market is actively and dynamically developing, which necessitates the formation of a comprehensive and strategic approach to ensuring a high level of implementation of projects and tasks. Implementation of IT-projects is a complex, multifaceted, and team process that requires coordinated and effective work of all its participants. This approach is closely related not only to the disclosure of the professional abilities and skills of IT specialists but also to the ability to combine the skills and abilities of project participants, their teamwork, on which the effectiveness of the entire project often depends. This process requires the application of modern approaches to the implementation of projects in the IT industry with the optimal use of the intellectual potential of professionals. An important feature of IT projects is that the customer's requirements may change during the project. This feature significantly complicates the task of forming a project team.

The project team creation can be defined as the selection of appropriate team members who carry out a specific project or task within a specified period. When creating a project team, it is necessary to take into account the level of professional competence of applicants regarding the requirements of the project, individual characteristics of team members, the team's ability to self-organize and maximize competencies. In this context, the task of effectively creating a software project team is quite relevant.

This article is structured as follows. The second section considers the state of research on the problem of a project team creation based on the analysis of publications. Then a statement of the problem and a generalized scheme of the proposed approach are highlighted. The fourth section discusses in detail the formalization of the tasks of a project team creation. At the end, there is a discussion of the results and conclusions.

Literature Review. The question of an effective procedure for a project team creation is quite actively studied by many scientists. Some authors consider the team creation in terms of improving communication in the team [1-5], others explore the creation of an effective team in terms of a competence approach [6-10]. Some researchers focus on studying the characteristics of relationships in the team [11, 12]. The study of team performance factors at the stage of its formation is the subject of a large number of publications [13, 14, 15].

In [1] the approach to the analysis of social networks for diagnostics of models of communication in a team is used. In [2], based on the theory of organizational learning and the theory of performance characteristics, it is investigated how the concealment of knowledge affects the results of the project team. As a result of the study, in [2] it was found that the concealment of knowledge negatively influences the work of the project team. However, the sample for the study was limited to high-tech Chinese companies, and the findings on Chinese projects cannot be applied to projects in other countries.

The authors of the study [3] emphasize the determinants that determine the effectiveness of the team. However, the methodology of collecting information is somewhat limited, which may lead to differences in perceptions of the effectiveness of the team before, during and after projects. The authors [4] focus on the features of cooperation and the impact of the effects of cooperation and collective knowledge on the results of the team. Unfortunately, in [4] the influence of the external environment on team members is not considered.

In [6] the authors present a method and tools for modeling competencies for project knowledge management. The model focuses on the cost of expanding the competence of the project team caused by the project development process. In [7], models are considered that allow teams to work better. The authors draw conclusions about the additional conditions that are necessary for the effective operation of the team. They note that having reliable solutions that guarantee relatively smooth operation, even when unexpected changes occur, is a necessary component of team efficiency. Difficult situations such as increased skill requirements or the absence of an employee, even for a short time, can lead to negative consequences [7]. In [8] the problem of agile team creation is considered, in which the ideal result is a set of inexpensive candidates who can jointly cover the necessary skills, while they can communicate effectively.

The work [9] is devoted to the interpretation of processes in development teams. The authors focus on issues of cooperation but do not study the issues of team creation. The research in [10] is devoted to determining the criteria used to select members of the software development team. The relationship between the use of these criteria and the success of the project is considered. The authors [11] propose a negotiation model between the leader and team members to implement the team creation process. Compared to a unilateral decision of the leader, the formation of a team on the basis of negotiations can bring more benefits to team members. It should be noted that this method has certain limitations when a team is created for the first time and there is no interaction between team members. In [12] the mechanisms of self-organization are investigated to determine the role of each person in the team. In order to better study the behavior and effectiveness of the team, the authors of the study [12] paid attention to obtaining mental models of team members for analysis and prediction. The authors [13] studied more than a hundred teams and concluded that in order for a team to work more effectively, it's necessary to have a proper leader to manage and communicate with all team members.

In [14] a prototype was developed for creating teams from the actual database of employee profiles. The article suggests a rotation of team leaders to help manage the team and its operations, but this can also cause problems in teamwork. [15] examines the relationship between innovation and team effectiveness, but the authors focus on aspects such as psychological security, conflict management, and team performance. Research [15] is

limited to studying relationships and types of conflicts only at the team level.

It can be concluded that the issue of team creation and further effective management is relevant and is studied by many researchers. It should be noted that there is still no general approach to team creation. Some researchers focus on the psychological aspect, studying the interaction between team members and roles in the team. Other researchers focus on the knowledge and skills of both individual team members and the team as a whole. Based on the analysis of publications, the task of developing formal models and methods of an IT-project team creation is relevant in the context of improving the efficiency of project management, in particular with the use of agile approaches.

Problem statement. Given the uncertainty of final product requirements, it is impossible to plan all work from the beginning to the end of the project. This has led to the active development of flexible project management approaches, including the Scrum framework [16]. One of the important features of such projects is the autonomy of the project team, which is characterized by the ability to self-organize and the presence of cross-functionality of the team.

Given the value of agile project management approaches, it can be concluded that project team selection is one of the key success factors [17]. Therefore, the process of selecting candidates for the team and team creation should be given special attention. This paper considers the method of an IT-project team creation in terms of using agile approaches for IT project management.

The aim of the work is to create a method of an IT project team creation based on maximizing its competencies, taking into account the features of agile approaches to project management.

To achieve this goal it is necessary to explore the process of team creation, identify the main stages, and propose the formalization of the tasks that arise at each stage. Team creation is carried out in accordance with the requirements of a particular project, which involves the use of expert assessments. Thus, within the framework of this study, it is necessary to develop a method of an IT-project team creation based on maximizing its competencies, taking into account the features of the application of agile management approaches and the above-mentioned expert assessments.

The reference model. Consider the process of team creation in general. First, it is necessary to define and document project requirements. Typically, project requirements form the backlog of the product, which allows making preliminary assessments of the choice of the technology stack for project implementation, time, and project budget. This information is the basis for the formation of requirements for vacancies and the placement of vacancies to search for candidates for the team. Each candidate should be evaluated according to their professional qualifications and vacancy requirements. Besides, it is necessary to determine the

compliance of the level of competencies of a particular candidate with the requirements of the project. The selection of candidates can be implemented by the procedure proposed in [18]. The general scheme of the team creation process is shown in Figure 1.

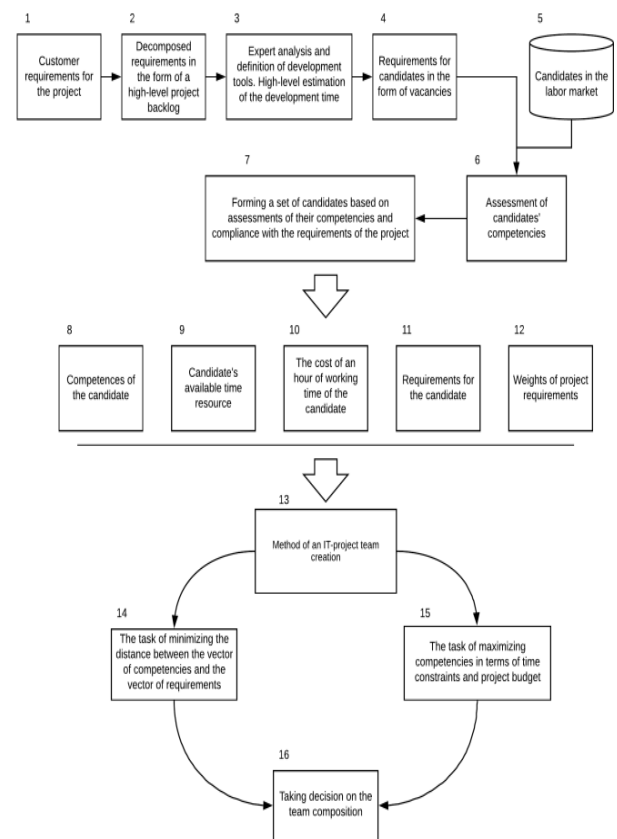


Fig. 1. Application scheme of the method of an IT-project team creation

Consider in more detail the steps.

Each stage consists of certain steps. Steps 1 and 2 analyze the requirements for the project product (Fig. 1). Decomposed and prioritized requirements form the backlog of the project product. To implement a product backlog, we need certain tools (technologies) with which the project team will develop a project product. In the 3rd step, based on the experts' opinion, the analysis and determination of tools for the development and assessment of the complexity of work and development time are provided. Based on the analysis of the project requirements and taking into account the selected development tools, the requirements for candidates in the form of vacancies are determined. Based on the data on existing candidates in the labor market and the requirements for candidates in this project in step 6, the assessment of the competencies of these candidates is made. In step 7, a set of candidates is created based on assessments of their competencies. A specialist can become a candidate if they meet the requirements of the project according to at least one criterion.

In the second stage (steps 8-12), input data is generated to create variants of project teams with the required competencies of each team member, taking into

account his available time, the cost of an hour of his working time, and the requirements of the project. A set of candidates can be considered a team option if it meets all, or almost all, of the project's requirements. If it is not possible to make an option, we continue to select candidates. If there is only one option – the team is created.

At the third stage, there is a task of an estimation of the created options of teams and a choice of the best one. At this stage, among the options of teams, a decision is made on the composition of the team, taking into account many criteria that reflect the competencies of the team, compliance with project requirements, cost, and time of implementation. In step 13, based on the available set of candidates, the express method of a development team creation is developed. The creation of the project team can take place in several statements.

The result of the third stage is a decision on the optimal combination of the development team that meets the requirements of the project customer. Thus, deciding on the selection of a team is a difficult task and requires a scientific approach to its solution.

IT-project team creation. Formalization of the task. As mentioned above, a project team creation can take place in several statements. The first statement (step 14) is to solve the problem of minimizing the distance between the vector of team competencies and the vector of project requirements. This problem is considered by the authors in another paper [19].

The second statement of the problem (step 15) is to solve the problem of maximizing competencies in terms of time constraints and project budget. Consider a clear statement of this problem. To formalize the above process, we introduce the following notation (Table 1).

Team creation requires specialists of different qualifications, determined by the requirements for candidates, taking into account the specifics of the project. To assess the candidate, we need to form a set of indicators (indicators, criteria), the values of which together characterize the properties of the candidate and allow us to assess it in regard to the requirements of the project, which are formed in the previous steps. Next, we will assume that it is possible to form a matrix of competencies of all candidates for the project team $Comp = (\bar{C}_{jk})_{\substack{j=1,n \\ k=1,m}}$, де \bar{C}_{jk} – the competency of j -th candidate in regard to k -th requirement to the candidate in the context of the project, $k \in K, j \in N$.

Next, consider the proposed method of creating a project team. At the first stage we will determine the set of candidates on the basis of assessments of their compliance with the project requirements. In the second stage, we will form options for a potential team. If there are more than one option, we move on to the third stage, ie to the creating of the optimal team.

Consider the technology of forming criteria that determine the level of team effectiveness and are the basis for determining the composition of the team. First, for

each indicator $k \in K$ we need to set a value that meets the requirements in terms of a project. Let \bar{q}_k be a numerical assess of the requirements expressed by the indicator $k \in K$.

Table 1 – Notations and definitions

Notations	Definitions
$K = \{1, 2, \dots, m\}$	The set of indicator numbers, the values of which together characterize all candidates and allows to assess them in regard to all the requirements of the project
$Q = \{q_i : i = 1, \dots, \zeta\}$	General scale for assessing candidates' in regard to requirements
$\bar{q}_k \in Q, k \in K$	Clear assess of the requirements, expressed by the indicator $k \in K$ on the scale Q
$N = \{1, 2, \dots, n\}$	Set of candidates' numbers for the project team
$\bar{C}_{jk} \in Q, k \in K, j \in N$	Clear assess of j -th candidate by the indicator $k \in K$
$Comp = (\bar{C}_{jk})_{\substack{j=1,n \\ k=1,m}}$	Matrix of the candidates' competencies, where \bar{C}_{jk} – the competency of j -th candidate in regard to k -th project requirement
$X_g = (x_{ip})_{\substack{i=1,n \\ p=1,n}}$	Assignment matrix – diagonal matrix, elements of the main diagonal $x_{jj} \in \{0,1\}, j = 1, n$ define whether the candidate is selected to the g -th option of the team
$Comp_g = X_g \times Comp = (\bar{C}_{gjk})_{\substack{j=1,n \\ k=1,m}}$	Matrix of the candidate competencies of the g -th option of the team, where, $\bar{C}_{gjk} = x_{jj} \times \bar{C}_{jk}$
$time_j, j \in \{1, 2, \dots, n\}$	Available time of the j -th candidate for the project work, hours per week
$rate_j, j \in \{1, 2, \dots, n\}$	Cost of the working hour for the j -th candidate (salary rate)
$W = \{w_1, \dots, w_m\}$	Vector of the weight indicators of the importance of competence requirements in the context of the project
$Cost$	Labor costs of the team (budget), conventional units
$Laboriousness$	The laboriousness of the project, which was estimated at the stage of formation of requirements for team competencies, person-hours
ρ	Time of the project implementation, weeks

In the next step, after interviews with candidates, for each candidate it is necessary to form assessments of his competencies for each of the $k \in K$ indicators. To form a set of candidates based on the assessment of their competencies in accordance with the requirements of the project (Fig. 1), we need to compare the requirements for the candidate $\bar{q}_k \in Q, k \in K$ and assesses of the candidate's competencies $\bar{C}_{jk} \in Q, k \in K, j \in N$, which defined on the normalized general scale Q . If $\bar{C}_{jk} \geq \bar{q}_k, k \in K, j \in N$, the requirement to the k -th competency is done. The specialist is considered as a candidate if at least one criterion they meet the requirements of the project.

Next, we form options for a potential team. Let $g = \overline{1, G}$ is a team option. Let us make a matrix of assignments $X_g = (x_{ip})_{\substack{i=\overline{1, n} \\ p=\overline{1, n}}}$ as diagonal matrix, where the elements $x_{jj} = \{0, 1\}, j = \overline{1, n}$ at the main diagonal define either the i -th candidate is selected to g -th option of the team ($x_{jj} = 1$) or no ($x_{jj} = 0$). Then we can build a matrix of competencies of the g -th team option $Comp_g$, which can be given from the matrix of candidates' competencies as a product of the assignment matrix X_g and the competencies' matrix of all candidates $Comp$. Then, the team competencies matrix can be defined as:

$$Comp_g = X_g \times Comp = \begin{pmatrix} \bar{C}_{g11} & \bar{C}_{g12} & \dots & \bar{C}_{g1k} & \bar{C}_{g1,k+1} & \dots & \bar{C}_{g1m} \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{C}_{gj1} & \bar{C}_{gj2} & \dots & \bar{C}_{gjk} & \bar{C}_{gj,k+1} & \dots & \bar{C}_{gjm} \\ \bar{C}_{gn1} & \bar{C}_{gn2} & \dots & \bar{C}_{gnk} & \bar{C}_{gn,k+1} & \dots & \bar{C}_{gnm} \end{pmatrix}$$

It should be noted that the non-zero lines of the competency matrix of the g -th team option correspond to the competencies of the candidates selected for the development team, and the zero lines correspond to the candidates who were not selected the g -th team option.

To form a set of candidates (block 7) we need to specify additional conditions, for example, which are discussed in the article [18]. Such conditions include the time during which the contractor can participate in the project, the cost of a working hour of a specialist, the weight of the requirements. Next, we will assume that the appropriate time and cost assesses are established during the interview with the candidates. In addition, requirements are set for the total cost of labor of team members $Cost$, for the *Laboriousness* of the project and project implementation estimation in ρ weeks. As additional conditions for the team creation are given: the resource of available time of each candidate $time_j$, cost of

working hour for each candidate $rate_j$, and a vector of importance indicators, which are used to assess the compliance with project requirements,

$$W = \{w_1, \dots, w_m\}$$

Then the team selection criterion can be written as follows:

$$X_g^{opt} = \arg \max_{x_{jj}} \sum_{k=1}^m w_k \times \max_j \bar{C}_{gjk}, j = \overline{1, n} \quad (1)$$

where $\bar{C}_{gjk} = x_{jj} \times \bar{C}_{jk}$,

$$\sum_{j=1}^n \rho \times time_j \times rate_j \times x_{jj} \rightarrow \min_{x_{jj}} \quad (2)$$

with constraints:

1) team competencies meet all project requirements:

$$\max_j \bar{C}_{gjk} \geq \bar{q}_k, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, m} \quad (3)$$

2) team work time in the project meets the requirements for the laboriousness of the project:

$$\sum_{\forall j \in N} x_{jj} \times \rho \times time_j \geq Laboriousness \quad (4)$$

where $time_j$ – working time of j -th candidate per week, ρ – number of weeks, planned for the project implementation,

3) expenses on the team salaries should not exceed the allocated budget:

$$\sum_{\forall j \in N} \rho \times x_{jj} \times time_j \times rate_j \leq Cost \quad (5)$$

Thus, the solution to the problem is an option of the development team, the maximum competence of which for all $k \in K$ is the largest, provided that the choice is made among teams that fully meet the requirements. According to the chosen statement, the best team is chosen at the 16th step.

The selection of team members in accordance with the proposed target function will best fulfill the requirements for the project product, formulated at the start. If these requirements do not change, then such a team will fulfill the requirements for the product and fit into the time frame. The allocated budget will be enough to pay the members of the team. Compared with the method of selecting a project team based on minimizing the distance between the vector of competencies and the vector of requirements [19], the proposed approach allows us to choose the team that has the maximum possible competencies to meet the requirements. As a result, the cost of work may increase. The restraining factor, in this case, is the restriction on the team salary (4).

Given the great uncertainty of the requirements for the product of the project, as well as the variability of these requirements over time, the project team should have redundant opportunities compared to the minimum necessary, which they see at the start of the project. If the competencies of the team members minimally meet the requirements of the project at the start, then when the requirements change, the team will not cope with the tasks not provided for in the starting backlog of the product. When changing product requirements, problems may arise due to the fact that the time that team members who have the necessary competencies may devote to the performance of tasks is insufficient to perform them. The complexity of the tasks may be higher than that which the necessary specialists can handle. In these conditions, to give more flexibility to the team, it is advisable to select team members from the condition of maximizing the number of competencies that meet the requirements of the project. The objective function of the problem will look like:

$$\sum_{j \in \{j: x_{jj}=1\}} \sum_{k \in \{k: \bar{C}_{gjk} \geq \bar{q}_k\}} \bar{C}_{gjk} \rightarrow \max_{x_{jj}} \quad (6)$$

The constraints of the issue (3)-(5) remain unchanged. As a result, an option of the team that has the maximum possible set of necessary competencies will be found. Such a team will best cope with changing requirements, as it will usually have a reserve of capabilities. Restrictions on time and budget will also be met.

Problems in the process of project implementation in this case may arise when there are requirements for competencies not provided at the start. To solve this problem will have to organize the selection of additional team members. This problem can be solved similarly to the original, ie using the first (1) or (2) objective function with constraints (3)-(5), or using (6) objective function with constraints (3)-(5) depending on the expected variability of the requirements for the project product.

In the article, the authors do not consider the task of filling vacancies in the company without reference to a specific project that requires executors. In the proposed method, the vacancy is filled as a result of solving the problem of optimizing the competencies of project team members. Filling vacancies in the organization without taking into account the requirements of a particular project and the competencies of other candidates for the team is a separate task.

Discussion. Small stand-alone teams play a central role in agile development. The article [20] examines the impact of teamwork quality on productivity, training, and job satisfaction in agile software development teams. The authors emphasize that the quality of teamwork is a major factor in improving the efficiency of the team, while the quality should be assessed by team members. This suggests that the selection of candidates for the team

should be given much attention. In contrast to our study, the authors [20] focus not on the competencies of team members, but on personal skills, emotional intelligence. It may be necessary for further research to consider such qualities as communicativeness, teamwork, ability to negotiate, etc., and consider them as components of the vector of competencies for both candidates and the team as a whole. At the same time, the authors of this article consider it necessary to study the formulation of the problem using fuzzy sets, which can increase the efficiency of the method used.

Conclusion. Creating an IT-project team is a complex and multi-stage process that provides alternative options for creating a team. As a result of the performed researches, two statements of the problem of creating an IT-project team based on clear assessments of candidates are developed and described. A method of creating a project team based on maximizing the competencies of team candidates has been created. The method takes into account the constraints on the cost of work and the laboriousness of the project. The scheme of application of the method of creating a project team, which has three main stages, is described in detail. At the first stage, a set of candidates is formed on the basis of assessments of their competencies and compliance of candidates with the requirements of the project. In the second stage, the options of teams are determined in accordance with the requirements of the project, taking into account the time constraints of the project and budget constraints. At the third stage, the optimal composition of the software development team is determined on the basis of certain tasks.

Two possible target functions of the issue are offered. The first target function is to form a team that will include candidates with maximum competencies. Such a team will best cope with the requirements that are known at the start of the project. The second target function maximizes the total competencies of the team that exceed a given threshold. As a result, the team will have a reserve of specialists to meet the project requirements, which may change.

With the help of the constraints of the task, the requirements for candidates are set, to have at least one competence, the indicator of which exceeds the threshold level, the team must cope with the given complexity of the project and invest in the allocated funds. The proposed method makes it possible to create an effective software development team that meets the requirements of the project, the values, and principles of agile approaches.

References

1. Matous J. P. P. Testing the impact of targeted team building on project team communication using social network analysis. *International Journal of Project Management*. 2019, vol. 37, no. 3, pp. 473-484. doi: 10.1016/j.ijproman.2019.02.005.
2. Zhang Min Min Z. The negative consequences of knowledge hiding in NPD project teams: The roles of project work attributes. *International Journal of Project Management*. 2019,

- vol. 37, no. 2, pp. 225-238. doi: 10.1016/j.ijproman.2019.01.006.
3. Latif K. F., Williams N. Team effectiveness in Non-Governmental Organizations (NGOs) projects. *Evaluation and Program Planning*. 2017, vol. 64, pp. 20-32. doi: 10.1016/j.evalprogplan.2017.05.004.
 4. Wang J., Wei W., Ding L., & Li J. Method for analyzing the knowledge collaboration effect of R&D project teams based on Bloom's taxonomy. *Computers & Industrial Engineering*, 2017, vol. 103, pp. 158–167. doi: 10.1016/j.cie.2016.11.010.
 5. Akgün, A. E., Lynn, G. S., Keskin, H., & Dogan, D. Team learning in IT implementation projects: Antecedents and consequences. *International Journal of Information Management*. 2014, vol. 34(1), pp. 37-47. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2013.09.007.
 6. Bachtadze N., Kulba V., Nikulina I., Zaikin O., & Zylawski, A. Mathematical Model and Method of Analysis of the Personal and Group Competence to Complete the Project Task. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52(13), pp. 469–474. doi:10.1016/j.ifacol.2019.11.105.
 7. Walter, M., & Zimmermann, J. Minimizing average project team size given multi-skilled workers with heterogeneous skill levels. *Computers & Operations Research*. 2016, vol. 70, 163-179. doi: 10.1016/j.cor.2015.11.011.
 8. Rostami P., & Neshati M. T-Shaped Grouping: Expert Finding Models to Agile Software Teams Retrieval. *Expert Systems with Applications*. 2018. doi: 10.1016/j.eswa.2018.10.015.
 9. Hansen S., Rennecker J. Getting on the same page: Collective hermeneutics in a systems development team. *Information and Organization*. 2010, vol. 20, no. 1, pp. 44-63. doi: 10.1016/j.infoandorg.2010.01.001.
 10. Fabio Q.B. da Silva, A. Team building criteria in software projects: A mix-method replicated study. *Information and Software Technology*. 2013, vol. 55, no. 7, pp. 1316-1340. doi: 10.1016/j.infsof.2012.11.006.
 11. Wang J., & Zhang J. A win-win team formation problem based on the negotiation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2015, vol. 44, pp. 137-152. doi:10.1016/j.engappai.2015.06.001.
 12. Shi Y., Peng Z., Hong, L., Yu Q. SoC-constrained team formation with self-organizing mechanism in social networks. *Knowledge-Based Systems*. 2017, vol. 138, pp. 1-14. doi: 10.1016/j.knosys.2017.09.018.
 13. Delugach H. S., Eitzkorn L. H., Carpenter S., Utley D. A knowledge capture approach for directly acquiring team mental models. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2016, vol. 96, pp. 12-21. doi: 10.1016/j.ijhcs.2016.07.001.
 14. Alkhatib G., Al-Humaidi O. Innovative Virtual Teams on Demand: HBDI-based paradigm. *Procedia Computer Science*, 2018, vol. 131, pp. 139-147. doi: 10.1016/j.procs.2018.04.196.
 15. O'Neill T. A., McLarnon, M. J. W. Optimizing team conflict dynamics for high performance teamwork. *Human Resource Management Review*. 2018, vol. 28(4), pp. 378-394. doi: 10.1016/j.hrmr.2017.06.002.
 16. *The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Available at: <https://www.scrum.org/scrum-guide-2020/>.
 17. *Manifesto for Agile Software Development*. Available at: <https://agilemanifesto.org>.
 18. Kononenko I. V., Sushko H. V. Formation of a project team for the developing of information and communication technologies. *Information Technologies and Learning Tools*. 2019, vol. 73, no. 5, pp. 307-322.
 19. Kononenko I., Sushko H. Creation of a Software Development Team in Scrum Projects. *Advances in Intelligent Systems and Computing V. CSIT 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020, vol 1293. Springer, Cham, pp. 959-971, doi: 10.1007/978-3-030-63270-0_65
 20. Lindsjorn Y. Teamwork quality and project success in software development: A survey of agile development teams. *The Journal of Systems and Software*. 2016, vol. 122, pp. 274–286.

Received 21.01.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Копоненко Ігор Володимирович (Kononenko Igor Volodimirovich, Кононенко Игорь Владимирович) – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри стратегічного управління, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1218-2791>; e-mail: igorvkononenko@gmail.com.

Sushko Hlib Volodymyrovich (Сушко Гліб Володимирович, Сушко Глеб Владимирович) - аспірант кафедри стратегічного управління, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3080-5841>; e-mail: sushko.gleb@gmail.com.

О. Б. ДАНЧЕНКО, І. В. РИБАЛКО, С. О. ЗАРУЦЬКИЙ, О. І. БЕЛОВА

ОГЛЯД ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ АРТ-ПРОЄКТІВ ЯК ФАКТОРІВ РИЗИКУ

Пропонується огляд особливостей арт-проектів як ймовірних загроз для планування та реалізації проектів творчої сфери за наступними напрямками: психологічні аспекти творчої особистості та специфіка арт-проектів, що характерна виключно для проектів даної сфери. Визначено, що сукупність факторів внутрішнього та зовнішнього середовища є основою для формування переліку та ранжирування ризиків арт-проектів. Детальний аналіз наукових робіт, присвячений дослідженням у сфері впровадження проектного підходу в творчій сфері, вивченню психологічних рис, що суттєво відрізняють творчу особистість від психології інших людей та дослідженням у сфері управління ризиками, довів, що увага з боку наукової спільноти щодо дослідження ризиків та природи їх походження саме для арт-проектів на сьогодні дуже незначна. Впровадження методології проектного підходу до організації та реалізації творчих заходів в Україні наразі ще досить слабе, а протиризикові заходи починають розроблятися тільки після настання ризику. Тож, питання вивчення ризиків у реалізації арт-проектів залишається актуальним та затребуваним. Аналіз психологічних рис творчих особистостей та специфіка арт-проектів, як джерел походження ризиків, дав можливість для розробки видів ризиків для подальшої їх класифікації. Зроблено висновки, що складена класифікаційна схема має практичну цінність для менеджерів арт-проектів. Вона дозволить в подальшому передбачати варіанти розвитку подій, заздалегідь визначати чинники впливу зовнішнього та внутрішнього оточення арт-проекту та завчасно розробляти заходи, методи та прийоми щодо недопущення ризикової події або, у разі її настання, мінімізувати негативні наслідки для досягнення цілей арт-проекту (час, бюджет, зміст, якість). Зараз до переліку видів ризиків арт-проектів включено лише два джерела походження ризиків. Але натомість робота над складанням класифікаційної схеми ризиків арт-проектів буде продовжена, щоб включити в себе максимально можливі джерела походження ризиків і дати менеджеру проекту дієвий інструмент для ідентифікації та аналізу ймовірних загроз (ризиків) або можливостей.

Ключові слова: арт-проекти, ризики, класифікація ризиків, особливості, управління ризиками, специфіка арт-проектів, фактори ризиків.

Е. Б. ДАНЧЕНКО, И. В. РЫБАЛКО, С. А. ЗАРУЦКИЙ, Е. И. БЕЛОВА

ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ АРТ-ПРОЕКТОВ КАК ФАКТОРОВ РИСКА

Предлагается обзор особенностей арт-проектов как вероятных угроз для планирования и реализации проектов творческой сферы по следующим направлениям: психологические аспекты личности и специфика арт-проектов, характерная исключительно для проектов данной сферы. Определено, что совокупность факторов внутренней и внешней среды является основой для формирования перечня и ранжирования рисков арт-проектов. Детальный анализ научных работ, посвященный исследованиям в области внедрения проектного подхода в творческой сфере, изучению психологических черт, которые существенно отличают творческую личность от психологии других людей и исследованиям в области управления рисками, доказал, что внимание со стороны научного сообщества по исследованию рисков и природы их происхождения именно в арт-проектах сегодня очень незначительно. Внедрение методологии проектного подхода к организации и реализации творческих мероприятий в Украине пока еще довольно слабое, а противорисковые мероприятия начинают разрабатываться только после наступления риска. Поэтому, вопрос изучения рисков в реализации арт-проектов остается актуальным и востребованным. Анализ психологических черт творческих личностей и специфика арт-проектов, как источников происхождения рисков, дал возможность для разработки видов рисков для последующей их классификации. Сделаны выводы, что составленная классификационная схема имеет практическую ценность для менеджеров арт-проектов. Она позволит в дальнейшем предусматривать варианты развития событий, заранее определять факторы влияния внешнего и внутреннего окружения арт-проекта и заблаговременно разрабатывать мероприятия, методы и приемы по недопущению рискового события или, в случае его наступления, минимизировать негативные последствия для достижения целей арт-проекта (время, бюджет, содержание, качество). Сейчас в перечень видов рисков арт-проектов включены только два источника происхождения рисков. Но работа над составлением классификационной схемы рисков арт-проектов будет продолжена, чтобы включить в себя максимально возможные источники происхождения рисков и дать менеджеру проекта действенный инструмент для идентификации и анализа возможных угроз (рисков) или возможностей.

Ключевые слова: арт-проекты, риски, классификация рисков, особенности, управление рисками, специфика арт-проектов, факторы рисков.

O. DANCHENKO, I. RYBALKO, S. ZARUTSKYI, O. BIELOVA

REVIEW AND CLASSIFICATION OF ART-PROJECTS' FEATURES AS RISK FACTORS

An overview of the features of art projects as possible threats to the planning and implementation of projects in the creative sphere in the following areas is offered: psychological aspects of personality and the specificity of art projects, which are characteristic exclusively for projects in this sphere. It has been determined that the combination of factors of the internal and external environment is the basis for the formation of the list and ranking of risks of art projects. A detailed analysis of scientific works devoted to research in the implementation of the design approach in the creative field, the study of psychological traits that significantly distinguish a creative person from the psychology of other people and research in the field of risk management, has proved that the attention of the scientific community on the study of risks and their nature origin in art projects today is very insignificant. The introduction of the methodology of the project approach to the organization and implementation of creative events in Ukraine is still rather weak, and anti-risk measures begin to be developed only after the onset of risk. Therefore, the issue of studying the risks in the implementation of art projects remains relevant and in demand. Analysis of the psychological traits of creative personalities and the specificity of art projects as sources of origin of risks made it possible to develop types of risks for their subsequent classification. It is concluded that the presented classification scheme is of practical value for art project managers. It will allow in the future to envisage options for the development of events, to determine in advance the factors of influence of the external and internal environment of the art project and to develop in advance measures, methods and techniques to prevent a risk event or, in case of its occurrence, to minimize negative consequences for achieving the goals of the art project (time, budget, content, quality). Now the list of types of risks of art projects includes only two sources of risks' origin. But work on drawing up a risk classification scheme for art projects will continue to include the maximum possible sources of risk origin and provide the project manager with an

© О. Б. Данченко, І. В. Рибалко, С. О. Заруцький, О. І. Белова, 2021

Вісник Національного технічного університету «ХПІ».

effective tool for identifying and analyzing possible threats (risks) or opportunities.

Keywords: art projects, risks, risk classification, features, risk management, specifics of art projects, risk factors.

Вступ. Реалізація кожного заходу, будь то виставка, свято, вистава, концерт, фестиваль, конкурс тощо, стала розглядатися як окремий проект з використанням методології управління проектами [20]. При застосуванні терміну «проект» до реалізації творчих заходів, слід надати визначення творчого проекту, або арт-проекту [4]:

- арт-проект – це завершений цикл художньої діяльності, що спрямований на створення оригінального художнього твору в умовах обмеженого часу та ресурсів.

Так, впровадження проектного підходу при організації творчих заходів дає можливість підвищити якість організації та проведення творчих заходів. Але в той же час це спричиняє низку питань, які можуть викликати ряд ризиків, що матимуть прямий вплив на кінцевий результат проекту. Сукупність факторів, як то вплив зовнішнього середовища в сучасному ритмі подій, постійно зростаюча складність проектів, використання новітніх технологій, специфічні особливості окремих видів проектів, призводять до появи великої кількості ризиків, що, в свою чергу, сприяло формуванню загальної системи управління в умовах ризику та невизначеності. Тож актуальність питання управління ризиками набуває все більшого значення при реалізації будь-яких проектів, в тому числі і творчих заходів або арт-проектів.

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 фактори, що створюють загрози для негативного впливу на цілі управління проектами: час, бюджет, зміст, якість.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Увага до поєднання проектного менеджменту та творчої сфери була приділена науковцями відносно нещодавно, в 90 роках ХХ століття. Наприклад, розробці ключових питань менеджменту в культурній сфері приділяли увагу Галуцький Г. М., Жарков А.Д., Рудич Л.І., Міхеєва Н.А., Чижиков В.М. та інші.

Наукові праці із застосування проектного підходу до творчих проектів не отримали на сьогодні широкого дослідження у світовій науці. Серед окремих статей, присвячених цьому питанню, можна виділити найбільш вагомими наукові праці наступних авторів: Тульчинський Г.Л., Азаренков Л.С., Мочалов Д.В., Данченко О.Б., Бас Д.В., Булавина Д.М., Новікова Г.М., Белоблоцький Н.В.,

Корнеєва С.М., Войтковський С.Б., Командишко Е.Ф., [21].

Питанням вивчення та розвитку творчої особистості та виокремленню психологічних якостей творчих людей, які відрізняють її від інших у загальному розумінні з точки зору психології, вчені світу приділяють увагу вже більше століття. Серед них можна виділити праці Костюка Г.С., Калмикової З.І., Богоявленської Д.Б., Галіна О.Л., Гальперіна П.Я., Козлова В.В., Пономарьова Я.О., Сорочіна І.Л., Тихомирова О.К., Виготського Л.С., Лука О.Н., Дружиніної В.М., Кульчицької О.І., Титаренка Т.М., Аміржанової А.Ш., Толмачова Г.В. Сучасні науковці беруть до уваги напрацювання з розуміння творчої природи особистості з результатів досліджень З. Фрейда, К. Юнга, Є. Фромма, Т. Рібо, А. Маслоу, Д. Дьюї, Р. Стернберга, Дж. Гілфорда, Е. де Боно та ін. Серед науковців кінця ХХ – початку ХХІ століть, слід відзначити вагомими внески у вивчення психології творчої людини наступних українських науковців: Роменець В.А., Моляко В.А., Клименко В.В. [6].

Управління ризиками в проектах на сьогодні доволі досліджена тема, але й досі актуальна в силу різноманітності видів проектів та їх специфіки. Методологія управління ризиками широко висвітлена рядом стандартів з управління проектами: PMBOK – Project Management Body of Knowledge, P2M – Project and Program Management for Enterprise Innovation, PRINCE2, ISO 21500, ICB/NCB та іншими.

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 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 [3,4,9] на сьогодні дуже незначна. Можливо, це обумовлено тим, що впровадження проектного підходу із застосуванням методології в творчу сферу на професійному рівні, ще недостатньо поширене явище і залишається для багатьох установ поза увагою. Хоча творчі заходи вже давно плануються, як окремі проекти, вони розглядаються як один з видів поточної діяльності установи. А протиризикові заходи починають розроблятися тільки після настання ризику. Тобто, робота з управління ризиками існує в дуже малому відсотку установ.

Метою статті є огляд особливостей арт-проектів як факторів ризику та запропонована їх класифікація за визначеними виключно для арт-проектів видами ризиків.

Виклад основного матеріалу. Поняття ризик у різних мовах визначає: круча, скеля (ridsikon, ridsa) – у грецькій; небезпека, загроза, лавірування між скель (risiko, risikare) – у італійській; загроза, ризикувати (risday) – у французькій, тобто буквально об'їжджати кручу, скелю. Тож в проектній діяльності ризик,

взагалі як явище, можна розглядати, як невизначену подію або умову, яка у разі виникнення матиме вплив (негативний чи позитивний) щонайменше на одну з цілей управління проектом. Ризики, яким піддається проект, можуть виникати в силу внутрішніх і зовнішніх факторів невизначеності як сукупності різних обставин та умов, що поєднуються чи роз'єднуються в певному виді діяльності. Це створює відповідну ситуацію, яка може сприяти або перешкоджати виконувати прийняте рішення [12].

Більшість сучасних методологій управління проектами включає розділи, присвячені управлінню ризиками. В реальному житті управління ризиками – це мистецтво і наука аналізу ризику з подальшою організацією заходів, які дозволяють найкращим чином, з точки зору цілей проекту, ліквідувати або мінімізувати ризик [8].

РМВоК пропонує наступні етапи в процесі управління ризиками [1]:

1. Планування управління ризиками.
2. Ідентифікація ризиків.
3. Якісний аналіз ризиків.

4. Кількісний аналіз ризиків.

5. Планування реагування на відомі ризики.

6. Моніторинг і управління ризиками.

Планування управління ризиками. У разі розробленої політики управління ризиками в компанії, управління ризиками окремого проекту розглядається як частина формалізованої політики управління проектом. Але арт-проекти не завжди реалізуються в установах чи організаціях, де вже існує політика управління ризиками. Наприклад, освітні заклади, будинки культури, приватні фірми з організації творчих заходів, центри позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю та інші подібні установи не мають широкого досвіду із застосування ризик-менеджменту та розробки загальної політики управління ризиками. Найчастіше, процес управління ризиками в таких проектах зводиться до сподівання, що нічого не станеться або усунення наслідків, коли сподівання себе не виправдали.

Найбільш цікавим, у контексті теми даної статті, є наступний етап в процесі управління ризиками – визначення або ідентифікація ризиків.

Таблиця 1 – Аналіз впливу психологічних особливостей стейкхолдерів на арт-проекти

Психологічні особливості стейкхолдерів арт-проектів	Вплив на проект (1 – мінімальний, 2 – середній, 3 – сильний, 4 – критичний)																										
	Ресурси							Вимоги проекту						Процеси проекту						Оцінка виконання							
	ЛЮДИ	ГРОШІ	ОБЛАДНАННЯ	МАТЕРІАЛИ	ІНФОРМАЦІЯ	ЗНАННЯ	ПРІОРИТЕТИ	ЦІЛІ	СПЕЦИФІКАЦІЯ	РОЗПОРЯДОК РОБОТИ	БЮДЖЕТ	ЯКІСТЬ	ЛОГІСТИКА	ПОСТАЧАЧАННЯ	КОМАНДНА РОБОТА	ПРОЦЕСИ ПРОЕКТУ	ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ	ІНФРАСТРУКТУРА	ТЕХНОЛОГІЇ	РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ	ПРОГРЕС ПРОЕКТУ	УСПІХ ПРОЕКТУ	РОБОТА КОМАНДИ	КОМПЕТЕНЦІЇ	ПРЕМІЯ ПЕРСОНАЛУ	ГАРАНТІЯ ЗАЙНЯТОСТІ	
Афективність	2	1	1	1	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	4	3	3	2	2	3	3	4	4	4	4	4	2
Цілісність	2	1	1	1	3	4	3	3	1	3	1	1	1	1	4	3	3	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2
Відсутність консерватизму	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	2
Незалежність власних суджень	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	4	4	3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	2
Прагнення до взаємодії з іншими людьми	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	4	1	1	4	3	4	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2
Прагнення до самотності та уникнення спілкування	4	1	1	1	3	2	1	1	1	2	1	4	3	1	4	3	4	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2
Сміливість думки	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	2	2
Критичне мислення	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	2
Вміння переносити знання на нову ситуацію	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
Емотивність	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Екзальтивність	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Комплекс «дитячості»	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2

Ідентифікація ризиків. Це один з найважливіший етапів, який передбачає визначення максимально можливої кількості ризикових подій та документування їх характеристик. В процесі ідентифікації ризиків проекту менеджер ставить перед собою та командою проекту питання: «Що і як саме може статися під час виконання проекту?». Допомогти скласти більш повну інформацію про кожен ризик мають наступні питання:

- час виникнення (коли це може статися?);
- основні чинники виникнення (чому, з яких причин це може статися?);
- характер обліку (зовнішній чи внутрішній?);
- характер наслідків (наскільки вагомими для досягнення цілей можуть бути наслідки?).

Ключова вигода від процесу ідентифікації ризиків – набуття командою проекту знань та можливостей, що дозволять передбачати варіанти розвитку подій. Крім того, слід врахувати, що етап визначення ризиків проекту – це ітеративний процес. Він має повторюватися, оскільки протягом реалізації арт-проекту в рамках його життєвого циклу можуть виникати нові ризики або з'являється інформація про нові ймовірні ризики.

Виявленню та подальшому аналізу ризиків сприяє їх класифікація. В проектному менеджменті існує достатньо класифікаційних схем, щоб описати будь-який ризик різних видів проектів.

Джерел походження ризиків арт-проектів досить багато. Вони можуть бути як традиційні, притаманні для проектів будь-якої сфери (різноманітні обмеження в проекті, задоволеність кінцевого споживача, вплив зовнішнього середовища), так і специфічні, які стосуються виключно творчих проектів. В даній статті будуть розглянуті лише деякі види ризиків за двома напрямками відмінностей арт-проектів від проектів інших сфер, що були виявлені авторами в ході попередніх досліджень [5, 6]. А саме, психологічні аспекти членів команди арт-проекту, як творчо обдарованих особистостей, та специфічні риси, характерні тільки для арт-проектів. Роботу над вивченням та аналізом інших джерел ризиків для подальшого визначення основних причин невизначеності і їх урахування проектним менеджером буде продовжено.

Так, вплив психологічних аспектів стейкхолдерів арт-проекту, як творчих особистостей був проаналізований на основі експертного методу з використання матриці впливу стейкхолдерів на проект. Дані аналізу наведено у табл. 1 [21].

Після проведеного аналізу характеристик творчого заходу було доведено, що він має всі характеристики проекту, але водночас йому притаманні специфічні риси, деякі з яких відображено на рис. 1 [19].

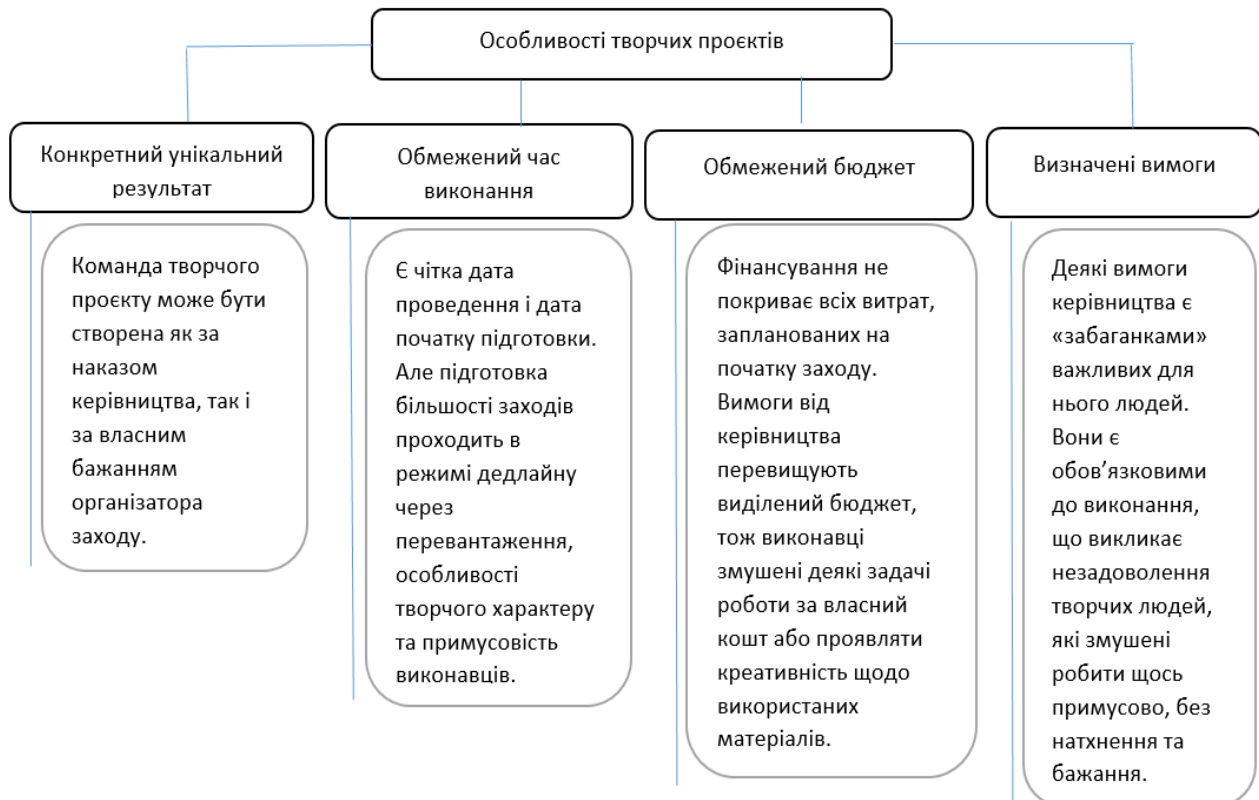


Рис. 1. Особливості творчих проектів

Після вивчення та аналізу двох напрямів впливу, був визначений перелік факторів, що цілком можна віднести до ймовірних ризиків арт-проекту:

- Керівники закладу, де планується реалізація арт-проекту, які водночас є замовниками, не

враховують особливості психології та поведінки творчих людей і ставлять за пріоритет строк виконання та рамки бюджету. В багатьох випадках це призведе до конфліктів як серед членів команди проекту, так і виконавців проекту з менеджером або

керівником закладу. Конфлікти, в свою чергу, можуть призвести до звільнення найбільш емоційно вразливих співробітників.

- Суб'єктивне сприйняття продукту арт-проекту та свого особистого результату виконавцем може призвести до рішення про повну переробку продукту, знищивши вже створений, або відмову подальшої участі у проекті через особистий погляд на свої здібності, цінність проекту чи продукту для себе.

- Емотивність, тобто здатність перейматися емоційним станом іншої людини не є негативною рисою, якщо вона контролювана. Емотивність на досить високому рівні може завадити розрізнити ситуації, де дійсно потрібно ввійти в становище людини та допомогти, а де є місце маніпуляції, щоб перекласти свою роботу на члена команди з високим рівнем емотивності.

- Схильність до різких перепадів настрою від підвищеної активності, бадьорості та життєрадісності до пригніченого похмурого настрою негативно впливає на працездатність та відносини з іншими членами команди, створюючи прецеденти для конфліктів.

- Екзальтованість, тобто сила почуттів або розмах переживань, як здатність на занадто емоційні переживання позитивних і негативних подій може вплинути на відношення до помилок у виконанні задач, на суперечки або дрібні непорозуміння між членами команди, на сприйняття результату своєї роботи, враховуючи суб'єктивний погляд на особисту задоволеність.

- Імпульсивність може спровокувати конфліктні ситуації та завадити знаходженню оптимального рішення задачі при спільному обговоренні.

- Комплекс «дитячості», або невміння своєчасно опанувати свої емоції, що притаманні більш дитячому віку, призведуть до проблем у спілкуванні і взаємовідносинах. Так, надмірна чутливість може проявитися як вразливість та тривожність, що в свою чергу, вплине на психічний стан і може проявитися у відхилення в поведінці. А потреба до самоствердження перетвориться у хворобливе самолюбство.

- Вміння працювати в команді – надважлива риса при виконанні проекту, який реалізовує саме команда. Люди, які менш здатні злагоджено взаємодіяти у командній роботі, можуть прекрасно виконувати індивідуальні завдання, але створюють додаткові проблеми при виконанні командної роботи.

- Високий рівень захопленості та самовідданості. Може призвести до низки проблем. З одного боку – фізичному та емоційному виснаженню чи постійному відчуттю втоми. З іншого боку – бажанню постійно вдосконалювати свою роботу через завищені особисті стандарти і почуття незадоволеності власним результатом.

- В деяких творчих заходах результат проекту визначається організатором арт-проекту і залежить від його досвіду проведення подібних заходів або від досвіду залучених до організації заходу людей. Через відсутність чітких параметрів результату проекту

(формалізації), керівництво побачить результат проекту безпосередньо у день його проведення. Очікування можуть бути як задоволені, так і не задоволені.

- Організація та проведення заходу може відбуватися завдяки ентузіазму окремих працівників, які самі беруть на себе функцію менеджера арт-проекту без додаткової оплати і виділеного на це часу у графіку роботи. В цьому випадку якість заходу залежить виключно від сумлінності та рівня відповідальності людини, яка неформально і добровільно взяла на себе роль управління арт-проектом.

- Для організації заходу на виконання функцій менеджера арт-проекту залучають людину під примусом без будь-якої мотивації для заохочення. В цьому випадку якість заходу також залежить від сумлінності та рівня відповідальності людини.

- Через недостатність фінансування з ряду причин (неформалізований результат арт-проекту, тому неможливо визначити на початку скільки потрібно коштів або поява додаткових вимог до результату проекту; через брак цільових коштів на арт-проекти в достатньому об'ємі тощо), виконання деяких задач відбувається за рахунок організатора та команди виконавців арт-проекту. Якість виконання таких задач буде залежати від відповідальності та бажання отримати особисте задоволення результатом організатора чи виконавців проекту.

- Непорозуміння між менеджером арт-проекту та замовником або менеджером та членами команди в наслідок відсутності чіткої формалізації вимог до проекту з боку замовника ускладнить хід виконання арт-проекту через перевантаження членів команди задачами, відсутність можливості зробити чіткий план робіт, виконання робіт в режимі постійних деделайнів.

- Ціль творчого проекту – дуже рухлива та пластична, що призведе до не до кінця усвідомленого всіма членами проекту результату проекту та значно ускладнить хід проекту.

- Негативне або відносно байдуже сприйняття споживачем продукта проекту може психологічно вплинути на виконавців. Найбільш вразливі можуть відмовитися від подальшої роботи в проєктах.

- Персоніфікація продукту проекту (створення образу) матиме негативний вплив, коли уявний образ результату проекту значно відхилиться від запланованого в процесі його створення.

- Особливі вимоги до ресурсів проекту (матеріальних засобів, умов реалізації) можуть призвести до відмови брати участь у проекті чи незадоволеність виконавця якістю створеного ним продукту.

Наступний етап – вивчення характеристики та сутності ризику, що є процесом класифікації. На жаль, створити єдину універсальну систему класифікації ризиків для проектів всіх сфер – неможливо. По-перше, існують різні підходи до її створення. По-друге, неможливо врахувати специфіку всіх без винятку проектів у всіх сферах людської діяльності. З огляду на ці причини, виникає необхідність вивчення

впливу чинників зовнішнього та внутрішнього характеру для розробки класифікаційної схеми, яка буде відображати всі можливі види ризиків, характерних саме для арт-проектів. Це значно полегшить прогнозування ризикових подій та розробку певних заходів і відповідних методів та прийомів управління ризиками. Тож, спираючись на попередні власні дослідження і аналіз наукових праць [3,4,6-8,10-13,18,19,21], на основі виявлених факторів специфічності творчих проектів були визначені наступні види ризиків для арт-проектів [3]:

- творчий ризик (характеризується невизначеністю творчого процесу митця);
- психологічний ризик (пов'язаний із порушеннями у психологічному та емоційному станах митця);
- соціальний ризик (характеризується рівнем соціального та культурного розвитку суспільства);
- організаційний ризик (характеризується рівнем організації управління арт-проектом як з боку керівництва, так і з боку менеджера проекту);

- форс-мажорний ризик (пов'язаний із впливом зовнішніх катастрофічних явищ непереборної сили);
- технічний або матеріальний ризик (характеризується невідповідністю технічного оснащення та матеріального забезпечення майстерні митця для створення продукту арт-проекту);
- людський ризик (пов'язаний із невідповідністю оточення митця його задуму, ідеї продукту арт-проекту);
- ризик комунікації (характеризується складністю взаємодії між митцем та замовником/споживачем продукту арт-проекту);
- фінансовий ризик (пов'язаний із недостатністю коштів для створення продукту арт-проекту);
- ціннісний ризик (пов'язаний із рівнем незадоволення замовника/споживача від отриманого продукту арт-проекту).

Далі була складена табл. 2, де виявлені фактори ризиків класифіковано за визначеними видами.

Таблиця 2 – Класифікація ризиків арт-проекту

Фактор ризику	Вид ризику
Відсутність чітких параметрів результату проекту (формалізації).	Творчий ризик
Рухлива та пластична ціль.	
Персоніфікація продукту проекту.	
Емотивність, тобто здатність перейматися емоційним станом іншої людини.	Психологічний ризик
Схильність до різких перепадів настрою від підвищеної активності, бадьорості та життєрадісності до пригніченого похмурого настрою.	
Екзальтованість, тобто сила почуттів або розмах переживань, як здатність на занадто емоційні переживання позитивних і негативних подій.	
Імпульсивність.	
Комплекс «дитячості»	
Високий рівень захопленості та самовідданості	
Негативне або відносно байдуже сприйняття споживачем продукту проекту	Соціальний ризик
Організація та проведення заходу може відбуватися завдяки ентузіазму окремих працівників, які самі беруть на себе функцію менеджера арт-проекту без додаткової оплати і виділеного на це часу у графіку роботи.	Організаційний ризик
Для організації заходу на виконання функцій менеджера арт-проекту залучають людину під примусом без будь-якої мотивації для заохочення.	
Пандемія, військові дії, природні катаклізми тощо.	Форс-мажорний ризик
Особливі вимоги до ресурсів проекту.	Технічний або матеріальний ризик
Вміння працювати в команді.	Людський ризик
Керівники закладу, які водночас є замовниками, не враховують особливості психології та поведінки творчих людей і ставлять за пріоритет строк виконання та рамки бюджету.	Ризик комунікації
Непорозуміння між менеджером арт-проекту та замовником або менеджером та членами команди внаслідок відсутності чіткої формалізації вимог до проекту з боку замовника.	
Недостатність фінансування з ряду причин (неформалізований результат арт-проекту, тому неможливо визначити на початку скільки потрібно коштів або поява додаткових вимог до результату проекту; через брак цільових коштів на арт-проекти в достатньому об'ємі тощо).	Фінансовий ризик
Суб'єктивне сприйняття продукту арт-проекту та свого особистого результату виконавцем.	Ціннісний ризик

Висновки. Отриманий результат аналізу особливостей арт-проектів за двома напрямками, як джерел походження ризиків, довів доцільність розробки та створення класифікаційної схеми ризиків, адаптованої під планування та реалізації саме арт-проектів. Результат класифікації факторів ризику за розробленими видами має практичну цінність для менеджера арт-проектів і дає поштовх для продовження наукової роботи створення максимально повної класифікації ризиків для проектів творчої сфери.

Список літератури

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Six Edition. USA. PMI. 2017. 574 p.
2. Азаренков Л.С., Ганицева Е.А., Кожевина М.С. [и др.]. *Опыт проектного управления в сфере культуры: учеб. пособие для вузов* / под общ. ред. Л.С. Азаренкова. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2018. – 1 электрон. опт диск (CDROM).
3. Бас Д.В. Аналіз ризиків арт-проектів. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 29. С. 12-18.
4. Бас Д.В. Арт-проекти, їх особливості та визначення. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2016. № 3. С. 57-62.
5. Бушув С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев И.А. и др. *Креативные технологии управления проектами и программами*. К.: «Самит-Книга», 2010. 768 с.
6. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. *Ризик у менеджменті*. Київ : ТОВ «Борисфен-М», 1996. 336 с.
7. Данченко О.Б. Класифікація ризиків в проектах. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2012. № 1 (55). С. 26-28.
8. Данченко О.Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проектах. *Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук.пр.* 2014. № 1(49). С. 16-25.
9. 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.
10. Донець О.М., Савельєва Т.В., Урецька Ю.І. Використання міжнародних стандартів в управлінні ризиками. *Управління розвитком складних систем*. 2011. Вип. 6. С. 36-42.
11. Ковтун Т.А. Ідентифікація ризиків як етап якісного аналізу ризиків інвестиційного проекту. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2015. № 2 (1111). С. 125-130.
12. Коюда П.М., Коюда О.П. Характеристика та класифікація ризиків. *Научно-технічний збірник «Коммунальное хозяйство городов»*. 2006. № 71. С. 203-214.
13. Кузьмінська Ю.М. Огляд методів управління креативністю команди проекту. *Актуальні проблеми сучасної наукової думки : матеріали наук.-практ. конф.* Київ, 2014. С. 275-276.
14. Maslow A. *Creativity in self-actualising people*. In: Anderson H.H. «Creativity and its cultivation». Harper, 1959.
15. Михеева Н.А., Галенская Л.Н. *Менеджмент в социально-культурной сфере* : (Соц.-экон. механизмы и методы упр.) : учеб. пособие. СПб. : Михайлов, 2000. 169 с.
16. Моляко В.А. *Психология творческой деятельности*. Киев: Знание, 1978. 45 с.
17. Мочалов Д.В. Менеджмент культуры и арт-менеджмент: взаимосвязь и взаимообусловленность. *Вестник КазГУКИ*. 2011. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-kultury-i-art-menedzhment-vzaimosvyaz-i-vzaimoobuslovlennost> (дата звернення: 20.12.2020).
18. Новикова Г.Н. *Технологии арт-менеджмента: учеб. пособие*. М.: Издательский Дом МГУКИ, 2006. 178 с.
19. Рибалко І.В. Аналіз впливу психологічних особливостей стейкхолдерів на арт-проекти. *Управління проектами: стан та перспективи : матеріали XVI міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 8-11 вересня 2020 р.)*. Миколаїв, 2020. С. 91-95.
20. Рибалко І.В., Алькема В.Г. Сучасні підходи до управління командою проектів в творчій сфері. *Професійний менеджмент у сучасних умовах розвитку ринку : матеріали доповідей VIII науково-практичної конференції з міжнародною участю* (м. Харків, 1 листопада 2019 р.). Х. : Монограф, 2019. С. 230-232.
21. Рибалко І.В., Данченко О.Б., Меленчук В.М., Березенський Р.В. Проектний підхід у творчій сфері. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – № 1. С. 24-30.
22. Тульчинский Г.Л., Герасимов С.В., Лохина Т.Е. *Менеджмент специальных событий в сфере культуры: учебное пособие*. СПб.: Лань, Планета Музыки, 2009. 381 с.

References (transliterated)

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Six Edition. USA. PMI. 2017. 574 p
2. Azarenkov L.S., Ganiceva E.A., Kozhevina M.S. [i dr.]. *Opyt proektnogo upravleniya v sfere kultury: ucheb. posobie dlya vuzov* [Experience of project management in the field of culture: textbook. university manual] / pod obsh. red. L.S. Azarenkova. Ekaterinburg: Ural. gos. ped. un-t, 2018. – 1 elektron. opt disk (CDROM).
3. Bas D.V. Analiz ryzykiv art-proektiv [Risk analysis of art projects]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development]. 2017. Vyp. 29. S. 12-18.
4. Bas D.V. Art-proekty, yikh osoblyvosti ta vyznachennia [Art projects, their features and definitions]. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky* [Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Technical Sciences]. 2016. № 3. S. 57-62.
5. Bushuev S.D., Bushueva N.S., Babaev I.A. i dr. *Kreativnye tehnologii upravleniya proektami i programmami* [Creative technologies for project and program management]. K.: «Samit-Kniga», 2010. 768 s.
6. Vitlinskyi V.V., Nakonechnyi S.I. *Ryzik u menedzhmenti* [Risk in management]. Kyiv : TOV «Borysfen-M», 1996. 336 s.
7. Danchenko O.B. *Klasyfikatsiia ryzykiv v proektakh* [Classification of risks in projects]. *Shhidno-levropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii* [European Journal of Advanced Technology]. 2012. № 1 (55). S. 26-28.
8. Danchenko O.B. Ohliad suchasnykh metodolohii upravlinnia ryzykamy v proektakh [Review of modern risk management methodologies in projects]. *Upravlinnia proiektamy ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk.pr.* [Project management and production development: coll. nauk.pr.] 2014. № 1(49). S. 16-25.
9. Danchenko O.B., Bas D.V. Metod upravlinnia tsinnistiu art-proektu [The method of managing the value of an art project]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy: materialy XIV mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Project management: status and prospects: materials of the XIV International. scientific-practical conf] Mykolaiv, 2018. S. 33-34.
10. Donets O.M., Savelieva T.V., Uretska Yu.I. Vykorystannia mizhnarodnykh standartiv v upravlinni ryzykamy [Use of international standards in risk management]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development]. 2011. Vyp. 6. S. 36-42.
11. Kovtun T.A. Identyfikatsiia ryzykiv yak etap yakisnoho analizu ryzykiv investytsiinoho proektu [Risk identification as a stage of qualitative risk analysis of an investment project]. *Visnyk NTU «KhPI». Serii: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. 2015. № 2 (1111). S. 125-130.
12. Koiuda P.M., Koiuda O.P. Kharakterystyka ta klasyfikatsiia ryzykiv [Characteristics and classification of risks]. *Nauchno-tekhnicheskyy sbornik «Kommunalnoe khoziaistvo horodov»* [Scientific and technical collection "Municipal Economy of Cities"]. 2006. № 71. S. 203-214.
13. Kuzminska Yu.M. Ohliad metodiv upravlinnia kreatyvniuiu komandy proektu [Review of project team creativity management methods]. *Aktualni problemy suchasnoi naukovoї dumky : materialy nauk.-prakt. konf* [Actual problems of modern scientific thought: materials of scientific practice. conf]. Kyiv, 2014. S. 275-276.
14. Maslow A. *Creativity in self-actualising people*. In: Anderson H.H. «Creativity and its cultivation». Harper, 1959.

15. Miheeva N.A., Galenskaya L.N. *Menedzhment v socialno-kulturnoj sfere* [Social and cultural management]: (Soc.-ekon. mehanizmy i metody upr.) : ucheb. posobie. SPb. : Mihajlov, 2000. 169 s.
16. Molyako V.A. *Psihologiya tvorcheskoj deyatelnosti* [Psychology of creative activity]. Kiev: Znanie, 1978. 45 s.
17. Mochalov D.V. Menedzhment kultury i art-menedzhment: vzaimosvyaz i vzaimoobuslovlennost [Culture management and art management: interconnection and interdependence]. *Vestnik KazGUKI* [Bulletin of Kazan state university of culture and arts]. 2011. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-kultury-i-art-menedzhment-vzaimosvyaz-i-vzaimoobuslovlennost> (data zvernennya: 20.12.2020).
18. Novikova G.N. *Tehnologii art-menedzhmenta: ucheb. posobie* [Art management technologies: textbook. allowance]. M.: Izdatelskij Dom MGUKI, 2006. 178 s.
19. Rybalko I.V. Analiz vplyvu psykholohichnykh osoblyvostei steikkholderiv na art-proiektu [Analysis of the influence of psychological features of stakeholders on art projects]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektivy : materialy XVI mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Project management: status and prospects: materials of the XVI International. scientific-practical conf.] (m. Mykolaiv, 8-11 veresnia 2020 r.). Mykolaiv, 2020. S. 91-95.
20. Rybalko I.V., Alkema V.H. Suchasni pidkhody do upravlinnia komandoiu proektiv v tvorchii sferi [Modern approaches to managing a team of projects in the creative sphere]. *Profesiyni menedzhment u suchasnykh umovakh rozvytku rynku : materialy dopovidei VIII naukovopraktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu* [Professional management in modern conditions of market development: materials of reports of the VIII scientific-practical conference with international participation] (m. Kharkiv, 1 lystopada 2019 r.). Kh. : Monohraf, 2019. S. 230-232.
21. Rybalko I.V., Danchenko O.B., Melenchuk V.M., Berezenskyi R.V. Proektnyi pidkhid u tvorchii sferi [Project approach in the creative sphere.]. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho portfeliamy, prohramamy ta proektamy = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management]. Kharkiv : NTU «KhPI», 2020. – № 1. S. 24-30.
22. Tulchinskij G.L., Gerasimov S.V., Lohina T.E. *Menedzhment specialnykh sobytij v sfere kultury: uchebnoe posobie* [Cultural Special Event Management: A Study Guide]. SPb.: Lan, Planeta Muzyki, 2009. 381 s.

Надійшла (received) 09.01.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Данченко Олена Борисівна (Данченко Елена Борисовна, Danchenko Elena Borisovna) – доктор технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу; e-mail: elen_danchenko@rambler.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5657-9144>.

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

Заруцький Сергій Олександрович (Заруцкий Сергей Александрович, Zarutskyi Serhii Oleksandrovych) – Університет «КРОК», аспірант кафедри управлінських технологій; місто Київ, Україна; e-mail: zarutskyiso@krok.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2367-641X>

Белова Олена Ігорівна (Белова Елена Игоревна, Bielova Olena Ihorivna) – кандидат економічних наук, доцент, Університет «КРОК», доцент кафедри маркетингу та поведінкової економіки; м. Київ; e-mail: bielovaoi@krok.edu.ua. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9359-6947>.

О. Б. ДАНЧЕНКО, В. О. АЛЬБА, Р. В. БЕРЕЗЕНСЬКИЙ, О. Ю. САВИНА

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ РИЗИКІВ ПРОЄКТІВ ІТ-АУДИТУ

За відносно короткий проміжок часу сфера інформаційних технологій зі звичайної, подекуди другорядної галузі, перетворилась на один з головних драйверів світової економіки, ставши каталізатором для тектонічних змін і трансформацій у багатьох інших індустріях. Українська ІТ-галузь нині успішно конкурує на світовому ринку і є надійним джерелом валютних надходжень. Сьогодні українці можуть створювати, проєктувати й продавати ІТ-продукти на глобальних ринках. Вони зацікавлені не просто у створенні продукту, а й в активному його розвитку. Для продуктивної та ефективної роботи підприємств ІТ-сфери потрібен постійний моніторинг і контроль реального стану ІТ-інфраструктури. Одже, оцінка стану інформаційної та/або фінансової системи підприємства є нагальною та необхідною, а тому все частіше на таких підприємствах запроваджується ІТ-аудит, який потребує вмілього та ефективного управління для досягнення найкращих результатів. Виходячи з результатів проведеного аналізу робіт вітчизняних та зарубіжних вчених і дослідників області управління проєктами ІТ-аудиту зроблено висновок, що цей аспект є малодослідженим. Проєкти ІТ-аудиту володіють специфічними ризиками, які потребують детального дослідження. В статті визначено фактори, що впливають на збільшення часу та вартості проєктів ІТ-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави. Виявлено, що суттєва частина відхилень та невизначеностей, які приводять до збільшення часу та вартості пов'язані безпосередньо з стекхолдерами проєктів ІТ-аудиту. Ідентифіковано стейкхолдерів проєктів ІТ-аудиту, до яких віднесено: власника, ініціатора, замовника, інвестора, менеджерів проєктів, команду проєкту або аудиторів, конкурентів та інших зацікавлених сторін. Проаналізовано вплив основних груп стейкхолдерів на зменшення часу та вартості проєктів ІТ-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави. Визначено ризики стейкхолдерів проєктів ІТ-аудиту через призму їх можливостей та загроз для таких проєктів.

Ключові слова: проєкт; управління проєктами; проєкти ІТ-аудиту; ризики проєктів; управління ризиками проєктів ІТ-аудиту.

Е. Б. ДАНЧЕНКО, В. А. АЛЬБА, Р. В. БЕРЕЗЕНСКИЙ, О. Ю. САВИНА

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЕКТОВ ИТ-АУДИТА

За относительно короткий промежуток времени сфера информационных технологий с обычной, иногда второстепенной отрасли, превратилась в один из главных драйверов мировой экономики, став катализатором для тектонических изменений и трансформаций во многих других индустриях. Украинская ИТ-отрасль в настоящее время успешно конкурирует на мировом рынке и является надежным источником валютных поступлений. Сегодня украинцы могут создавать, продвигать и продавать ИТ-продукты на глобальных рынках. Они заинтересованы не просто в создании продукта, но и в активном его развитии. Для продуктивной и эффективной работы предприятий ИТ-сферы нужен постоянный мониторинг и контроль реального состояния ИТ-инфраструктуры. Так что, оценка состояния информационной и / или финансовой системы предприятия является насущной и необходимой, а потому все чаще на таких предприятиях вводится ИТ-аудит, требующий умелого и эффективного управления для достижения наилучших результатов. Исходя из результатов проведенного анализа работ отечественных и зарубежных ученых и исследователей области управления проектами ИТ-аудита сделан вывод, что этот аспект является малоисследованным. Проекты ИТ-аудита обладают специфическими рисками, которые требуют детального исследования. В статье определены факторы, влияющие на увеличение времени и стоимости проектов ИТ-аудита с использованием метода причинно-следственной диаграммы Исикавы. Вывявлено, что существенная часть отклонений и неопределенностей, которые приводят к увеличению времени и стоимости и связаны непосредственно со стекхолдерами проектов ИТ-аудита. Идентифицированы стейкхолдеры проектов ИТ-аудита, к которым отнесены: владелец, инициатор, заказчик, инвестор, менеджеры проектов, команда проектов или аудиторы, конкуренты и другие заинтересованные стороны. Проанализировано влияние основных групп стейкхолдеров на уменьшение времени и стоимости проектов ИТ-аудита с использованием метода причинно-следственной диаграммы Исикавы. Определены риски стейкхолдеров проектов ИТ-аудита через призму их возможностей и угроз для таких проектов.

Ключевые слова: проєкт; управления проектами; проекты ИТ-аудита; риски проектов; управление рисками проектов ИТ-аудита.

O. DANCHENKO, V. ALBA, R. BEREZENSKY, O. SAVINA

IDENTIFICATION AND RISK ANALYSIS OF IT-AUDIT PROJECTS

In a relatively short period of time, the field of information technology from a conventional, sometimes secondary industry, has become one of the main drivers of the world economy, becoming a catalyst for tectonic changes and transformations in many other industries. The Ukrainian IT industry now successfully competes in the global market and is a reliable source of foreign exchange earnings. Today, Ukrainians can create, promote and sell IT products in global markets. They are interested not only in creating a product, but also in its active development. The productive and efficient operation of IT enterprises requires constant monitoring and control of the real state of the IT infrastructure. Assessment of the state of information and / or financial system of the enterprise is urgent and necessary. Therefore, IT audits are being introduced more and more often at such enterprises. It needs skillful and effective management to achieve the best results. Based on the results of the analysis of the works of domestic and foreign scientists and researchers in the field of IT audit project management, it is concluded that this aspect is poorly studied. IT audit projects have specific risks. These risks need to be investigated in detail. Using the method of the causal diagram of Ishikawa, the article identifies the factors influencing the increase in time and cost of IT audit projects. It was found that a significant part of the deviations and uncertainties that lead to an increase in time and cost are directly related to the stockholders of IT audit projects. Stakeholders of IT audit projects have been identified. Stakeholders include: owner, initiator, customer, investor, project managers, project team or auditors, competitors and other stakeholders. The influence of the main groups of stakeholders on reducing the time and cost of IT audit projects using the method of the causal diagram of Ishikawa is analyzed. Through the prism of opportunities and threats of stakeholders of IT audit projects, the risks of these stakeholders for projects are identified.

Keywords: project; project management; IT-audit projects; project risks; risk management of IT-audit projects.

Вступ. ІТ-сфера в Україні одна з називають локомотивом розвитку української найдинамічніших і найперспективніших. Її вже давно економіки. Кількість ІТ-фахівців у країні стрімко

© О. Б. Данченко, В. О. Альба, Р. В. Березенський, О. Ю. Савіна, 2021

Вісник Національного технічного університету «ХПІ».

зростає: з 89 тис. фахівців 2015 року до 190 тис.–2019-го [1]. Основна частка світового ІТ-ринку припадає на США (36,8%), за ними – Китай (11,3%) і Велика Британія (5,8%). Як зазначено у довіднику агентства Top Lead, за обсягом ринку ми змагаємося з Румунією й Польщею, відчутно поступаючись Індії й Китаю. Україна є привабливою для розвитку ІТ-бізнесу серед країн з розвинутою економікою. По-перше, ринки праці в Польщі й Румунії вже істотно «перегріті». По-друге, в Україні дуже вигідне оподаткування. По-третє, компетентність і культурна близькість ставлять українських розробників набагато вище за індійських.

Сьогодні українці можуть створювати, просувати й продавати ІТ-продукти на глобальних ринках. Вони зацікавлені не просто у створенні продукту, а й в активному його розвитку.

Для продуктивної та ефективної роботи підприємств ІТ-сфери потрібен постійний моніторинг і контроль реального стану ІТ-інфраструктури. Тому, для проведення оцінки стану інформаційної та/або фінансової системи підприємства запроваджується ІТ-аудит, який потребує вмілого та ефективного управління для досягнення найкращих результатів.

Під проектом ІТ-аудиту розуміємо комплекс взаємопов'язаних заходів з перевірки даних бухгалтерського обліку, показників фінансової звітності ІТ-компанії та проведення оцінки ІТ-інфраструктури, що направлені на створення унікального продукту: незалежної думки аудитора, його знахідок, доказів, висновків і рекомендацій з усіх суттєвих аспектів та у відповідності з чинним законодавством, положеннями (стандартами) чи іншими правилами, й згідно із вимогами користувачів в умовах часових та ресурсних обмежень [2].

Ризики проектів ІТ-аудиту є не ідентифікованими та маловивченими. Тому, актуальною задачею є виявлення факторів, що призводять до збільшення часу та вартості проектів ІТ-аудиту, визначення складових, які можуть призводити до зменшення показників тривалості та бюджету, а це потребує проведення комплексної оцінки ризиків проектів ІТ-аудиту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Зарубіжний і вітчизняний досвід у сфері управління проектами показує, що ризики є невід'ємною частиною планування проекту, зокрема й ІТ-аудиту. Протиризикове управління на сьогодні використовують, як головний метод боротьби з відхиленнями та невизначеностями у проекті.

Цьому питанню присвячено велику кількість робіт і розробок. Серед них роботи українських (С. Д. Бушуєв, Н. С. Бушуєва, Ю.М. Тесля, С.К. Чернов, К.В. Кошкін, Є.А. Дружинін, О.Б. Данченко, Ю.М. Харитонов, І.Б. Семко, Д.І. Бедрій, К.П. Колотирина, О.Ю. Савіна) та зарубіжних вчених (Друкер Пітер Ф., Дж. М. Кейнс, Г. Саймон, Товба А.С., Ципес Г.Л., Шапіро В.Д. та ін.).

За РМВок [3] ризик проекту - це невизначена подія або умова, настання якої негативно або позитивно позначається на цілях проекту, таких як зміст, розклад, вартість і якість, а цілями управління ризиками проекту є підвищення ймовірності виникнення та посилення впливу сприятливих подій і зниження ймовірності виникнення й ослаблення впливу несприятливих подій в ході реалізації проекту. Окрім цього, поняття ризику розглядається як форма прояву часткової невизначеності [4], тобто стану обмеженого знання, неможливості точно описати існуючий чи майбутній стан, наявність більше одного можливого стану. Ризик може вимірюватися й поєднанням ймовірності настання загрози/можливості та розміру їх впливу на цілі [5]. Успішність проекту залежить від трьох категорій, що відповідають «магічному» трикутнику цілей управління проектами: тривалість, вартість, якість. Причинами негативних відхилень в проекті можуть бути тільки ті ризики, які негативно можуть позначитися на цілях проекту [4].

Управління ризиками проектів в різних галузях розглядається в [6-16]. Аналіз підходів до оцінки ризиків сучасних підприємств розглянуто в [17-18], автори наголошують, що відповідні рекомендації та заходи щодо зменшення рівня небезпек необхідно формувати ще на етапі проектування. Дві крайні позиції ризикології, як «шанс-менеджмент» та «ризик менеджмент» розглянуті в джерелі [19]. Концептуальні основи балансування ризиків в рамках можливостей та загроз визначені в [20], ідентифікація та аналіз ризиків (можливостей та загроз) стейкхолдерів проектів вітроенергетики, а також аналіз балансу ризиків кожного стейкхолдеру приведені в [21].

Поняття ризику тісно пов'язане з поняттям невизначеності. Невизначеність – це відсутність визначеності, стан обмеженого знання, неможливість точно описати існуючий чи майбутній стан, а ризик – форма прояву часткової невизначеності [22].

Управління ризиками – процес аналізу ризиків для їх ідентифікації, класифікації та визначення кількісних показників, а також управління протиризиковими заходами для пом'якшення негативного впливу можливих видів ризику [23]. Бушуєв С. Д. управління ризиками розглядає як безперервний процес, який має місце на всіх фазах життєвого циклу проекту, від народження ідеї до його завершення.

Різні стандарти проектного менеджменту трактують процеси управління ризиками в проектах приблизно однаково. Згідно [3] основні процеси управління ризиками проекту включають: 1) Формулювання політики - процес визначення базових політик в методах та стратегіях управління ризиками в процесі втілення проекту. 2) Ідентифікація ризику - процес визначення характеру ризиків та подій, які будуть впливати на реалізацію проекту, та опис характеристик ризиків в документах шляхом мозкового штурму та перегляду контрактів і специфікацій. 3) Аналіз та оцінка ризику – процес оцінки та визначення ймовірності й розміру впливу

ризикових подій, а також взаємозв'язків між ризиками. 4) Підготовка контрзаходів проти ризику - процес розробки плану протидії ризикам, який включає уникнення, зменшення, дистрибуцію та передачу з метою максимізації можливостей та зменшення загроз. 5) Виконання контрзаходів протидії ризику - процес виконання плану протидії. В управлінні ризиками, моніторинг ризиків має здійснюватися неодноразово починаючи з етапу ідентифікації, і до розробки контрзаходів. Існують чотири широко поширених методи управління ризиком: прийняття (допущення), зменшення, розподілення і уникнення.

Згідно [4], методи управління ризиками поділяють на: відхилення (страхування, пошук гарантів); локалізацію (створення венчурних підприємств спеціальних проектних структур); розподіл (за видами діяльності, між учасниками проекту); компенсацію (створення систем резервів).

Виходячи з того, що для забезпечення ефективності управління проектами ІТ-аудиту

потрібне управління, засноване на зменшенні невизначеностей та відхилень цих проектів, тому нагальним та необхідним є виявлення та аналіз ризиків проектів ІТ-аудиту.

Мета статті є ідентифікація, класифікація та аналіз ризиків проектів ІТ-аудиту.

Виклад основного матеріалу. Використовуючи основні положення управління ризиками проектів, їх інструментарій та методи, що викладені в РМВОК [3], на основі особливостей проектів ІТ-аудиту [2] й специфіки управління такими проектами [24] проведемо аналіз ризиків проектів ІТ-аудиту. В ході аналізу ризиків важливим є вивчення природи ризику з врахуванням впливу кожної складової та детальним змістовним описом типу ризику.

Спочатку проведемо попередній аналіз факторів, що призводять до збільшення часу та вартості проектів ІТ-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави [25] (рис. 1).



Рис. 1. Діаграма Ісікави «Причини збільшення часу та вартості проектів ІТ-аудиту»

Виходячи з Діаграми Ісікави «Збільшення часу та вартості проектів ІТ-аудиту» (рис.1), можна стверджувати, що суттєва частина відхилень та невизначеностей, які призводять до збільшення часу та вартості пов'язані безпосередньо з стейкхолдерами проектів ІТ-аудит.

Згідно з РМВОК [3] стейкхолдери, або зацікавлені сторони проекту є особи, групи або організації, які можуть впливати, на які можуть вплинути або які можуть сприймати себе схильними до впливу рішення, дії або результату проекту.

Існує велика кількість підходів до їхньої класифікації стейкхолдерів: первинні і вторинні; прямі і непрямі; загальні та спеціалізовані; стратегічні та

етичні; нормативні, непрямі і небезпечні (сплячі) зацікавлені сторони. Окрім цього, стейкхолдери поділяються на внутрішні, які знаходяться в межах границь проекту, і зовнішні – за їх межами. За класичною англосаксонською моделлю до внутрішніх стейкхолдерів зазвичай відносять власників, топ-менеджмент і інших працівників проекту, а до зовнішніх - інвесторів, фінансові та громадські організації, клієнтів, постачальників, дилерів, партнерів і державні структури. В [26] всіх стейкхолдерів поділяють на дві групи – зовнішні (споживачі, постачальники тощо) та внутрішні (власники, менеджмент та ін.) В першу чергу, розглядають зовнішніх стейкхолдерів, так як

управління ними найбільш складне. До них відносяться [26]: покупці, постачальники, конкуренти, владні органи, громадські організації, фінансові посередники.

За Ньюбуолдом і Луффманом [27] можна поділити стейкхолдерів на чотири основні категорії: групи впливу, що фінансують проекти (наприклад, акціонери); менеджери, які керують проектами; працівники, зайняті в реалізації проектів (принаймні та їх частина, яка зацікавлена в досягненні цілей проекту); економічні партнери. Автори [28-33] виділяють такі види зацікавлених сторін: власники та акціонери; замовники; інвестори, спонсори та кредиторі; керівництво та працівники компанії; професійні спілки та асоціації; посередники; постачальники матеріалів та обладнання; підрядники, державні установи та органи влади; конкуренти; громадські організації; засоби масової інформації; неурядові організації.

Виходячи з джерел [2, 21, 26-34] до стейкхолдерів проектів IT-аудиту можна віднести наступних зацікавлених осіб:

Ініціатор проекту - особа, яка дала ідею проведення IT-аудиту або особа, через кого вона була отримана: власник, менеджер, інвестор, IT-департамент, вищий менеджмент (IT-керівництво).

Власник – особа, яка буде володіти правами на продукт даного проекту (звіт IT-аудиту та рекомендації).

Інвестор – особа, яка буде фінансувати проект: власник, банки, міжнародні фінансові установи, держава та її вповноважені органи.

Замовник – особа, яка дала замовлення на створення продукту проекту IT-аудиту: власник компанії, інвестор, фізичні або юридичні особи, державні та місцеві органи влади.

Менеджер проекту – фізична або юридична особа, яка відповідає за планування та реалізацію проекту IT-аудиту.

Команда проекту – особа (або група осіб), яка виконує проект IT-аудиту: аудитор.

Конкуренти основних учасників проекту IT-аудиту – особи, які можуть впливати (позитивно/негативно) на реалізацію проекту IT-аудиту або діяльність команди цього проекту: аудиторські компанії, IT-компанії.

Інші зацікавлені сторони – інші особи, які можуть як позитивно, так і негативно впливати на проект IT-аудиту.

Проаналізуємо вплив основних груп стейкхолдерів на зменшення часу та вартості проектів IT-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави [25] (рис. 2).

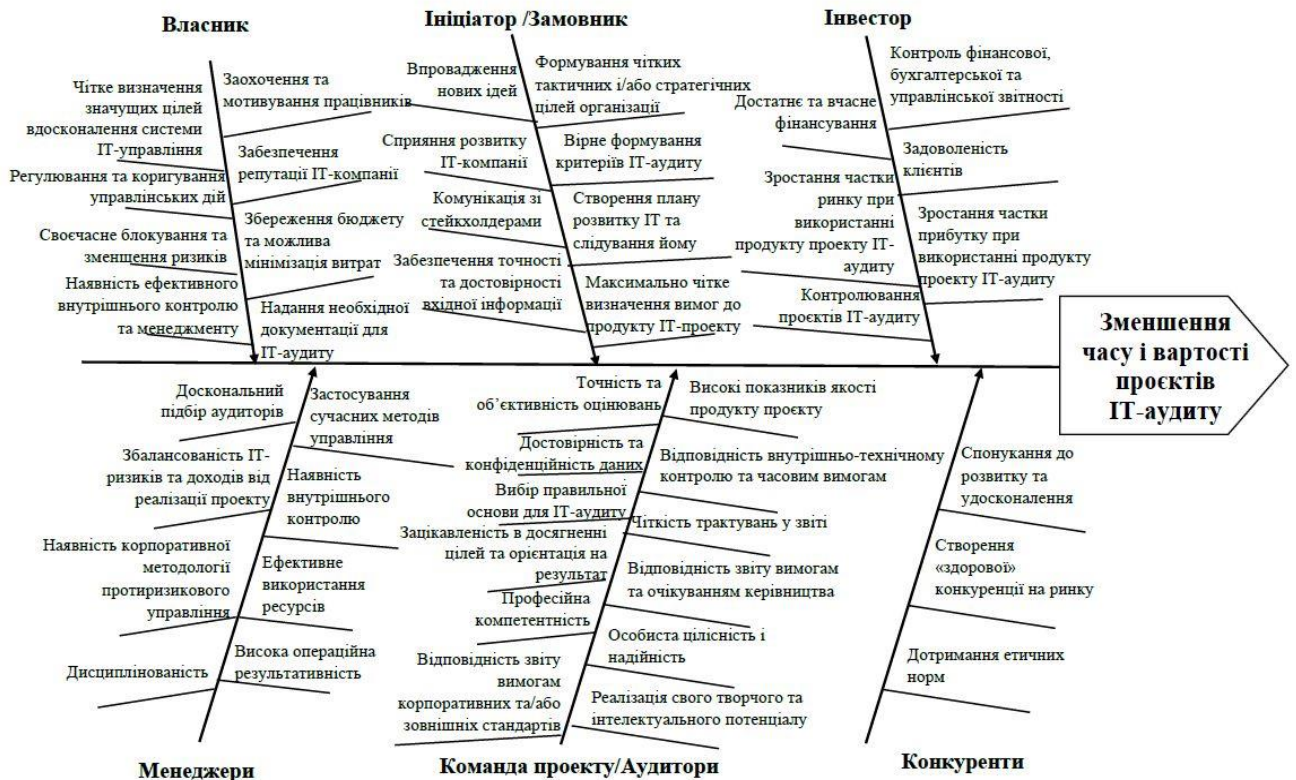


Рис. 2. Діаграма Ісікави «Вплив груп стейкхолдерів на зменшення часу та вартості проектів IT-аудиту»

Кожен зі стейкхолдерів проекту має можливість вплинути на проект найкращим чином, або заважати його реалізації [20]. Маючи позитивні орієнтири та цілі, які навпаки можуть бути неправильними або непотрібними на цей момент діями і викликати загрози. Але, буває і навпаки, коли високо ризиковані

проекти призводять до підвищення можливостей та шансу високої ефективності й успіху проекту. Протилежності можливості-загрози взаємодоповнюють один одного: можливості породжують загрози, а загрози дають можливості, і, тільки в збалансованому гармонійному

співвідношенні можна досягти правильного та ефективного результату управління [20].

На основі джерел [2, 8, 21, 35] визначимо можливості та загрози стейкхолдерів проектів ІТ-аудиту та занесемо їх до таблиці 1.

Таблиця 1 – Ризики (загрози та можливості) стейкхолдерів проектів ІТ-аудиту

Назва стейкхолдера	Загрози стейкхолдера	Можливості стейкхолдера
1	2	3
Власник	Маятникова система підготовки та прийняття рішень	Чітке визначення значущих цілей вдосконалення системи ІТ-управління
	Відсутність корегуючих дій	Регулювання та коригування управлінських дій
	Демотиваційний стиль керівництва	Своєчасне блокування та зменшення ризиків
	Дублювання організаційного порядку	Наявність ефективного внутрішнього контролю та менеджменту
	Виникнення клік (використання ресурсів організації в особистих цілях)	Заохочення та мотивування працівників
	Схильність до крайнощів	Забезпечення репутації ІТ-компанії
	Недостатнє стимулювання та заохочення працівників	Збереження бюджету та можлива мінімізація витрат
	Нездатність приймати правильні рішення з урахування змін зовнішніх факторів	Надання необхідної документації для ІТ-аудиту
Ініціатор/Замовник	Бюрократизм	Впровадження нових ідей
	Невідповідність продукту стандартам	Сприяння розвитку ІТ-компанії
	Загроза зростання вартості продукту	Комунікація зі стейкхолдерами
	Неточності основних параметрів проекту	Забезпечення точності та достовірності вхідної інформації
	Розсіювання цілей	Формування чітких тактичних і/або стратегічних цілей організації
	Неточна передача інформації	Вірне формування критеріїв ІТ-аудиту
	Гнучкість, яка може привести до додаткових поправок та змін у проєктах	Створення плану розвитку ІТ та слідування йому
	Відсутність необхідної інформації для ІТ-аудиту	Максимально чітке визначення вимог до продукту ІТ-проєкту
Інвестор	Змога маніпулювати власником	Достатнє та вчасне фінансування
	Обмеження бюджету або імпульсне інвестування	Зростання частки ринку при використанні продукту проєкту ІТ-аудиту
	Неприйняття втрат	Контролювання проєктів ІТ-аудиту
	Несвоєчасність надходження фінансових ресурсів до проєкту	Контроль фінансової, бухгалтерської та управлінської звітності
	Загроза зміни вартості капіталу коштів	Задоволеність клієнтів
	Загроза недоотримання прибутку та нестача	Зростання частки прибутку при використанні продукту проєкту ІТ-аудиту
Менеджер	Безініціативність, пасивність	Доскональний підбір аудиторів
	Інверсія (результат управлінського впливу виявляється протилежний до мети)	Збалансованість ІТ-ризиків та доходів від реалізації проєкту
	Переважаючі особисті відносини над службовими	Наявність корпоративної методології протиризикового управління
	Неточна передача інформації	Дисциплінованість
	Розробка та впровадження похибкових управлінських бізнес-рішень, невірний підбір аудиторів	Застосування сучасних методів управління
	Невиконання всіх поставлених задач в строки	Наявність внутрішнього контролю
	Можливість затримки та коригування основних параметрів при реалізації проєкту	Ефективне використання ресурсів
	Незбалансованість ІТ-ризиків та доходів від реалізації проєкту	Висока операційна результативність
	Низька операційна результативність	Підвищення компетентності
	Нездатність проєкту забезпечити виконання тактичних і/або стратегічних цілей організації	Створення позитивного психологічного оточення проєкту
	Відсутність корпоративної методології протиризикового управління	Реалізація творчого та інтелектуального потенціалу команди проєкту
	Неправильна організація проєкту	Самостійна пропозиція нових ідей для проєкту

Продовження таблиці 1

Команда проєкту/ Аудитори	Стагнація (нездатність до змін, невміння їх здійснювати)	Відповідність звіту вимогам корпоративних та/або зовнішніх стандартів
	Особливості сприйняття	Достовірність та конфіденційність даних звіту
	Людський фактор	Точність та об'єктивність оцінювань
	Відсутність контролю	Ефективна взаємодія членів команди
	Розрив між рішенням та виконанням	Професійна компетентність
	Некерованість	Вибір правильної основи для ІТ-аудиту
	Неоднозначність трактувань у звіті	Високі показники якості продукту проєкту
	Неповне дослідження об'єкту аудиту та/або вибір невірної основи для ІТ-аудиту	Відповідність внутрішньо-технічному контролю та часовим вимогам
	Несвоєчасність виконання	Чіткість трактувань у звіті
	Професійна некомпетентність, спекуляції та шахрайство	Відповідність звіту вимогам та очікуванням керівництва
	Неточність оцінювань	Особиста цілісність і надійність
	Неефективне використання ресурсів	Зацікавленість в досягненні цілей та орієнтація на результат
Конкуренти	Порушення правил роботи на ринках та перешкоджання доступу до фінансових та трудових ринків	Спонування до розвитку та удосконалення
	Несанкціоноване втручання у процес планування та реалізації проєкту	Створення «здорової» конкуренції на ринку
	Поява більш потужних конкурентів на ринку	Дотримання етичних норм

Виявивши ризики стекхолдерів проєктів ІТ-аудиту через призму їхніх можливостей та загроз потрібно в наступному детально дослідити впливи ризиків на проєкти ІТ-аудиту й спроможності балансування ризиків стейкхолдерів в межах їхніх можливостей та загроз.

Висновки. На сьогодні існують нагальні потреби у підвищенні ефективності й економічності використання інформаційних технологій, збільшенні переваг і усуненні недоліків від їх застосування, а також обґрунтуванні витрат на інформаційні технології. Тому, одним з перспективних напрямків забезпечення ефективного функціонування ІТ-сфери є уміле управління проєктами ІТ-аудиту, яке засноване на протиризиковому підході.

В рамках дослідження: 1) виконано аналіз робіт вітчизняних та зарубіжних вчених і дослідників сфери управління проєктами ІТ-аудиту й ризиками таких проєктів, виявлені проблеми такого управління; 2) визначено фактори, що впливають на збільшення часу та вартості проєктів ІТ-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави; 3) визначено, що суттєва частина відхилень та невизначеностей, які приводять до збільшення часу та вартості пов'язані безпосередньо з стекхолдерами проєктів ІТ-аудиту; 4) ідентифіковано стейкхолдерів проєктів ІТ-аудиту; 5) проаналізовано вплив основних груп стейкхолдерів на зменшення часу та вартості проєктів ІТ-аудиту з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави; 6) визначено можливості та загрози для цих стейкхолдерів; 7) подальші дослідження необхідно направити на дослідження впливів ризиків на проєкти ІТ-аудиту й балансування ризиків стейкхолдерів в межах їхніх

можливостей та загроз.

Список літератури

1. *IT в Україні: куди ми рухаємося* : веб-сайт. URL: <https://dou.ua/lenta/columns/future-of-it-ukraine/> (дата звернення 12.12.2020).
2. Альба В. О. Особливості проєктів ІТ-аудиту. *Управління проєктами: стан та перспективи* : зб. матеріалів XVI Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв : НУК ім. адмірала Макарова, 2020. С. 3–4.
3. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Sixth Edition. USA. PMI, 2017. 756 p.
4. Данченко О. Б. *Методологія інтегрованого управління відділеннями в проєктах* : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.22. Київ. КНУБА, 2015. 347 с.
5. *Глосарій термінів PRINCE2* : веб-сайт. URL: http://megapolis-profi.ru/d/150939/d/ru_-_prince2_glossary_of_terms_v1.3_-_russian-english_1.pdf. (дата звернення 12.12.2020).
6. Семко І. Б. Огляд ризиків проєктів електроенергетики. *Управління розвитком складних систем*: зб. наук. пр. Київ : КНУБА. 2015. № 22 (1). С. 69–74.
7. Гогунський В. Д., Чергинега Ю. С. Управління ризиками в проєктах з охорони праці як метод усунення шкідливих і небезпечних умов праці. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 1/10 (61). С. 83–85.
8. Савіна О. Ю., Харута В. С. Управління ризиками портфелів проєктів наукоємких підприємств. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник*. Київ : НТУ. 2018. Вип. 1(40). С. 285–298.
9. Иванова Н. В., Клочков В. В. Экономические проблемы управления высокорисковыми инновационными проектами в наукоёмкой промышленности. *Проблемы управления*. 2010. №2. С. 25–33.
10. Хрусталева Е. Ю. Финансово-экономическая значимость и рискосность наукоёмких инновационных проектов. *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2013. №8 (146). С.2–11.
11. Гужев В. В. Особенности оценки и управления рисками в инновационных проектах. *Экономика, Статистика, Информатика*. 2014. №5. С. 17–21.
12. Кадырбаев И. А. *Теоретические вопросы исследования инвестиционного риска, основные признаки и классификация МИР* (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 3. С. 181–188. doi:10.18184/2079-4665.2016.7.3.181.188

13. Чернов С. К., Савіна О. Ю. Метод формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів наукомісткого підприємства. *Управління розвитком складних систем: зб. наук. пр.* Київ : КНУБА. 2018. № 34. С. 78–84.
14. Чернов С. К., Савіна О. Ю. Метод ціннісно-орієнтованого протиризикового функціонально-вартісного аналізу портфелів наукомістких проєктів підприємств. *Вісн. ЧДТУ. Сер.: Технічні науки.* Черкаси. 2018. № 3. С. 105–113.
15. Савіна О. Ю. Концептуальні засади моделювання ціннісно-орієнтованого протиризикового управління портфелями наукомістких проєктів підприємств. *Управління проєктами та розвиток виробництва: зб. наук. пр.* Луганськ : вид-во СЧУ ім. В.Далія (Сєверодонецьк). 2019. №1(69). С. 11–23.
16. Борисова Н. І. Сучасні методи і засоби управління ризиками в застосуванні до управління проєктами альтернативної енергетики. *Вісник ЧДТУ : зб. наук. пр. Черкаси : ЧДТУ*, 2014. № 2. С. 19–25.
17. Киселева І.А., Симонович Н.Е., Егорова Г.Н., Шаповалов Ю.А. Методы оценки и управления предпринимательскими рисками. *Вестник ВГУИТ.* 2017. Т. 79. № 2. С. 314–319. doi:10.20914/23101202-2017-2-314-319
18. Бойко Т. В. Бендго В. Т., Комариста Б. М. Оцінка ризику промислового підприємства на стадії проєктування в рамках стратегії сталого розвитку. *СхідноЄвропейський журнал передових технологій.* 2012. № 2/14(56). С. 13–17.
19. Останин В. А., Рожков Ю. В. «Шанс-менеджмент» и «риск-менеджмент» как диалектические противоположности теории управления. *Вестник ХГАЭП : сб. науч. раб.* Хабаровск : ХГАЭП. 2014. № 6 (74). С. 4–12.
20. Бакуліч О. О., Севаст'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. 19–25.
21. Бакуліч О. О., Севаст'янова А. В. Ідентифікація та аналіз ризиків (можливостей та загроз) стейкхолдерів проєктів вітроенергетики. *Управління проєктами та розвиток виробництва: зб. наук. пр.* Луганськ : вид-во СЧУ ім. В.Далія. 2019. №2 (70). С. 23–41.
22. Ермасова Н. Б. *Риск-менеджмент организации : навч. посіб.* Москва : Издательство «Альфа-Пресс», 2005. 240 с.
23. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Биков В.Ю., Шпильовий В.Д. *Керівництво з питань визначення компетентності і сертифікації українських професіональних керівників і фахівців з управління проєктами NCB (ua).* Київ : КНУБА, 2000. 84 с.
24. Альба В.О., Данченко О.Б., Савіна О.Ю. Особливості управління проєктами ІТ-аудиту. *Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. «Project, Program, Portfolio p3 management».* Одеса : ОНПУ, 2020. С. 10–13.
25. *Метод "Диаграмма Исикавы" Центр Креативных Технологий : веб-сайт.* URL: <https://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0019/> (дата звернення 12.12.2020).
26. *Методы управления и сотрудничества со стейкхолдерами. : веб-сайт.* URL: <http://www.belerp.com/modules.php?name=Pages&pa=showpage&pid=158> (дата звернення 12.12.2020).
27. Newbould G., Luffman G. *Successful Business Politics.* London, 1989.
28. Доценко Н.В., Гончар І.А., Скрынник А.И., Жебель Ю.Ю. Инструменты управления заинтересованными сторонами в рамках повышения жизнеспособности проекта. *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи.* Харьков : НАУ «ХАІ». 2015. № 2 (72). С.150–154.
29. *Как работать со стейкхолдерами? Stakeholder Analysis. : веб-сайт.* URL: <http://powerbranding.ru/biznes-analiz/stakeholders/> (дата звернення 12.12.2020).
30. *Stakeholder Analysis. : веб-сайт.* URL: http://www.12manage.com/methods_stakeholder_analysis.html (дата звернення 12.12.2020).
31. Лыков В. А. *Управление стейкхолдерами проекта : веб-сайт.* URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/792509.html> (дата звернення 12.12.2020).
32. Гайдаєнко О. В., Кошкин К. В. Стейкхолдери медичних проєктів. *Управління проєктами та розвиток виробництва : зб. наук. пр.* Луганськ : Вид-во СЧУ ім. В. Далія. 2016. № 2 (58). С. 12–18.
33. *ISO 21500:2012. Guidance on project management. Project Committee ISO/PC 236.* 2012. 36 p.
34. Friedman A., Miles S. *Stakeholders: Theory and Practice.* Oxford : Oxford University Press, 2006.
35. Данченко О. Б. Класифікація відхилень в проєктах: ризики, проблеми, зміни. *Вісник ЛДУ БЖД.* 2014. №9. С. 72–79.

References (transliterated)

1. *IT in Ukraine: where are we moving? website.* Available at: <https://dou.ua/lenta/columns/future-of-it-ukraine/> (access date 12.12.2020).
2. Alba V. O. Osoblyvosti proektiv IT-audytu [Features of IT audit projects]. *Upravlinnia proiektamy: stan ta perspektyvy : zb. materialiv KhVI Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Project management: status and prospects: coll. materials of the XVI International scientific-practical conf]. Mykolayiv: Admiral Makarov NUOS, 2020. P. 3–4.
3. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide).* Sixth Edition. USA. PMI, 2017. 756 p.
4. Danchenko O. B. *Metodolohiia intehrovanoho upravlinnia vidkhyleniamy v proiektakh : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.13.22* [Methodology for integrated deviation management in projects : Candidate Diss. Dr. Tech. Science : 05.13.22]. Kyiv. KNUBA.2015. 347 p.
5. *Glossary of Terms. website.* Available at: http://megapolis-profi.ru/d/150939/d/ru_-_prince2_glossary_of_terms_v1.3_-_russian-english_1.pdf. (access date 12.12.2020).
6. Semko I. B. Ohliad ryzkyv proiektiv elektroenerhetyky [Outline of the risks in power engineering projects]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system: zb. nauk. pr.* [Management of Development of Complex System]. 2015. 22 (1). P. 69–74.
7. Hohunskyi V. D., Cherbneha Yu. S. Upravlinnia ryzkamy v proiektakh z okhorony pratsi yak metod usunennia shkidlyvykh i nebezpechnykh umov pratsi [Risk management in occupational safety and health projects as a method for eliminating harmful and hazardous working conditions]. *Shidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies]. 2013. 1/10(61). P.83–85.
8. Savina O. Yu., Kharuta V. S. Upravlinnia ryzkamy portfeliv proektiv naukomistykh pidpriemstv [Portfolio risk management for the projects of science-based enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Serii «Tekhnichni nauky».* *Naukovo-tekhnichniyi zbirnyk* [The National Transport University Bulletin. Series “Technical Sciences”]. 2018. 1(40). P. 285–298.
9. Ivanova N. V., Klochkov V. V. Ekonomicheskiye problemy upravleniya vysokoriskovymi innovatsionnymi proektami v naukoemkoy promyshlennosti [Economic problems of managing high-risk innovative projects in the science-based industry]. *Problemy upravleniya* [Control Sciences]. 2010. 2. P. 25–33.
10. Khrustalev Ye. Yu. Finansovo-ekonomicheskaya znachimost i riskovost naukoemkikh innovatsionnykh proektov [Financial and economic significance and riskiness of science-based innovative projects]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: Science and Experience]. 2013. 8(146). P. 2–11.
11. Guzhev V. V. Osobennosti otsenki i upravleniya riskami v innovatsionnykh proektakh [Special features of risk assessment and management in innovative projects]. *Ekonomika. Statistika. Informatika.* [Economics, Statistics, Informatics]. 2014. 5. P. 17–21.
12. Kadyrbaev I. A. *Teoreticheskiye voprosy issledovaniya investitsionnogo riska. osnovnyye priznaki i klassifikatsiya MIR* [Theoretical questions of investment risk research, its main features and classification. M.I.R.] (Modernization. Innovation. Research). 2016. 7/3. P. 181–188. doi: 10.18184/2079-4665.2016.7.3.181.188
13. Chernov S. K., Savina O. Yu. Metod formuvannya tsinnisno-orientovanoho portfelia proektiv naukomistkoho pidpriemstva [Method of formation of value-oriented portfolio management of high-tech enterprises projects]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system: zb. nauk. pr.* [Management of Development of Complex Systems]. 2018, 34, P. 78–84.
14. Chernov S. K., Savina O. Yu. Metod tsinnisno-orientovanoho protyryzkovoho funktsionalno-vartisnoho analizu portfeliv naukomistykh proektiv pidpriemstv [Method of value-oriented anti-risk function-cost analysis of the portfolios of science-based projects of enterprises]. *Visn. ChDTU. Ser.: Tekhnichni nauky* [Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnologichnogo universitetu. Seria: Tehnichni nauky [Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Technical Sciences]. 2018, no. 3, P. 105–113.

15. Savina O. Yu. Kontseptualni zasady modeliuвання tsinnisno-oriєntovanoho protyryzykovoho upravlinnia portfeliamy naukomistkykh proektiv pidpriemstv [Conceptual principles of modeling value-oriented anti-risk management of portfolios of science-based projects of enterprises]. *Upravlinnia proektiv ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk. pr.* [Project management and development of production]. 2019.1(69), P. 11–23.
16. Borisova N. I. Suchasni metody i zasoby upravlinnia ryzykamy v zastosuvanni do upravlinnia proektiv alternatyvnoi enerhetyky [Modern methods and means of risk management in the application to the management of alternative energy projects]. *Visnyk ChDTU : zb. nauk. pr. Cherkasy* [Bulletin of the National Technical University: Coll. Sciences. Prospect. Cherkasy : ChSTU]. 2014. 2. P. 19–25.
17. Kiseleva I. A., Simonovich N. E., Egorova G. N., Shapovalov, Yu. A. Metody otsenki i upravleniya predprinimatelskimi riskami [Methods of assessment and management of enterprise risks]. *Vestnik VGUI* [Vestnik VGUI]. Proceedings of VSUET. 2017. 79/ 2, P. 314–319. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-314-319
18. Boiko T. V., Bendiuh V. T., Komarysta, B. M. Otsinka ryzyku promyslovoho pidpriemstva na stadii proektivuvannia v ramkakh stratehii staloho rozvytku [Risk assessment for an industrial enterprise at the design stage within the sustainable development strategy]. *SkhidnoEvropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnologii* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies]. 2012. 2/14(56), P. 13–17. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/3948>.
19. Ostanin V. A., Rozhkov Yu. V. «Shans-menedzhment» i «risk-menedzhment» kak dialekticheskiye protivopolozhnosti teorii upravleniya [“Chance management” and “risk management” as dialectical opposites of management theory]. *Vesnik KhGAEP : sb. nauch. rab* [Bulletin of KhSAEL: Collection of Scientific Publications]. 2014. 6 (74). P. 4–12.
20. Bakulich O. O., Sevostianova A.V. Kontseptualna model balansu ryzykiv (mozhylostey ta zahroz) steikkholderiv proektiv vitroenerhetyky [A conceptual model of balance of risks (opportunities and threats) of stakeholders in wind power projects]. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK» : zb. nauk. pr* [Academic notes of KROK University: Collection. Sciences]. Kiev : Univ. "KROK". 2019. 3 (55). P. 19–25.
21. Bakulich O. O., Sevostianova A.V. Identyfikatsiia ta analiz ryzykiv (mozhylostey ta zahroz) steikkholderiv proektiv vitroenerhetyky. [Identification and analysis of risks (chance and dangers) of stakeholders in wind power projects]. *Upravlinnia proektiv ta rozvytok vyrobnystva: zb. nauk.pr.* [Project management and production development: Collection of Scientific Publications]. 2019. 2(70). P. 23 – 41.
22. Ermasova N. B. *Rysk-menedzhment orhanyzatsyyi : navch. posib.* [Risk management of the organization: textbook]. Moscow : Alfa-Press Publishing House, 2005. 240 p.
23. Bushuyev S. D., Bushuyeva N. S., Bykov V. Y., Shpylov V.D. *Kerivnytstvo z pytan vyznachennia kompetentnosti i sertyfikatsii ukrainskykh profesionalnykh kerivnykiv i fakhivtsiv z upravlinnia proektiv NCB (ua)*. [Guidelines for determining the competence and certification of Ukrainian professional managers and project management specialists NCB (ua)]. Kyiv : KNUBA, 2000. 84 p.
24. Alba V. O., Danchenko O. B., Savina O. Yu. Osoblyvosti upravlinnia proektiv IT-audytu. [Features of IT audit project management]. *Materialy V mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Project, Program, Portfolio p3 management»*. [Materials V International. scientific-practical conf. «Project, Program, Portfolio p3 management»]. Odessa : ONPU. 2020. P. 10–13.
25. Metod “Diagramma Isikavyi” Creative Technology Center: website. URL: <https://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0019/> (access date 12.12.2020).
26. *Metody upravleniya i sotrudnichestva co steikkholderami. : veb-sayt.* [Methods of management and cooperation with stakeholders. website]. URL: <http://www.belerp.com/modules.php?name=Pages&pa=showpage&pid=158> (access date 12.12.2020).
27. Newbould G., Luffman G. *Successful Business Politics*. London, 1989.
28. Dotsenko N. V., Gonchar I. A., Skrynnik A. I., Gutter Y. Y. Instrumenty upravleniya zainteresovannymi storonami v ramkakh povysheniya zhiznesposobnosti proekta [Stakeholder management tools for enhancing project viability]. *Radioelektronni i kompiuterni systemy* [Radio Electronic and Computer Systems]. Kharkov : NAI "KhAI". 2015. 2 (72), P. 150–154.
29. How to work with stakeholders? Stakeholder Analysis. website. URL: <http://powerbranding.ru/biznes-analiz/stakeholders/> (access date 12.12.2020).
30. *Kak rabotat so steikkholderami? Stakeholder Analysis. : veb-sayt.* [Stakeholder Analysis. website.] URL: http://www.12manage.com/methods_stakeholder_analysis.html (access date 12.12.2020).
31. Lykov V.A. *Upravleniye steikkholderami proekta : veb-sayt.* [Management of project stakeholders website.] URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/792509.html>. (access date 12.12.2020).
32. Gaydaenko O. V., Koshkin K. V. Steikkholdery medychnykh proektiv [Stakeholders of medical projects]. *Upravlinnia proektiv ta rozvytok vyrobnystva : zb. nauk. pr.* [Project management and production development: Coll. Sciences]. Ave. Lugansk : View of SNU them. V. Dahl. 2016. 2 (58). P. 12–18.
33. *ISO 21500:2012. Guidance on project management. Project Committee ISO/PC 236.* 2012. 36 p.
34. Friedman A., Miles S. *Stakeholders: Theory and Practice*. Oxford : Oxford University Press, 2006.
35. Danchenko O. B. Klyasyfikatsiia vidkhylen v proiektakh: ryzyky, problemy, zminy [Classification of deviations in projects: risks, problems, changes]. *Visnyk LDU BZhD* [Bulletin of the Lviv State University of Life Safety]. 2014. 9, P. 72–79.

Надійшла (received) 09.01.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Данченко Олена Борисівна (Danchenko Elena Borisovna, Danchenko Elena Borisovna) – доктор технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, професор кафедри комп’ютерних наук та системного аналізу; e-mail: elen_danchenko@rambler.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5657-9144>.

Альба Віктор Олексійович (Альба Виктор Алексеевич, Alba Victor Alekseevich) – Університет економіки та права "КРОК", м. Київ, аспірант PhD кафедри управління проектами та процесами; e-mail: wannaup@gmail.com; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0633-1188>.

Березенський Руслан Володимирович (Березенский Руслан Владимирович, Berezensky Ruslan Volodymyrovych) – кандидат технічних наук, Військова академія, м. Одеса, доцент кафедри ремонту та експлуатації автомобільної та спеціальної техніки; e-mail: Ruslan3438@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1778-816X>.

Савіна Оксана Юрійвна (Савина Оксана Юрьевна, Savina Oksana Yuriivna) – кандидат технічних наук, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, старший викладач кафедри техногенної та цивільної безпеки; e-mail: oksanasavina14@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5717-4923>.

К. Я. КРУЛЬ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИРИЗИКОВОГО УПРАВЛІННЯ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ ПРОЄКТІВ

Проекти агропромислового комплексу реалізуються в умовах високої невизначеності та ризиковості. Сільськогосподарська продукція забезпечує різноманітність та якість продуктів харчування населення країни. Для зменшення втрат об'ємів виробництва та якості продукції рослинництва та тваринництва, і, як наслідок, підвищення економічної ефективності виробництва, є необхідність проведення заходів для запобігання та зниження ризиків проєктів агропромислового комплексу. Зважаючи на те, що ризики пов'язані із зацікавленими сторонами можуть мати руйнівні наслідки для проєкту, протиризикове управління зацікавленими сторонами проєктів набуває критичного значення. У зв'язку з набуттям широкого розповсюдження формувань міжнародних команд по реалізації проєктів, автор пропонує враховувати при управлінні зацікавленими сторонами проєкту їх ментальність, яка може бути причиною непорозумінь та конфліктів. Також, автором наголошується на важливості виявлення та управління очікуваннями зацікавленими сторонами проєкту. У статті наведено засади управління зацікавленими сторонами проєкту та проаналізовано процеси управління зацікавленими сторонами проєкту у міжнародних стандартах управління проєктами, зокрема у P2M, ICB IPMA, PMBoK PMI та ISO 21500. Також автором наведено засади управління ризиками проєктів відповідно до міжнародних стандартів управління проєктами, зокрема P2M, ICB IPMA, PMBoK PMI та ISO 21500. Виявлено, що ідентифікація та аналіз зацікавлених сторін є підґрунтям для розуміння того, які ризики пов'язані з кожним стейкхолдером можуть виникнути в ході проєкту. Автором наголошено на тому, що без проведення детального аналізу зацікавлених сторін добре проаналізувати ризики пов'язані з ними неможливо. А розробка плану реагування на ризики, які пов'язані із стейкхолдерами, значною мірою залежить від характеристики кожного конкретного стейкхолдера та розуміння, які саме важелі впливу на ту чи іншу зацікавлену сторону можуть бути ефективними в тому чи іншому випадку. Для більш ефективного проведення протиризикового управління зацікавленими сторонами проєктів агропромислового комплексу, яке б враховувало специфічність ризиків таких проєктів, автор рекомендує розробити та використовувати інструменти, які б враховували особливості зацікавлених сторін, які задіяні саме в агропромислових проєктах.

Ключові слова: ризик, зацікавлені сторони, проєкт, протиризикове управління стейкхолдерами, проєкти агропромислового комплексу.

К. Я. КРУЛЬ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТИ-РИСКОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫМИ СТОРОНАМИ ПРОЕКТОВ

Проекты агропромышленного комплекса реализуются в условиях высокой неопределенности и риска. Сельскохозяйственная продукция обеспечивает разнообразие и качество продуктов питания населения страны. Для уменьшения потерь объемов производства и качества продукции растениеводства и животноводства, и, как следствие, повышения экономической эффективности производства, есть необходимость проведения мероприятий по предотвращению и снижению рисков проектов агропромышленного комплекса. Принимая во внимание то, что риски, связанные с заинтересованными сторонами, могут иметь разрушительные последствия для проекта, анти-рисковое управление заинтересованными сторонами проектов приобретает критическое значение. В связи с широким распространением формирования международных команд по реализации проектов, автор предлагает учитывать при управлении заинтересованными сторонами проекта их ментальность, которая может быть причиной недоразумений и конфликтов. Также, автором отмечается важность выявления и управления ожиданиями заинтересованными сторонами проекта. В статье приведены основы управления заинтересованными сторонами проекта и проанализированы процессы управления заинтересованными сторонами проекта в международных стандартах управления проектами, в частности в P2M, ICB IPMA, PMBoK PMI и ISO 21500. Также автором приведены основы управления рисками проектов в соответствии с международными стандартами управления проектами, в частности P2M, ICB IPMA, PMBoK PMI и ISO 21500. Обнаружено, что идентификация и анализ заинтересованных сторон является основой для понимания того, какие риски, связанные с каждым стейкхолдером могут возникнуть в ходе проекта. Автором отмечено, что без проведения детального анализа заинтересованных сторон хорошо проанализировать риски, связанные с ними невозможно. А разработка плана реагирования на риски, которые связаны со стейкхолдерами, во многом зависит от характеристики каждого конкретного стейкхолдера и понимания, какие именно рычаги влияния на ту или иную заинтересованную сторону могут быть эффективными в том или ином случае. Для более эффективного проведения анти-рискового управления заинтересованными сторонами проектов агропромышленного комплекса, которое бы учитывало специфичность рисков таких проектов, автор рекомендует разработать и использовать инструменты, которые бы учитывали особенности заинтересованных сторон, задействованных именно в агропромышленных проектах.

Ключевые слова: риск, заинтересованные стороны, проект, анти-рисковое управление стейкхолдерами, проекты агропромышленного комплекса.

К. KRÓL

THE ORETICAL AND METHODOLOGICAL FUNDAMENTALS OF RESEARCH OF ANTI-RISK STAKEHOLDERS OF PROJECT MANAGEMENT

Projects of the agro-industrial complex are implemented in conditions of high uncertainty and risk. Agricultural products provide variety and quality of food to the population. To reduce production losses and the quality of crop and livestock products, and as a consequence of reducing the economic efficiency of production, it is necessary to take measures to prevent and reduce the risks of agro-industrial projects. Given that the risks associated with stakeholders can have devastating consequences for the project, anti-risk stakeholders of projects management is critical. In connection with the widespread use of international teams for project implementation, the author proposes to take into account when managing stakeholders of projects their mentality, which can be a cause of misunderstandings and conflicts. The author also emphasizes the importance of identifying and managing the expectations of project stakeholders. The article presents the principles of stakeholders of projects management and analyzes the stakeholders of projects management processes in international project management standards, in particular P2M, ICB IPMA, PMBoK PMI and ISO 21500. The author also provides principles of project risk management in accordance with international project management standards, in particular P2M, ICB

© К. Я. Круль, 2021

IPMA, PMBoK PMI and ISO 21500. It was found that the identification and analysis of stakeholders is the basis for understanding what risks associated with each stakeholder may arise during the project. The author emphasizes that it is impossible to analyze the risks associated with them without conducting a detailed analysis of stakeholders. And developing a stakeholder risk response plan depends largely on the characteristics of each particular stakeholder and understanding which leverage can be effective in a given stakeholder. For more effective anti-risk stakeholders of agro-industrial projects management, which would take into account the specific risks of such projects, the author recommends to develop and use tools that would take into account the characteristics of stakeholders involved in agro-industrial projects.

Keywords: risk, stakeholders, project, anti-risk management of stakeholders, projects of the agro-industrial complex.

Вступ. Проекти агропромислового комплексу мають економічне та соціальне значення. Застосування проектного підходу в аграрному секторі України допоможе підвищити об'єми виробництва, зменшити собівартість та підвищити якість продукції тваринництва та рослинництва. По всьому світі виробництво сільськогосподарської продукції незмінно супроводжується ризиком та невизначеністю. При управлінні сільськогосподарськими проектами для зменшення втрат від ризикових подій при реалізації даних проектів необхідно приділити особливу увагу управлінню ризиками. До ризиків, які можуть мати значний вплив на перебіг проекту можна віднести ризики пов'язані із зацікавленими сторонами проекту. Також слід зауважити, що зважаючи на те, що успішність будь-якого проекту, і аграрні проекти не є виключенням, залежить від задоволеності зацікавлених сторін результатами даного проекту, управління зацікавленими сторонами проектів агропромислового комплексу набуває критичного значення.

Виклад основного матеріалу. У будь-якій сфері діяльності людини, застосування проектного підходу [1] сприяє підвищенню ефективності управління. Питання запровадження проектного підходу в агропромислового комплексі України (АПК) розглядаються в працях вітчизняних науковців, зокрема Боярчуком В.М. [2], Тригубою А. М. [3], Сидорчук О. В., Ратушним Р. Т., Сидорчук О. О., Демедюком М. А. [4], Ратушним Р. Т., Сидорчук О. О., Босак В. В. [5], Тимочко В. О., Падюкою Р. І. [6], Флисом І. М. [7], Ковальчик Ю. І., Ковалишиним С. Й., Тимочко В. О. [8] та іншими.

Проекти агропромислового комплексу – це тимчасова діяльність, що спрямована на створення унікального продукту агропромислового комплексу, зокрема у тваринництві, рибництві, рослинництві, харчовій та переробній промисловості, сільськогосподарському машинобудуванні, які реалізуються суб'єктами господарювання [9].

Застосування проектного підходу в аграрних проектах допомагає своєчасно коригувати цілі проекту та способи їх досягнення, що є особливо важливим для ведення аграрного бізнесу, зважаючи на його ступінь невизначеності та ризику [10].

Однією з важливих складових управління проектами є управління ризиками проектів. Питання управління ризиками аграрних виробників знайшли відображення у наукових працях таких іноземних та вітчизняних вчених, як: Nguyen N., Wegener M., Russell I., Cameron D., Coventry D., Cooper I. [11], Kahan D. [12], Hurduzeu G., Huidumac C., Hurduzeu R. [13], Dubiel V. [14], Szymeczka A. [15],

Кобилянська О. М. [16], Денчик О. Р. [17], Колпакова Н. С. [18], Николок О. М. [19], Матвієнко Г. А. [20], Литвинчук І. Л. [21] та інших. Але в проаналізованих працях не було приділено достатньої уваги ризикам аграрних проектів, пов'язаних із зацікавленими сторонами даних проектів, хоча наслідки таких ризиків можуть бути руйнівними для проекту.

Процеси управління зацікавленими сторонами проекту знайшли відображення у міжнародних стандартах управління проектами, зокрема у P2M [22], ISB IPMA [23], ISO 21500 [24], PMBoK PMI [1].

Управління зацікавленими сторонами проекту відповідно до P2M [22] включає в себе наступні процеси:

1. Побудова взаємовідносин. Необхідно сформулювати перелік зацікавлених сторін проекту та визначити порядок робіт з кожною із зацікавлених сторін, залученою у проект.

2. Підтримання взаємовідносин. Регулярна, постійна діяльність по підтримці задоволеності зацікавлених сторін та врегулювання можливих конфліктів.

3. Реорганізація взаємовідносин. Адаптація вже побудованих відносин у разі виникнення будь-яких змін, у тому числі і змін у бізнес оточенні.

Слід зауважити, що у японському стандарті управління проектами P2M [22] зацікавлені сторони проекту розглядаються, як обов'язкова складова спільноти проекту або інтелектуального простору проекту. Згідно даного стандарту завдяки спільноті проекту формується цінність місії проекту. Зацікавлені сторони проекту можуть знаходитись у різному географічному, культурному, спеціалізованому і органічному середовищі, але не зважаючи на це утворюють єдиний віртуальний та мотиваційний простір, присвячуючи себе досягнню успіху проекту. За допомогою ефективних комунікацій в середині спільноти проекту стейкхолдери, в тому числі і команда проекту, будують взаємодію і співпрацю між собою. На перебіг та результати проекту суттєво впливає здатність або нездатність створити активний інтелектуальний простір в середині проекту.

Тобто, спільнота, яка у першому випуску керівництва P2M була названа «платформною» це і є інтелектуальний простір, в якому зацікавлені сторони програми обговорюють спільні задачі, цілі і сфери інтересів, скеровувати зусилля на створення цінності програми [25]. Розвиток спільноти є запорукою успіху проекту.

Зважаючи на те, що у наш час багато проектів здійснюється у міжнародному просторі, часто через культурні та ментальні відмінності зацікавлених сторін проекту [26] всередині проекту можуть

виникати нерозуміння. Такі непорозуміння з часом можуть спровокувати конфлікти та підвищити ризик провалу проекту. Саме тому, при ідентифікації зацікавлених проекту, особливу увагу слід приділити визначенню їхньої ментальності [27]. Ментальність кожного стейкхолдера унікальна, але в деяких просторах знань та навичках збігається із знаннями та навичками іншого стейкхолдера, що формує спільний ментальний простір [28]. В свою чергу, згідно праці Веренич О. В. [29], спільний ментальний простір стейкхолдерів проекту входить до складу до ментального простору проекту та має значний вплив на перебіг проекту.

Проте негатив, спричинений непорозуміннями через різницю в культурі та ментальності, можна мінімізувати, якщо інтелектуальний простір проекту буде працювати належним чином. Для досягнення такої мети, керівнику проекту ще до фази виконання проекту слід виділити час та провести необхідні заходи створення творчого мікроклімату, формування єдиного простору взаємодопомоги та побудови довірчих стосунків з командою проекту та іншими стейкхолдерами, які входять до спільноти проекту [25].

Для забезпечення успіху реалізації проекту, проектний менеджер повинен володіти переліком компетенцій, які мають формуватися спираючись на стандарти індивідуальних компетенцій ICB [23, 30] для проектного менеджера, які представлені у круговій діаграмі «Око». Модель у вигляді ока символізує ясність і бачення. Вважається, що компетентний і відповідальний фахівець з управління проектами спочатку обробляє всю отриману інформацію, а потім робить відповідні дії [31].

Модель системи знань «Око» представляє собою сукупністю всіх елементів управління проектами очима керівника проекту під час оцінки конкретної ситуації. У ній відображено 46 елементів компетенції: з яких 20 елементів технічні, 15 елементів поведінкові, 11 елементів контекстуальні [23, 32].

Всі 46 елементів знань, які застосовуються для опису компетентності менеджера проекту, вважаються основними.

Хоча управління зацікавленими сторонами проекту, відповідно до ICB [23], відноситься до елементів технічної компетенції в моделі системи знань «Око», проектному менеджеру для ефективного здійснення управління зацікавленими сторонами проекту необхідно володіти також елементами поведінкової та контекстуальної компетенцій.

У праці [33] визначено, що проектний підхід є творчим підходом, де основними компонентами компетентності проектного менеджера стають знання, уміння, цінності, практика та творчий підхід у різних сферах діяльності, як проектній, так і суміжних галузях, особливо це стосується здійснення та налагодження комунікативних зав'язків, а також організації взаємодії. Зважаючи на те, що комунікативна складова роботи проектного менеджера складає близько 75% [34], при виборі претендента на роль керівника проекту особливу

увагу слід приділити його персональним та соціальним компетенціям.

У стандарті ICB [23] зацікавлені сторони проекту визначені, як особи або групи осіб, зацікавлених у виконанні та / або успіху проекту, або на дії яких проект накладає обмеження. Зацікавлені сторони можуть впливати на проект безпосередньо та / або опосередковано.

Спираючись на стандарт ICB процес управління зацікавленими сторонами потребує здійснення наступних кроків:

1. Виявити і розташувати відповідно до пріоритетів інтереси зацікавлених сторін.
2. Проаналізувати їхні інтереси та вимоги.
3. Повідомити зацікавленим сторонам, які з їхніх вимог будуть виконані проектом, які ні.
4. Розробити стратегію взаємодії із зацікавленими сторонами.
5. Включити очікування й інтереси зацікавлених сторін в план управління проектом, в його вимоги, завдання, задум, продукт, графік робіт і вартість.
6. У розділі управління ризиком врахувати можливості та загрози, що існують з боку зацікавлених сторін.
7. Визначити умови процесу зміни раніше прийнятого рішення між командою проекту і зацікавленими сторонами.
8. Переконалися тому, що зацікавлені сторони задоволені кожною фазою проекту.
9. Виконати план управління зацікавленими сторонами.
10. Ретельно виконати всі вимоги сторін, повідомити про зміни в планах.
11. Документувати отримані знання (уроки) та застосовувати їх в майбутніх проектах.

Процеси управління зацікавленими сторонами вперше було описано в стандарті РМВоК РМІ в четвертій редакції у рамках області управління комунікаціями, вже в п'ятій редакції РМВоК РМІ управління зацікавленими сторонами виділено в окрему область знань. У діючій шостій редакції РМВоК РМІ [1] управління зацікавленими сторонами проекту включає в себе процеси, необхідні для виявлення людей, груп і організацій, які можуть впливати на проект або на яких проект може впливати, для аналізу очікувань зацікавлених сторін і їх впливу на проект, а також для розробки відповідних стратегій управління для ефективного залучення зацікавлених сторін до прийняття рішень і виконання проекту.

Комунікації є основою для управління зацікавленими сторонами проекту. Так, за допомогою проведення постійних комунікацій з стейкхолдерами проекту у команди з'являється розуміння потреб, інтересів та очікувань зацікавлених сторін. Слід зауважити, очікуваннями зацікавлених сторін проекту теж потрібно управляти.

Також, проведення своєчасних комунікацій дозволяє визначити проблемні питання та потенційні конфлікти інтересів зацікавлених сторін, що в свою чергу дасть змогу своєчасно ефективно реагувати на

них команді проекту, а також підвищити задоволеність результатами проекту.

У праці вчених [35] наголошується на тому, що задоволеність зацікавлених сторін слід керувати, як однією з ключових цілей проекту. Для успіху проекту вкрай необхідно визначити зацікавлені сторони на ранній стадії проекту або фази, а також проаналізувати рівні їхньої зацікавленості, їх особисті очікування, а також їх важливість і вплив [36].

Відповідно до РМВок РМІ [1] управління зацікавленими сторонами проекту включає в себе наступні процеси:

1. Визначення (ідентифікація) зацікавлених сторін. Регулярне виявлення зацікавлених сторін проекту, а також аналіз та документування вагомості інформації про їхні інтереси, залучення, взаємозалежності, потенційного впливу на успіх проекту.

2. Планування управління стейкхолдерами. Розробка стратегій управління для здійснення ефективного залучення зацікавлених сторін проекту, яка розробляється на основі проведеного аналізу їх потреб, інтересів та визначення їхнього потенційного впливу на успіх проекту.

3. Управління залученням зацікавлених сторін. Проведення комунікацій та роботи із зацікавленими сторонами проекту з метою задоволення їхніх потреб/очікувань, вирішення проблем, які виникають в ході проекту та забезпечення належної участі цих стейкхолдерів в діяльності проекту.

4. Контроль залучення зацікавлених сторін. Моніторинг взаємовідносин зацікавлених сторін у проекті та здійснення коригувань стратегій та планів по їх залученню.

Слід наголосити на тому, що ідентифікація та залучення зацікавлених сторін в інтересах проекту є ітеративним, які мають здійснюватися повторно, як мінімум за таких умов, коли:

- проект проходить через різні фази протягом свого життєвого циклу;
- діючі зацікавлені сторони припиняють участь в роботах проекту або нові зацікавлені сторони входять у співтовариство зацікавлених сторін;
- в організації або в більш широкому співтоваристві зацікавлених сторін відбуваються значні зміни.

Управління зацікавленими сторонами проекту окреслено і в стандарті ISO 21500. Хоча ISO 21500 перейняв з РМВок РМІ усе найкраще та найважливіше [37], ISO 21500 наводить поняття проекту, яке значно відрізняється від РМВок [1, 24, 35]. Так, згідно ISO 21500 [24], проект складається з унікального набору процесів, який включає координаційні та контролюючі операції з датою початку та завершення, які здійснюються для досягнення мети.

Найголовнішою конкурентною перевагою ISO 21500 є його простота та точність. Даний стандарт базується на скелеті РМВок РМІ, але при цьому він набагато коротший та точніший за РМВок РМІ, по

суті він складається саме з тих 20-30%, якими користуються на практиці проектні менеджери [35].

Управління проектами, відповідно до ISO 21500 [24], визначається як застосування методів, інструментів, технік і компетенцій до проекту. Управління проектами включає інтеграцію різних фаз життєвого циклу проекту.

У даному стандарті, зацікавлена сторона (stakeholder) визначається як особа або організація, яка може вплинути на проект або яку може торкнутися проект.

Для підвищення ймовірності успіху проекту, зацікавлені сторони проекту, в тому числі організація, в якій виконується проект, повинні бути досить докладно описані. Ролі та відповідальність зацікавлених сторін можуть бути визначені у зв'язку з їх цілями у проекті та організації.

Відповідно до ISO 21500 [24] управління зацікавленими сторонами проекту включає в себе наступні процеси:

1. Визначення зацікавлених сторін. Метою даного процесу є визначення осіб, груп або організацій, яких стосується проект або які впливають на проект, а також документування відповідної інформації щодо ступеня їх зацікавленості та залучення.

2. Управління зацікавленими сторонами. Метою даного процесу є забезпечення адекватної уваги до потреб і очікувань зацікавлених сторін. В результаті проведеного аналізу виділяються найбільш важливі (пріоритетні) зацікавлені сторони (особи) та розробляється план комунікацій з ними.

Управління зацікавленими сторонами включає в себе виявлення їх очікувань, розподіл запитів, проблем та їх вирішення.

Зацікавлені сторони можуть брати активну участь в проекті, можуть бути внутрішніми або зовнішніми по відношенню до проекту і можуть володіти різним рівнем влади.

Дипломатичність та дотримання ділової етики мають важливе значення при веденні переговорів із зацікавленими сторонами, які є негативно настроєні, щодо реалізації проекту. У кризовій ситуації, коли менеджер проекту розуміє, що він не в змозі задовольнити вимоги цих зацікавлених сторін, йому необхідно проінформувати про таку проблему керівництво, відповідно до оргструктури проекту, або звернутися за допомогою до зовнішніх організацій.

Для того, щоб отримати максимальні переваги від вкладу та впливу позитивно налаштованих зацікавлених сторін та знизити вплив протилежно настроєних стейкхолдерів, необхідно провести детальний аналіз зацікавлених сторін та визначити їх можливий вплив на проект.

У даному стандарті, ISO 21500 [24], наголошується на тому, що всі процеси обрані для використання в проекті повинні бути побудовані на системній основі.

Дане твердження стосується і процесу управління зацікавленими сторонами проекту. Результати проекту регулярно оцінюються в ході його

реалізації для визначення відповідності вимогам куратора, замовника та інших зацікавлених учасників.

Ідентифікація та аналіз зацікавлених сторін є підґрунтям для розуміння того, які ризики пов'язані з кожним стейкхолдером можуть виникнути в ході проекту. Процеси управління ризиками прописані в кожному з вище проаналізованих стандартів.

Так, згідно японського міжнародного стандарту управління проектами P2M [22] процес управління ризиками передбачає:

1. Пошук та ідентифікація ризиків.
2. Аналіз та дослідження ризиків.
3. Безпосередня робота по управлінню ризиками.
4. Контроль процесів та результатів управління ризиками.

Процес управління ризиками згідно стандарту ІСВ ІРМА [23] може бути представлений наступним чином:

1. Ідентифікація та оцінка ризиків і можливостей.
2. Розробка плану реагування.
3. Оновлення проектних планів, з урахуванням плану реагування на ризики.
4. Перманентна оцінка ймовірності досягнення цілей.
5. Перманентна ідентифікація нових ризиків, переоцінка ризиків, оновлення плану реагування.
6. Контроль ризиків.
7. Документування інформації щодо ризиків для майбутніх проектів. Удосконалення інструментів ідентифікації ризиків.

В стандарті РМВок РМІ [1] управління ризиками передбачає проведення наступних процедур:

1. Планування управління ризиками.
2. Ідентифікація ризиків.
3. Якісний аналіз ризиків.
4. Кількісний аналіз ризиків.
5. Планування реагування на ризики.
6. Моніторинг та управління ризиками.

Відповідно до ISO 21500 [24] управління ризиками в проектах відбувається наступним чином:

1. Ідентифікація ризиків.
2. Оцінка ризиків.
3. Розробка протиризикових заходів.
4. Контроль ризиків.

Отже, після проведення ідентифікації стейкхолдерів проекту, проаналізувавши їх характеристики та виявивши ризики, пов'язані з кожним з них, які можуть виникнути в ході проекту, слід перейти до аналізу цих ризиків.

У праці [38] Данченко О.Б. зазначає, що управління ризиком є мистецтвом та наукою аналізу ризику з подальшим розробленням заходів, які дозволять найкращим чином, з точки зору цілей проекту, ліквідувати або мінімізувати ризик.

Щоб проаналізувати ризик, необхідно прийти до його розуміння. Метою проведення аналізу ризиків є аналіз причин виникнення ризикової ситуації та джерел ризику, а також можливість одержання позитивних та негативних наслідків від ризикової ситуації, а також аналіз ймовірності настання цих наслідків. Також, повинні бути визначені фактори, які

впливають на ймовірність настання та розмір наслідків від ризикової ситуації. Тобто, без проведення детального аналізу зацікавлених сторін добре проаналізувати ризики пов'язані з ними неможливо. Розробка плану реагування на ризики, які пов'язані із стейкхолдерами, теж залежить від характеристики кожного конкретного стейкхолдера та розуміння, які саме важелі впливу на ту чи іншу зацікавлену сторону можуть бути ефективними в тому чи іншому випадку.

Висновки. Аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що ефективність проведення протиризикових заходів по боротьбі з ризиками, пов'язаними із зацікавленими сторонами проекту, залежить від якості проведеного аналізу зацікавлених сторін. Враховуючи специфічність ризиків в проектах агропромислового комплексу є необхідність розроблення таких інструментів для проведення протиризикового управління зацікавленими сторонами проекту, які б враховували особливості стейкхолдерів задіяних в сільськогосподарських проектах.

Список літератури

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Six Edition. USA : PMI, 2017. 574 p.
2. Боярчук В. М. та ін. *Енергетичний менеджмент і аудит в агропромислового комплексу : підруч. для студентів ВНЗ*. Київ : Компрінг, 2015. 641 с.
3. Тригуба А. М. *Системно-проектні основи управління розвитком технологічних структур виробництва молочної продукції : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.13.22*. Одеса, 2017. 46 с.
4. Сидорчук О. В., Ратушний Р. Т., Сидорчук О. О., Демедюк М. А. Системний підхід до управління проектами та програмами: означення засад. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2011. № 5 (49). т. 1. С.30-32.
5. Ратушний Р. Т., Сидорчук О. О., Босак В. В. *Системно-чинникові засади створення концептуальної моделі продукту*. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2012. № 1/13. С. 30-32.
6. Тимочко В. О., Падука Р. І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проектів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агроінженерні дослідження*. 2013. № 17. С. 1-7.
7. Флис І. М. Ідентифікація інноваційних проектів та гармонізація проектного середовища в програмах розвитку АПК. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2011. № 1/6. С. 57-59.
8. Ковальчик Ю. І., Ковалишин С. Й., Тимочко В. О. Підходи до використання випадкових марківських процесів у математичних моделях управління проектами збирання сільськогосподарської продукції. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2011. № 1/5. С. 57-59.
9. Денчик О. Р., Круль К. Я. Проектний підхід в агропромислового комплексу України. *Управління проектами: стан та перспективи : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф., 10-13 вер. 2019 р. Миколаїв* : НУК, 2019. С. 15-16.
10. Денчик О. Р. Особливості управління ризиками для малих та середніх суб'єктів господарювання в аграрному комплексі. *Управління проектами: стан та перспективи : Матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф., 13-16 вер. 2016 р. Миколаїв* : НУК, 2016. С. 48-50.
11. Nguyen N., Wegener M., Russell I., Cameron D., Coventry D., Cooper I. Risk management strategies by Australian farmers: two case studies. *AFBM Journal*. 2005. vol. 4. № 1 & 2. P. 23-30.
12. Kahan D. *Managing risk in farming*. Rome: FAO, 2008. 107 p.

13. Hurduzeu G., Huidumac C., Hurduzeu R. The most important agriculture risk. The risk culture. New Management for the New Economy : *proceedings of the 7th International Management Conference, 7-8 November 2014. Bucharest*, 2014. P. 413-418.
14. Dubiel B. Ubezpieczenie jako metoda zarządzania ryzykiem w rolnictwie, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*. 2014. № 67. P. 185-199.
15. Szymeczka A. Ubezpieczenia gospodarcze jako instrument zarządzania ryzykiem w rolnictwie Doświadczenia wybranych państw Unii Europejskiej. *Przegląd Prawa Rolnego*. 2008. № 2 (4). P. 163-179.
16. Кобилянська О.М. *Виробничі ризики сільськогосподарських підприємств : автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.00.04*. Київ, 2011. 20 с.
17. Денчик О. Р., Бедрий Д. І., Савченко С. О. Аналіз ризиків проектів у агропромисловому комплексі. *Вісник ЧДТУ. Серія: Технічні науки*. 2017. № 1. С. 100-109.
18. Колпакова Н. С. Управління ризиками реформування агроформувань. *Економічні науки. Серія : Облік і фінанси*. 2011. Вип. 8. С. 245-252.
19. Николок О. М. *Управління підприємницькими ризиками виробників хмелю : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04*. Житомир, 2009. 20 с.
20. Матвієнко Г. А. *Управління страховими ризиками при вирощуванні культур в сільськогосподарських підприємствах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04*. Житомир, 2009. 20 с.
21. Литвинчук І. Л. *Управління економічними ризиками корпоративних підприємств аграрної сфери : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.00.04*. Житомир, 2010. 20 с.
22. *A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation. Japan : Project Management Association of Japan (PMAJ)*, 2017. 427 p.
23. *IPMA I. C. V. IPMA Competence Baseline Version 3*. The Netherlands: Nijkerk, 2006. 200 p.
24. *ISO 21500 : 2012 Guidance on project management*. URL: <https://www.iso.org/standard/50003.html>.
25. *Керівництво з управління інноваційними проектами і програмами організацій: Монографія.* / Під ред. Ф. О. Ярошенка. К.: Новий друк, 2010. 160 с.
26. Круль К. Я., Данченко О. Б. Вплив ментальності стейкхолдерів на їхню поведінку в проектах. *Держава, регіони, підприємство: інформаційні, суспільно-правові, соціально-економічні аспекти розвитку: матеріали міжнародної конференції, 21-22 лист. 2019 р.*, Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2019. С. 269-270.
27. Круль, К. Я. Протиризикове управління зацікавленими сторонами проектів агропромислового комплексу. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. Черкаси: ЧДТУ, 2019. № 55. С.51-58.
28. Круль К. Я. Управління проектами агропромислового комплексу з урахуванням взаємодії ментальності стейкхолдерів. *Вчені записки Університету «КРОК» : зб. наук. праць. Серія «Економіка»*. Київ: ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», 2020. Вип. № 3 (59). С.166-175.
29. Веренич О. В. Розробка та впровадження формалізованої моделі ментального простору оточуючого середовища проекту чи програми. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2016. т. 2. № 3 (80). С.21-31.
30. 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)*. Изд. 2-е. К.: ІРІДІУМ, 2010. 208 с.
31. Морозов В. В., Чередніченко А. М., Шпільова Т. І. *Формування управління та розвиток команди проекту (поведінкової компетенції): навч. посібн.* К.: Таксон, 2009.-464 с.
32. Прокопенко Т. О., Ободовський Б. П. Дослідження впливу компетентностей членів проектної команди на ефективність проекту в галузі інформаційних технологій. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2020. № 2. С. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.7>
33. Неизвестный С. И. *Мозг проекта*. М.: «Russian Science Publisher», 2007. С.398
34. *Управління проектами: процеси планування проектних дій / Чумаченко І. В., Морозов В. В., Доценко Н. В., Чередніченко А. М. К.: Університет економіки та права «КРОК», 2014. 673 с.*
35. Бушуев С. Д., Морозов В. В. *Динамическое лидерство в управлении проектами: монография*. К.: Украинская ассоциация управления проектами, 1999. 312 с.
36. Ковтун Т. А., Смокова Т. М. Формування складу учасників проекту створення транспортно-логістичного центру. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2020. № 2. С.32-42. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.5>
37. Костылев А. А. Проектное управление по стандарту ISO 21500:2012: обзор и перспектива использования. *Социально-экономические явления и процессы*. 2014. Т. 9. №12. С.145-150.
38. Данченко О. Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проектах. *Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля*, 2014. №1 (49), С. 16-25.

Reference (transliterated)

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). Sixth Edition. USA. PMI, 2017. 756 p.
2. V. M. Boiarchuk , A. M. Tryhuba, P. M. Lub, O. V. Ftoma, M. T. Lut. *Enerhetychnyi menedzhment i audyt v ahropromyslovomu kompleksi : pidruch. dlia studentiv VNZ* [Energy management and audit in the agro-industrial complex: textbook for university students]. Kyiv: Komprynt, 2015. 641 p.
3. Tryhuba A. M. *Systemno-proektni osnovy upravlinnia rozvytkom tekhnolohichnykh struktur vyrobnytstva molochnoi produktsii: Avto-ref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra tekhn. nauk: 05.13.22*. [System-design bases of management of development of technological structures of production of dairy products: Abstract. dis. .. Dr. tech. Sciences: 05.13.22]. Odessa, 2017. 46 p.
4. Sydorhuk O. V., Ratushnyi R. T., Sydorhuk O. O., Demediuk M. A. Systemnyi pidkhid do upravlinnia proektamy ta prohramamy: oznachennia zasad. [System approach to project and program management: definition of principles]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2011. no. 5 (49). Vol. 1. pp. 30-32.
5. Ratushnyi R. T., Sydorhuk O. O., Bosak V. V. Systemno-chynnykovi zasady stvorennia kontseptualnoi modeli produktu. [System-factor principles of creating a conceptual model of the product]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2012. no. 1/13. pp. 30-32.
6. Tymochko V. O., Padiuka R. I. Identyfikatsiia parametrov vyrobnycho-tekhnichnykh resursiv portfelia proektiv silskohospodarskoho pidpriemstva. [Identification of parameters of production and technical resources of the portfolio of projects of the agricultural enterprise]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahromoho universytetu. Ser: Ahroinzhenerni doslidzhennia*. [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Ser: Agroengineering research]. 2013. no. 17. pp. 1-7.
7. Flys I. M. Identyfikatsiia innovatsiinykh proektiv ta harmonizatsiia proektnoho seredovyshcha v prohramakh rozvytku APK. [Identification of innovative projects and harmonization of the project environment in agricultural development programs]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2011. no. 1/6. pp. 57-59.
8. Kovalchuk Yu. I., Kovalyshyn S. Y., Tymochko V. O. Pidkhody do vykorystannia vypadkovykh markivskykh protsesiv u matematychnykh modeliakh upravlinnia proektamy zbyrannia silskohospodarskoi produktsii. [Approaches to the use of random Markov processes in mathematical models of management of agricultural harvesting projects]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2011. no.1/5. pp. 57-59.
9. Denchuk O. R., Krul K. Ya. Proektnyi pidkhid v ahropromyslovomu kompleksi Ukrainy. [Project approach in the agro-industrial complex of Ukraine]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy*. [Project management: status and prospects]. XV International scientific-practical conference. Mykolaiv : NUK, 2019. pp. 15-16.
10. Denchuk O. R. Osoblyvosti upravlinnia ryzykamy dlia malykh ta sereidnykh subiektiv hospodariuvannia v ahromomu kompleksi. [Features of risk management for small and medium-sized businesses in the agricultural sector]. *Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy*. [Project management: status and prospects]. XII

- International scientific-practical conference. Mykolaiv : NUK, 2016. pp. 48-50.
11. Nguyen N., Wegener M., Russell I., Cameron D., Coventry D., Cooper I. Risk management strategies by Australian farmers: two case studies. *AFBM Journal*. 2005. vol. 4. no.1 & 2. P. 23-30.
 12. Kahan D. *Managing risk in farming*. Rome: FAO, 2008. 107 p.
 13. Hurduzeu G., Huidumac C., Hurduzeu R. The most important agriculture risk. The risk culture. *New Management for the New Economy. VII International Management Conference*. Bucharest, 2014. pp. 413-418.
 14. Dubiel B. Ubezpieczenie jako metoda zarządzania ryzykiem w rolnictwie, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*. Finanse, Rynek Finansowy, Ubezpieczenie. 2014. no. 67. pp. 185-199.
 15. Szymecka A. Ubezpieczenia gospodarcze jako instrument zarządzania ryzykiem w rolnictwie Doświadczenia wybranych państw Unii Europejskiej. *Przegląd Prawa Rolnego*. 2008. no. 2 (4). pp. 163-179.
 16. Kobylanska O.M. *Vyrobnymi ryzyky silskohospodarskykh pidpriemstv: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk: 08.00.04*. [Production risks of agricultural enterprises: Abstract. dis. ... Cand. econ. Science: 08.00.04]. Kyiv, 2011. 20 p.
 17. Denchuk O. R., Bedrii D. I., Savchenko S. O. Analiz ryzykyv proektiv u ahropromyslovomu kompleksu. [Risk analysis of projects in the agro-industrial complex]. *Visnyk ChDTU. Seriya: Tekhnichni nauky*. [Bulletin of ChSTU. Series: Technical Sciences]. 2017. no. 1. pp. 100-109.
 18. Kolpakova N. S. *Upravlinnia ryzykamy reformuvannya ahro formuvan*. [Risk management of reforming agro formations]. *Ekonomiczni nauky. Seriya: Oblik i finansy*. [Economic sciences. Series: Accounting and Finance]. Issue 8. pp. 245-252.
 19. Nykoliuk O. M. *Upravlinnia pidpriemnytskymy ryzykamy vyrobnivykh khmeliu: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk: 08.00.04*. [Business risk management of hop producers : Abstract. dis. ... Cand. econ. Science: 08.00.04]. Zhytomyr, 2009. 20 p.
 20. Matviienko H. A. *Upravlinnia strakhovymy ryzykamy pry vyroshchuvanni kultur v silskohospodarskykh pidpriemstvakh: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk: 08.00.04*. [Management of insurance risks in the cultivation of crops in agricultural enterprises : Abstract. dis. ... Cand. econ. Science: 08.00.04]. Zhytomyr, 2009. 20 p.
 21. Lytvynchuk I. L. *Upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy korporatyvnykh pidpriemstv ahrarynoi sfery: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk: 08.00.04*. [Economic risk management of corporate enterprises in the agricultural sector : Abstract. dis. ... Cand. econ. Science: 08.00.04]. Zhytomyr, 2010. 20 p.
 22. *A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation*. Japan : Project Management Association of Japan (PMAJ), 2017. 427 p.
 23. *IPMA I. C. B. IPMA Competence Baseline Version 3*. The Netherlands: Nijkerk, 2006. 200 p.
 24. *ISO 21500:2012 Guidance on project management*. URL: <https://www.iso.org/standard/50003.html>.
 25. Yaroshenko F. O. (ed.) *Kerivnytstvo z upravlinnia innovatsiynymy proektamy i prohramamy orhanizatsii: Monohrafiia*. [Guide to managing innovative projects and programs of organizations: Monograph]. K.: Novyi dyk, 2010. 160 p.
 26. Krul K. Ya., Danchenko O. B. Vplyv mentalnosti steikholderiv na yikhniu povedinku v proektakh. [Influence of stakeholder mentality on their behavior in projects]. *Derzhava, rehiony, pidpriemnytstvo: informatsiini, suspilno-pravovi, sotsialno-ekonomichni aspekty rozvytku*. [State, regions, entrepreneurship: informational, socio-legal, socio-economic aspects of development]. *International conference*. Kyiv: Universytet ekonomiky ta prava «KROK», 2019. pp. 269-270.
 27. Krul, K. Ya. Protryzykove upravlinnia zatsikavlenymy storonamy proektiv ahropromyslovoho kompleksu. [Stakeholders risk management in agro-industrial projects]. *Zbirnyk naukovykh prats Cherkaskoho derzhavnogo tekhnolohichnogo universytetu. Seriya: Ekonomichni nauky*. [Collection of scientific works of Cherkasy State Technological University. Series: Economic Sciences]. Cherkasy: ChDTU, 2019. no. 55. pp. 51-58.
 28. Krul K. Ya. Upravlinnia proektamy ahropromyslovoho kompleksu z urakhuvanniam vzaiemodii mentalnosti steikholderiv. [Project management in the agro-industrial complex taking into account the interaction of the stakeholder mentality]. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK»: zb. nauk. prats. Seriya «Ekonomika»*. [Scientific notes of «KROK» University: a collection of scientific works. "Economy" series]. Kyiv: Universytet ekonomiky ta prava «KROK», 2020. Issue no. 3 (59). pp. 166-175.
 29. Verenyh O. V. Rozrobka ta vprovadzhennia formalizovanoi modeli mentalnogo prostoru otouchuuchoho seredovyscha proektu chy prohramy. [Development and implementation of a formalized model of the mental space of the project or program environment]. *Skhidno-Yevropeiskyi zhurnalпередовykh tekhnolohii*. [Eastern European Journal of Advanced Technology]. 2016. Vol. 2. no. 3 (80). pp.21-31.
 30. Bushuiev S. D., Bushuieva N. S. *Upravlenie proektami: osnovy` professional`nykh znaniy i sistema ocenki kompetentnosti proektnykh menedzherov (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1)*. [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)]. Ed. 2. K.: IRIDIUM, 2010. 208 p.
 31. Morozov V. V., Cherednichenko A. M., Shpilova T. I. *Formuvannya upravlinnia ta rozvytok komandy proektu (povedinkovoi kompetentsii): navch. posibn*. [Formation of management and development of the project team (behavioral competence): textbook]. K.: Takson, 2009. 464 p.
 32. Prokopenko T. O., Obodovskiy B. P. Doslidzhennia vplyvu kompetentnosti chleniv proiektnoi komandy na efektyvnist proektu v haluzi informatsiynykh tekhnolohii. [Study of the impact of project team members' competencies on project effectiveness in the field of information technology]. *Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». Seriya: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. 2020. no. 2. pp. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.7>
 33. Neizvestny`j S. I. *Mozg proekta*. [The brain of the project]. M.: «Russian Science Publisher», 2007. 398 p.
 34. Chumachenko I. V., Morozov V. V., Dotsenko N. V., Cherednichenko A. M. *Upravlinnia proektamy: protsesy planuvannya proektnykh dii*. [Project management: project action planning processes]. K.: Universytet ekonomiky ta prava «KROK», 2014. 673 p.
 35. Bushuev S. D., Morozov V. V. *Dinamicheskoe liderstvo v upravlenii proektami: monografiya*. [Dynamic leadership in project management: a monograph]. K.: Ukrainskaya asociatsiya upravleniya proektami, 1999. 312 p.
 36. Kovtun T. A., Smokova T. M. Formuvannya skladu uchasnykh proektiv stvorennia transportno-lohystychnoho tsentru. [Formation of the participants of the project of creation of the transport and logistics center]. *Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». Seriya: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy*. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio management, programs and projects]. 2020. no. 2. pp.32-42. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.5>.
 37. Kostylev A. A. *Proektnoe upravlenie po standartu ISO 21500:2012: obzor i perspektiva ispol`zovaniya*. [Project management according to ISO 21500: 2012: overview and perspective of use]. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy*. [Socio-economic phenomena and processes]. 2014. Vol. 9. no.12. pp.145-150.
 38. Danchenko O. B. Ohliad suchasnykh metodolohii upravlinnia ryzykamy v proektakh. [Review of modern risk management methodologies in projects]. *Upravlinnia proektamy ta rozvytok vyrobnnytstva: zb. nauk. pr.* [Project management and production development: coll. Science]. Luhansk: vyd-vo SNU im. V. Dalia, 2014. no. 1 (49). pp. 16-25.

Надійшла (received) 09.01.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Круль Конрад Януш (Круль Конрад Януш, Król Konrad Janusz) – студент PhD кафедри інноваційних технологій Вищого навчального закладу «Університет економіки та права «КРОК» м. Києва; e-mail: krolkonrad61@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1130-167X>.

Т. М. ОЛЕХ, К. В. КОЛЕСНИКОВА, О. О. МЕЗЕНЦЕВА, В. Д. ГОГУНСЬКИЙ

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЗБАЛАНСОВАНОЇ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ МЕТОДИЧНИХ ІНДИКАТОРІВ ЦІННОСТІ

В рамках ціннісно-орієнтованого підходу в управлінні проєктами фактично була введена нова економічна метрика – цінність як індикатор успішності компанії. Основа ціннісно-орієнтованого підходу – визначення індикаторів, що відображають зростання цінності компанії. Оцінка цінності проєктів і їх експертиза повинні проводитися в певному сенсі однаково, на основі єдиних обґрунтованих індикаторів (параметрів). Було проведено дослідження системи індикаторів для управління і збалансованої оцінки цінностей проєктів, які розглядаються в контексті розвитку можливостей існуючих систем управління проєктами. Запропоновано існуючу систему індикаторів розподілити на три групи: методологічні, методичні та операційні. Гіпотеза про те, що успіх місії проєкту можна прогнозувати виходячи з значень показників групи методичних індикаторів оцінки цінностей проєкту, підтверджується. Кожен окремий індикатор може використовуватися для оцінки цінності конкретного стану проєкту. За допомогою сучасних математичних методів показано та доведено, що в групі методичних індикаторів оцінки проєкту кожний з індикаторів об'єктивно відображає цінність, а інколи ефективність або успішність проєктів, оскільки кожен показник використовується як основний для певного типу проєктів. Розроблена авторами модель може служити методичною основою для управління цінністю проєктів та дозволяє оцінити цінність проєктної діяльності в сенсі її ефективності на основі тільки одного, будь-якого індикатора групи методичних індикаторів оцінки цінності проєкту. Створена модель дозволяє впровадити інструменти управління цінністю на різних етапах життєвого циклу проєкту. Крім того, представлені механізми універсальні і можуть застосовуватися у проєктах різної специфіки: як керовані в рамках традиційного проєктного менеджменту, так і з застосуванням «гнучких» або гібридних методик. У статті показано, що в група методичних індикаторів об'єктивно відображає не тільки успішність проєкту, а розглядаючи будь-який з індикаторів, можна зробити висновок про ефективність або успішність всієї місії або стратегічної цілі проєкту.

Ключові слова: проєкт, цінність, успішність, модель, матрична діаграма, індикатори цінності, орієнтований граф.

Т. М. ОЛЕХ, Е. В. КОЛЕСНИКОВА, О. А. МЕЗЕНЦЕВА, В. Д. ГОГУНСЬКИЙ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СБАЛАНСИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ УСПЕШНОСТИ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ЦЕННОСТИ

В рамках ценностно-ориентированного подхода в управлении проектами фактически была введена новая экономическая метрика - ценность как индикатор успешности компании. Основа ценностно-ориентированного подхода - определение индикаторов, отражающих рост ценности компании. Оценка ценности проектов и их экспертиза должны проводиться в определенном смысле одинаково, на основе единых индикаторов. Было проведено исследование системы индикаторов для управления и сбалансированной оценки ценностью проектов. Индикаторы рассматриваются в контексте развития существующих систем управления проектами. Предложено разделить существующую систему индикаторов на три группы: методологические, методические и операционные. Гипотеза о том, что успех миссии проекта можно прогнозировать исходя из значений показателей группы методических индикаторов оценки ценностей проекта, подтверждается. С помощью современных математических методов показано, что в группе методических индикаторов оценки проекта каждый из индикаторов объективно отражает ценность, а иногда эффективность или успешность проекта, поскольку каждый показатель используется как основной для определенного типа проектов. Разработанная авторами модель может служить методической основой для управления ценностью проектов. Предложенная модель позволяет оценить ценность проектной деятельности в смысле ее эффективности на основе только одного, любого индикатора группы методических индикаторов оценки ценности проекта. Модель позволяет использовать инструменты управления ценностью на разных этапах жизненного цикла проекта. Кроме того, представленные в работе механизмы являются универсальными и могут применяться в проектах, реализуемых с использованием различных подходов: как в рамках классического проектного управления, так и с использованием «гибких» или гибридных методик. В статье показано, что в группа методических индикаторов объективно отражает не только успешность проекта. Рассматривая любой из индикаторов, можно сделать вывод об эффективности или успешности миссии проекта или стратегической цели.

Ключевые слова: проект, ценность, успешность, модель, матричная диаграмма, индикаторы ценности, ориентированный граф.

T. OLEKH, K. KOLESNIKOVA, O. MEZENTSEVA, V. GOGUNSKII

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR BALANCED EVALUATION OF PROJECT SUCCESS BASED ON METHODOLOGICAL INDICATORS OF VALUE

As part of the value-based approach to project management, a new economic metric was actually introduced - value as an indicator of the company's success. The basis of the value-based approach is the definition of indicators that reflect the growth of the company's value. Assessment of the value of projects and their expertise should be carried out in a certain sense in a uniform manner, based on common indicators. A study of the system of indicators for management and balanced assessment of the value of projects was carried out. Indicators are considered in the context of the development of existing project management systems. It is proposed to divide the existing system of indicators into three groups: methodological, methodological and operational. The hypothesis that the success of the project mission can be predicted based on the values of the indicators of a group of methodological indicators for assessing the values of the project is confirmed. Using modern mathematical methods, it is shown that in the group of methodological indicators for project evaluation, each of the indicators objectively reflects the value, and sometimes the effectiveness or success of the project, since each indicator is used as the main one for a certain type of project. The model developed by the authors can serve as a methodological basis for managing the value of projects. The proposed model makes it possible to assess the value of project activity in terms of its effectiveness based on only one, any indicator of a group of methodological indicators for assessing the value of the project. The model allows the use of value management tools at different stages of the project life cycle. In addition, the mechanisms presented in the work are universal and can be used in projects implemented using various approaches: both within the framework of classical project management and using "flexible" or hybrid methods. The article shows that the group of methodological indicators objectively reflects not only the success of the project. Considering any of the indicators, one can conclude about the effectiveness or success of the project mission or strategic goal.

Keywords: project, value, project success, model, matrix diagram, value indicators, oriented graph.

© Т. М. Олех, К. В. Колеснікова, О. О. Мезенцева, В. Д. Гогунський, 2021

Вступ. У динамічному бізнес-середовищі, яке швидко змінюється, зростає потреба в ефективному управлінні проектами, програмами і портфелями, а ефективна культура управління проектами, орієнтована на цінність і стратегічні цілі приносить бізнесу конкурентні переваги – стверджується в звіті Project Management Institute (PMI) на підставі проведеного масштабного дослідження [1].

Справжню цінність представляють саме ті вигоди, які проєкт або програма приносить компанії. Лише деякі компанії впровадили у себе процес управління вигодами, ще менша кількість – зробили це успішно.

Управління вигодами дозволяє компанії підвищити власну ефективність, але вимагає від неї чітко розробленої стратегії, розуміння бізнесу та трендів у всієї галузі. Згідно з останніми даними [1], лише 20% компаній мають високу ступінь зрілості по реалізації вигоди. У 2013 році ця цифра була нижчою на 63%, що показує серйозне підвищення інтересу до даної області. У компаній з високим рівнем зрілості управління вигодами на 22% більше проєктів досягають поставлених цілей, на 28% – вкладаються в терміни і на 24% – не виходять за рамки бюджету.

Найважливішу роль в сучасній методології управління проектами стала грати категорія цінності. Це стало відповіддю на запит до більшої гнучкості і спрямованості на створення цінності.

Успішна реалізація будь-якого проєкту в сучасних умовах неможлива без постійного орієнтування команди на цінність, що створюється в процесі реалізації проєкту. Для того, щоб проєкт або програма могли вважатися успішними недостатньо простого дотримання графіка або бюджету. Таким чином, не має значення, керуєте ви проєктом на неймовірно високому або ж на неймовірно низькому рівні, якщо ви працюєте над «неправильним» проєктом. Крім того, дотримання початкових термінів і бюджету проєкту – ще не означає того, що проєкт можна вважати успішним; клієнти можуть залишитися незадоволеними, ринок може не прийняти продукт, а акції компанії можуть впасти в ціні.

Якщо розглянути це питання в сенсі розвитку науки управління проектами, можливо простежити поетапний перехід від розробки інструментарію управління конкретним проєктом до вивчення процесів створення цінності для організації або компанії за допомогою реалізації проєктів, програм та портфелів.

Перше покоління методів проєктного управління фокусувалася на трикутнику «якість – час – вартість», який прагнув відповісти на питання ефективного розподілу ресурсів і виконання спланованих завдань в рамках ієрархічної структури робіт для досягнення унікальних цілей проєкту.

Проєктний менеджмент другого покоління розширив свій погляд до безпосередньо процесів організації та менеджменту, метою якого було формування саме системи управління проєктами. Стали розроблятися організаційні структури з

налагодженими внутрішніми комунікаціями, в тому числі з використанням інформаційних систем.

Третім поколінням теорії управління проєктами проголошує себе «японська школа», яка втілила свої погляди в стандарті «P2M» [2]. Вона розглядає проєкт не тільки невід'ємно від організації, яка його реалізує, але і в рамках всього навколишнього середовища проєкту. Робиться наголос на місію та цінність проєкту, яку він привносить в середу, в якій він здійснюється.

Основна частина. Проєкт, в розумінні PMAJ [3] – це створення цінності в канві певної місії організації. Такими можуть бути доставка цінності певним стейкхолдерам. Іншим аспектом цінності є постійна її циркуляція з метою накопичення знань і безперервного вдосконалення.

На рис 1 зображена модель циркуляції цінності, в якій знання і досвід накопичуються в процесі роботи над проєктом (ініційованим для створення цінності), систематизуються, застосовуються і використовуються знову в наступних циклах.

Ознакою будь-якого проєкту є його унікальність, а також робота в умовах невизначеності. Рішення унікальних завдань, за допомогою проєктного інструментарію в умовах високого рівня ризику та невизначеності – це і є головним драйвером цінності.



Рис. 1. Цикл створення цінності

Проєкт може принести:

- майнову цінність (включаючи інтелектуальні нематеріальні активи);
- запланований економічний дохід;
- інноваційну цінність (продукт проєкту створює або покращує умови для суспільства);
- синергетичну цінність (створення синергетичного ефекту для отримання подальшого корисного ефекту від взаємодії або нової міжгалузевої бізнес-моделі за умови успішного балансу інтересів стейкхолдерів).

Уявімо модель процесу управління цінністю (рис 2).

Перший етап процесу – це визначення і оцінка цінності. Цінність в проєктній організації може замірятися для різних цілей. Представимо деякі з них:

- використання результатів оцінки для планування нових проєктів;
- націленість на більш ефективне використання ресурсів;
- націленість на поліпшення якості, для більшого задоволення замовника;

- поліпшення рівня накопичених знань, досвіду і ноу-хау для вдосконалення системи управління проектами.

Створимо на цьому підґрунті загальну модель управління цінністю. Процес управління цінністю включає в себе наступні етапи:

- 1) ідентифікація цінності (місія та стратегічні цілі, аналіз стейкхолдерів, складання збалансованих карт, економічна оцінка тощо);
- 2) підбір і впровадження механізмів для управління цінністю (Agile [4], Scrum [5], TQM [6], Lean [7] та ін.);
- 3) підбір параметрів для оцінки цінності (KPI);
- 4) відстеження цінності (на етапі роботи над проектом);
- 5) підтримка продукту після введення в експлуатацію;
- 6) управління знаннями [8];
- 7) оцінка створеної цінності (одразу після завершення робіт і через деякий час 2-5 років).

Методологічною базою для формування моделі стали стандарти проектного управління P2M [2] та PMBOK [9, 10], а також моделі управління цінністю, запропоновані Р. Норманом [11] та Г. Керцнером [12]. Уявімо дані стадії управління цінністю і інструменти (рис. 3) в залежності від стадій проекту.

Представлена модель може бути використана в якості методологічного базису для управління цінністю проекту. Кожен з представлених етапів має набір інструментів, які дозволяють фокусуватися на створенні цінності під час всього життєвого циклу проекту.

Уявімо етапи управління цінністю з описом їх призначення та інструментарієм (рис.4).

Практичні рекомендації	<ul style="list-style-type: none"> - Розрахуйте приблизну цінність проекту - Перетворите загальні знання, досвід і методи в робочу форму (цінність) для проекту - Визначте потенційні функції по створенню цінності і використовуйте їх в якості ресурсів для наступної генерації цінності 																																	
Зміни середовища. Обмежувальні умови.	<ul style="list-style-type: none"> - Бізнес-середовище - Звичай та традиції - Працездатність - Юридичні регулятори - Людські ресурси 																																	
Цілі і завдання	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Цілі і завдання</td> <td>Робочий процес</td> <td>Результати</td> </tr> <tr> <td>- Кількісне визначення цінності</td> <td>- Визнання цінності і її оцінка</td> <td>- Уточнення цінності</td> </tr> <tr> <td>- Максимізація цінності</td> <td>- Управління знаннями</td> <td>- Створіння нового бізнесу</td> </tr> <tr> <td>- Відтворення цінності</td> <td>- Відтворення</td> <td>- Продовження бізнесу</td> </tr> <tr> <td>- Підтримка цінності</td> <td>- Розвиток</td> <td>- Сукупний вплив</td> </tr> <tr> <td>- Створення цінності</td> <td>- Total quality management – TQM (тотальний менеджмент якості)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>- Передача технологій</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>- Гарантійний контракт</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>- Збір інвестицій</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>- Довкілля</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>- Створення бізнес сервісів</td> <td></td> </tr> </table>	Цілі і завдання	Робочий процес	Результати	- Кількісне визначення цінності	- Визнання цінності і її оцінка	- Уточнення цінності	- Максимізація цінності	- Управління знаннями	- Створіння нового бізнесу	- Відтворення цінності	- Відтворення	- Продовження бізнесу	- Підтримка цінності	- Розвиток	- Сукупний вплив	- Створення цінності	- Total quality management – TQM (тотальний менеджмент якості)			- Передача технологій			- Гарантійний контракт			- Збір інвестицій			- Довкілля			- Створення бізнес сервісів	
Цілі і завдання	Робочий процес	Результати																																
- Кількісне визначення цінності	- Визнання цінності і її оцінка	- Уточнення цінності																																
- Максимізація цінності	- Управління знаннями	- Створіння нового бізнесу																																
- Відтворення цінності	- Відтворення	- Продовження бізнесу																																
- Підтримка цінності	- Розвиток	- Сукупний вплив																																
- Створення цінності	- Total quality management – TQM (тотальний менеджмент якості)																																	
	- Передача технологій																																	
	- Гарантійний контракт																																	
	- Збір інвестицій																																	
	- Довкілля																																	
	- Створення бізнес сервісів																																	
Методологія	<ul style="list-style-type: none"> - Уроки, знання, техніки і методи менеджменту - Дані про витрати і доходи компанії - Список проектів і операцій - Досвід організації 																																	

Рис. 2. Модель процесу управління цінністю (P2M) [1]

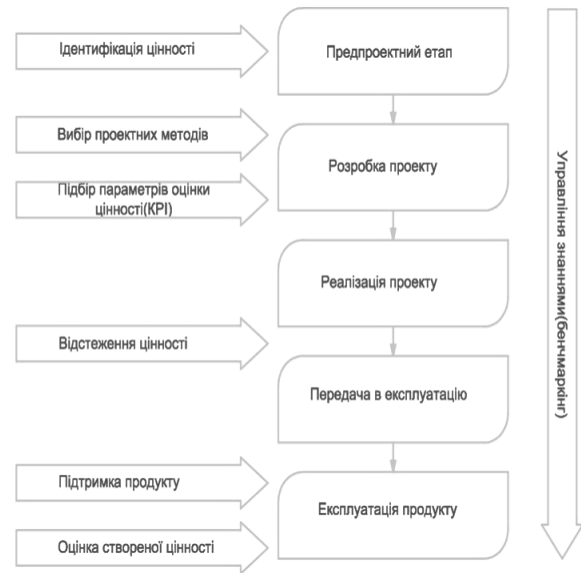


Рис. 3. Модель управління цінністю проекту

Етап	Призначення	Інструменти
Ідентифікація цінності	У чому цінність проекту для місії і стратегічних цілей компанії? У чому цінність для стейкхолдерів? Чим цей проект цінніше інших?	Місія, стратегічні цілі: – система збалансованих показників; – аналіз стейкхолдерів; – моделі Кершнер і Нормана; – проектний аналіз.
Вибір проектних методів	Які інструменти проектного менеджменту зможуть дозволити досягти велику цінність?	Проектна методологія; придатність Agile, TQM, Lean та ін.
Підбір параметрів оцінки	Які параметри дозволять зробити висновок, що цінність отримана?	Вибір KPI
Відстеження цінності	Які значення позначених параметрів спостерігаються? Чи потрібні зміни?	Оцінка по KPI, запити на зміни
Управління знаннями	Як отриманий досвід допоможе в майбутньому?	База знань, реєстрація досвіду, проектний офіс, бенчмаркінг
Підтримка продукту	Створення умов для максимального вилучення цінності	Гарантійне обслуговування, вдосконалення продукту
Оцінка створеної цінності	Чи вдалося створити цінність? В яких аспектах?	Аналогічно етапу №1 тільки ретроспективно

Рис.4. Етапи та інструменти управління цінністю

Створена модель дозволяє впроваджувати інструменти управління цінністю на різних етапах життєвого циклу проекту. Крім того, представлені механізми універсальні і можуть застосовуватися в рамках традиційного проектного менеджменту, так і з застосуванням «гнучких» або гібридних методик.

Процес управління цінністю включає в себе сім основних етапів, які не йдуть в строгій послідовності один за одним. Деякі етапи, наприклад, «відстеження цінності», повинні постійно повторюватись в ході всього життєвого циклу проекту. Етап оцінки цінності може здійснюватися як в ході планування проекту, його реалізації, так і після передачі проекту замовникові, а іноді і через кілька років, що дозволить отримати реальну картину створеної цінності.

Управління знаннями – найважливіший етап, що дозволяє постійно нарощувати цінність, взагалі повинен здійснюватися перманентно, в ході роботи

над проектом і в процесі експлуатації продукту. На кожному з етапів необхідно використовувати спеціальний методологічний інструментарій.

Основні групи індикаторів оцінки цінності проєктів. В рамках ціннісно-орієнтованого підходу в управлінні проєктами фактично була введена нова економічна метрика – цінність як індикатор успішності компанії. При прийнятті рішення менеджер повинен бути забезпечений інформацією для оцінки та порівняння цінності від альтернативних стратегій і мати мотивацію для вибору, який максимізує цінність стратегії [14 - 16].

Основа ціннісно-орієнтованого підходу – встановлення індикаторів, що відображають зростання цінності компанії.

Традиційні показники (чистий прибуток і зростання прибутку) не завжди підходять для цього. Необхідна постановка нефінансових цілей, таких як: задоволеність клієнтів, продуктові інновації, задоволеність співробітників і т.п. Однак неможливо безпосередньо впливати на цінність, тому ціннісно-орієнтований підхід – це глибоке розуміння змінних, які дозволяють створити цінність бізнесу – основні драйвери цінності.

Драйвери цінності – це показники, які відрізняються для різних рівнів управління. По суті, вони є декомпозицією цілей. Декомпозиція дозволяє досягти керованих показників для лінійних менеджерів, які можна регулярно заміряти та працювати над їх поліпшенням. Постійне поліпшення цих показників впливає на загальні цілі та дозволяє підвищити цінність компанії.

Незважаючи на істотні відмінності між типами проєктів та різноманіття умов їх реалізації, оцінка цінності проєктів і їх експертиза повинні проводитися в певному сенсі одноманітно, на основі єдиних обґрунтованих індикаторів (параметрів).

Такі індикатори можна розподілити на три групи:

- методологічні, найбільш загальні індикатори, які забезпечують раціональну поведінку замовників, виконавців та стейкхолдерів незалежно від характеру і цілей проєкту;

- методичні індикатори, які забезпечують економічну обґрунтованість оцінки цінності проєктів та рішень, прийнятих на їх основі;

- операційні індикатори, дотримання яких полегшить та спростить процедуру оцінок цінності проєктів і забезпечить необхідну точність.

До першої групи відносяться наступні індикатори:

1. Вимірність;
2. Адитивність;
3. Вигідність;
4. Узгодженість інтересів;
5. Платність ресурсів;
6. Невід'ємність і максимум ефекту;
7. Системність;
8. Комплексність;
9. Не спростовування методів;

Індикатори, які формують другу групу:

1. Порівняння ситуацій «з проєктом» і «без проєкту»;

2. Унікальність;
3. Субоптимізація;
4. Незалежність від минулого;
5. Динамічність;
6. Тимчасова цінність грошей;
7. Неповнота інформації;

До операційних належать наступні індикатори:

1. Взаємозв'язок параметрів;
2. Моделювання;
3. Механізм реалізації проєкту;
4. Багатостадійність оцінки;
5. Інформаційна та методична узгодженість;
6. Симпліфікація.

Існують також і інші параметри або правила, які не ввійшли в цю класифікацію, відповідно до яких здійснюються окремі етапи оцінки або враховуються специфічні для конкретного проєкту умови. Такі правила, іноді засновані на практичному досвіді, іноді конкретизують загальні показники стосовно певної ситуації, в разі необхідності викладаються при описі відповідних етапів проєкту. Розглянемо більш докладно групу методичних індикаторів оцінки цінності проєктів.

Розробка моделі оцінки успішності проєкту на базі методичних індикаторів цінності. Як було зазначено раніше, до цієї групи належить сім індикаторів.

1. Порівняння ситуацій «з проєктом» і «без проєкту» (N₁).

Оцінка цінності проєкту проводиться шляхом зіставлення наслідків його реалізації з наслідками відмови від нього. Іншими словами, оцінка проєкту проводиться шляхом порівняння ситуацій «з проєктом» та «без проєкту». Таке порівняння може здійснюватися двома шляхами:

1) витрати і результати при реалізації проєкту зіставляються з витратами і результатами, які могли б виникнути, якби проєкт не був реалізований;

2) оцінка цінності проєкту проводиться на основі зіставлення змін (приросту) витрат і результатів, обумовлених реалізацією проєкту (тобто на основі пріоростних показників витрат і результатів).

Звернемо увагу, що даний принцип не допускає ані оцінки проєкту шляхом порівняння ситуацій «до проєкту» і «після проєкту», ані ігнорування ситуації «без проєкту». У той же час ситуація «до проєкту» характеризує умови, при яких проєкт починає здійснюватися, і її врахування в багатьох випадках виявляється необхідним.

2. Унікальність (N₂).

При оцінці до будь-якого проєкту слід підходити як до унікального, в максимальному ступені враховуючи його специфіку і відмінності від інших проєктів. Це необхідно робити навіть в тому випадку, коли оцінюваний проєкт має багато спільного з іншими. Специфіка може проявлятися в будь-яких параметрах проєкту, наприклад в структурі і номенклатурі продукції, що виробляється, динаміці попиту на неї, особливості сировини, яка

використовується, місцезнаходження підприємства, часу початку проекту тощо.

В деяких випадках така специфіка може вимагати врахування впливу проекту на зайнятість населення або на екологічну обстановку в регіоні, тоді як в інших випадках такий підрахунок буде зайвим. Реконструкція підприємства може не змінити положення інших виробників тієї ж продукції, тоді як реконструкція ділянки залізниці призведе до перерозподілу вантажопотоків між ним та іншими ділянками.

Врахування специфіки проекту може вимагати використання різних форм представлення вихідної інформації, проміжних і кінцевих результатів розрахунку оцінки цінності проекту.

3. Субоптимізація (N₃).

Оцінка цінності проекту повинна здійснюватися при оптимальних значеннях його параметрів. Як правило, при оцінці цінності проекту і тим більше при його розробці завжди є можливість варіювати тими чи іншими параметрами (від будівельних рішень до схеми фінансування). При цьому в основу оцінки має бути покладено оптимальне поєднання таких параметрів.

Це, однак, не означає, що в якості оптимальних повинні бути прийняті ті значення параметрів, які забезпечують найбільший ефект замовнику, – в проекті зазвичай кілька учасників, і оптимальне поєднання параметрів повинно забезпечити вигідність проекту для кожного з них. Тому вибір такого поєднання аж ніяк не зводиться до математичної задачі на максимум. З іншого боку, надзвичайно важливо дотримуватися принципу субоптимізації при порівнянні декількох варіантів проекту. Вибравши «хороші» значення параметрів для одного варіанта і «погані» – для іншого, можна зробити неправильний вибір. Тому порівняння варіантів проекту необхідно виконувати, попередньо оптимізувавши їх.

4. Незалежність від минулого (N₄).

Прийняті рішення не можуть вплинути на минуле. Тому при оцінці проектів не повинні відображатися «минулі витрати» і «минулі доходи», здійснені до початку проекту, навіть якщо ці витрати або доходи були пов'язані безпосередньо з підготовкою до реалізації даного проекту, так звані безповоротні витрати (sunk cost).

Зокрема, не повинні враховуватися вироблені раніше витрати, пов'язані зі створенням виробничих фондів, а також втрати або доходи, що виникли до початку розрахункового періоду у зв'язку із здійсненням проекту (наприклад, від припинення діючого виробництва і продажу майна підприємства в зв'язку з організацією на його місці нового).

У той же час на створення цінності проекту впливає і «вихідне» або початкове положення, в якому перебувають суб'єкти та їх навколишнє середовище на початку розрахункового періоду. Наприклад, об'єкти (майно), створені за рахунок «минулих» витрат, повинні враховуватися при певній амортизації та податку на майно, а кошти, накопичені в результаті

«колишніх доходів», можуть виступати як джерела фінансування.

5. Динамічність – облік різних аспектів впливу фактору часу (N₅).

При оцінці ефективності проектів необхідно враховувати фактор часу, вплив якого може проявлятися по-різному:

1) в ході реалізації проекту можуть змінюватися структура і характер об'єктів, техніко-економічні показники підприємств, певних засобів та технологічних процесів, інші параметри проекту;

2) можуть також змінюватися в часі характеристики економічного оточення (наприклад, ціни, валютні курси, ставки податків). Зростання цін на продукцію і ресурси охоплюється поняттям «інфляція»;

3) можуть мати місце розриви в часі між виробництвом продукції або споживанням ресурсів і їх оплатою.

6. Тимчасова цінність грошей – перевага більш ранніх результатів і більш пізніх витрат (time value of money) (N₆).

Оцінка цінності проекту у сенсі економічної ефективності передбачає зіставлення результатів проекту з проектованими витратами в умовах, коли і результати, і витрати розподілені в часі. Це означає, що в розрахунках ефективності різночасові витрати і результати мають бути певним чином урівняно – приведено до одного і того ж моменту часу.

При цьому враховується, що результати (витрати), рівні за величиною, але досягаються в різні моменти часу, не рівноцінні ні для суспільства, ні для господарюючих суб'єктів. Більш раннє отримання (тих же) результатів або пізніший здійснення (тих же) витрат робить проект більш привабливим і покращує показники його ефективності.

Відносне зменшення цінності витрат або результатів при більш пізньому їх здійсненні характеризується при цьому специфічним економічним нормативом – нормою дисконту, що виражає тимчасову цінність грошей.

Перевагу більш ранніх результатів і більш пізніх витрат обумовлює і неефективності затримок: цінність ефективного проекту стає менша при відкладанні його реалізації на деякий час.

7. Неповнота інформації (N₇).

Оцінка цінності проекту завжди проводиться в умовах невизначеності, тобто неповноти і неточності інформації щодо проекту, умов його реалізації та зовнішнього середовища. Тому реалізація проекту може бути пов'язана з ризиком для його учасників. Це слід враховувати при розробці проекту, підготовці вихідної інформації, в процесі розрахунків оцінки цінності, а також при інтерпретації отриманих результатів.

Введемо наступні позначення:

N₁ – Порівняння ситуацій «з проектом» і «без проекту»;

N₂ – Унікальність;

N₃ – Субоптимізація

N₄ – Незалежність від минулого;

N₅ – Динамічність;
 N₆ – Тимчасова цінність грошей;
 N₇ – Неповнота інформації.

З урахуванням усіх факторів впливу один на одного групи методичних індикаторів оцінки цінності складемо матричну діаграму (табл. 1).

Таблиця 1 – Матрична діаграма групи методичних індикаторів оцінки цінності N₁–N₇

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇
N ₁	–	1	1	0	1	0	1
N ₂	0	–	1	0	1	0	1
N ₃	1	0	–	0	1	1	1
N ₄	1	1	0	–	0	0	1
N ₅	1	0	1	1	–	1	0
N ₆	1	0	0	1	0	–	0
N ₇	1	1	1	0	0	0	–

На основі матричної діаграми (табл. 1), можна описати зв'язки між різними показниками у вигляді орієнтованого графу. (рис. 5) [15, 17].

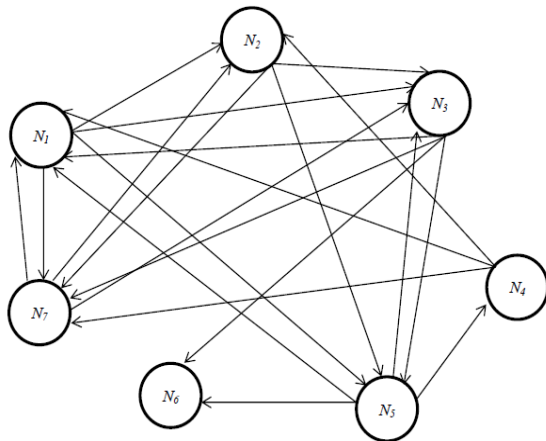


Рис. 5. Орієнтований граф для групи методологічних індикаторів оцінки цінності N₁-N₇

Додаючи зв'язки між окремими індикаторами, можна представити загальну модель оцінки у вигляді орієнтованого графу $G = (V, H)$, де V – кінцева множина вершин (вузлів, точок) графу (в даному випадку $n = 7$), а H – деяка множина пар вершин, тобто підмножина множини $V \times V$ або бінарне відношення V .

Матриця сильної зв'язності орієнтованого графу – бінарна матриця, що містить інформацію про всі сильно пов'язані вершини в орієнтованому графі. Матриця сильної зв'язності симетрична. У сильно зв'язного графу така матриця заповнена одиницями.

Матриця зв'язності графу G – квадратна матриця $S(G)=[s_{ij}]$ порядку n , елементи якої рівні

$$s_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \exists \text{ маршрут, який з'єднує } v_j \text{ і } v_i, \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Матриця сильної зв'язності орієнтованого графу G^* – квадратна матриця $S(G^*)=[s_{ij}]$ порядку n , елементи якої рівні

$$s_{ij} = \begin{cases} 1, & v_j \text{ досяжна від } v_i \text{ і } v_i \text{ досяжна від } v_j \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Розглянемо спосіб побудови матриці сильної зв'язності для графу досяженості G^* , який заснований на використанні матриці суміжності A_G графу G та булевих операцій [18].

На підставі орієнтованого графу $G=(V,H)$ (рис. 5) складемо матрицю (таблицю) суміжності.

Матрицею суміжності орієнтованого графу $G=(V, H)$ з n вершинами $V = \{v_i, k, v_n\}$ називається булева матриця A_G розміру $n \times n$ з елементами

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } (v_i, v_j) \in H \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Для збереження схожості зі звичайними операціями над матрицями будемо використовувати «арифметичні» позначення для булевих операцій: через «+» будемо позначати диз'юнкцію \vee , а через «*» – кон'юнкцію \wedge .

Позначимо через E_n одиничну матрицю розміру $n \times n$. E_7 має розмір 7×7 .

Покладемо $\tilde{A} = A_G + E_n$. Нехай $\tilde{A} = E_n$, $\tilde{A}_1 = \tilde{A}, \dots, \tilde{A}_{k+1} = \tilde{A}_k * \tilde{A}$.

Процедура побудови G^* заснована на простому твердженні: $\tilde{A}_k = (a_{ij}^{(k)})$,

де

$$a_{ij}^{(k)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо в } G \text{ з } v_i \text{ до } v_j \text{ є шлях довжини } \leq k \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Елемент $a_{ij}^{(k)}$ матриці \tilde{A}_k орієнтованого графу $G=(V,H)$ дорівнює числу всіх шляхів (маршрутів) довжини k з v_i до v_j . В нашому випадку ми отримали матрицю A_G розміру 7×7 .

Таке подання дозволяє легко перевіряти наявність ребер або зв'язків між заданими парами вершин. Для пошуку всіх сусідів, до яких ведуть ребра з вершини v_i , необхідно переглянути відповідний i -ий рядок матриці A_G , а щоб знайти вершини, з яких ребра йдуть до v_i , необхідно переглянути i -ий стовпець матриці.

Граф досяжності $G^*=(V,H^*)$ для G має ту ж множину вершин V та множину ребер $H^*=\{(u, v) \mid u \text{ графу } G \text{ вершина } v \text{ досяжна з вершини } u\}$.

Для кожної вершини графу G можна визначити множину досяжних з неї вершин послідовно додаючи до графу вершини, які є досяжними з неї за шляхами та мають довжину 0, 1, 2 тощо.

$$A_G = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \tilde{A} = A_G + E_7 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Якщо $G=(V,H)$ – орієнтований граф з n вершинами, а G^* – його граф досяжності, то $A\{G^*\} = \tilde{A}_{n-1}$. Таким чином, процедура побудови матриці суміжності A_{G^*} графа досяжності G^* зводиться до зведення матриці \tilde{A} в ступінь $n-1$.

Так як, в нашому випадку, граф G має 7 вершин, то $A_{G^*} = \tilde{A}^6$. Обчислимо цю матрицю:

$$\tilde{A}^4 = \tilde{A}^6 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Отримана матриця сильної зв'язності орієнтованого графа – бінарна матриця, симетрична, заповнена одиницями.

Група операційних індикаторів оцінки проекту об'єктивно відображають цінність, а інколи ефективність або успішність проєктів, оскільки кожен показник використовується як основний для певного типу проєктів. Матриця сильної зв'язності, яка на певному кроці ітерації досягає одиничних значень, ілюструє безпосередній зв'язок між індикаторами.

Це свідчить про те, що, розглядаючи будь-який показник групи операційних індикаторів оцінки цінності проекту, можна зробити висновок про ефективність або успішність всієї місії або стратегічної цілі проекту.

Нижче представлений фрагмент скріншота матриці суміжності першого порядку (\tilde{A}^1) для графа, наведеного на рис. 5. Розрахунки виконано за допомогою програмного забезпечення, розробленого авторами [19] з використання програмного середовища Microsoft Excel (рис. 6).

Назва індикатору	На що вплив	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	Індикатор8	Індикатор9	Індикатор10
Від чого вплив		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
N2	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
N3	3	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
N4	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
N5	5	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
N6	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
N7	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Індикатор8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 6. Булева матриця суміжності першого ступеню (фрагмент скріншота)

При розрахунку булевих матриць суміжності вже для матриці 3 ступеня (\tilde{A}^3) не буде жодного елемента зі значенням рівним нулю (рис. 7)

Додатковий інтерес можуть представляти дані про те, скільки всього в системі виникне зв'язків, що проходять через кожен з вершин розглянутого графа, що показано нижче на скріншотах відповідних матриць суміжності (рис. 8, 9):

Назва індикатору	На що вплив	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	Індикатор8	Індикатор9
Від чого вплив		1	2	3	4	5	6	7	8	9
N1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Індикатор8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 7. Булева матриця суміжності третього ступеня (фрагмент скріншота)

Наименование фактора	На что влияние	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	Фактор8	Фактор9
От чего влияние		1	2	3	4	5	6	7	8	9
N1	1	2	0	2	1	2	2	2	0	0
N2	2	3	1	2	1	1	2	1	0	0
N3	3	3	2	3	2	1	1	0	0	0
N4	4	1	2	3	0	2	0	1	0	0
N5	5	3	2	1	1	2	1	2	0	0
N6	6	1	2	1	0	1	0	1	0	0
N7	7	1	1	2	0	3	1	2	0	0
Фактор8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фактор9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис.8. Матриця суміжності другого ступеня (фрагмент скріншота)

Наименование фактора	На что влияние	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	Індикатор8	Індикатор9	Індикатор10
Від чого вплив		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N1	1	9	5	6	4	4	4	3	0	0	0
N2	2	7	5	6	3	6	3	4	0	0	0
N3	3	7	5	6	2	8	4	7	0	0	0
N4	4	6	2	6	2	6	5	5	0	0	0
N5	5	7	6	9	3	6	3	4	0	0	0
N6	6	3	2	5	1	4	2	3	0	0	0
N7	7	8	3	7	4	4	5	3	0	0	0
Індикатор8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 9. Матриця суміжності третього ступеня (фрагмент скріншота)

Для більшої наочності матриця суміжності подана в рекомбінованому вигляді, щоб отримати уявлення про існуючий «системний ландшафт» даної системи, відсортувавши стовпці і рядки в порядку спадання. Отриманий результат представлений на рис. 10.

Назва індикатору	На що вплив	Фактор8						
		N1	N3	N2	N5	N6	N4	N7
Від чого вплив		1	3	2	5	6	4	7
N1	1	9	6	5	4	4	4	3
N7	7	8	7	3	4	5	4	3
N2	2	7	6	5	6	3	3	4
N3	3	7	6	5	8	4	2	7
N5	5	7	9	6	6	3	3	4
N4	4	6	6	2	6	5	2	3
N6	6	3	5	2	4	2	1	3

Рис.10. Рекомбінована матриця суміжності 3 ступеню

Представлення даних моделювання на основі аналізу структури зв'язків між елементами дозволяє, з точки зору авторів, визначити і зони найбільшої уваги з боку керівника проекту. Зокрема, можна зробити припущення, по аналогії з правилом Парето, що максимальний управлінський ефект можна очікувати від управління факторами N1, N7, N2 та N3.

Наведені результати моделювання дозволяють краще представити природу взаємодій між елементами системи на додаток до імітаційної моделі, яка створена на основі матриці перехідних ймовірностей (рис.12). Розрахунки виконані для «загального випадку» з використанням рівно можливих значень переходів між станами графу (рис. 5), як це представлено на рис. 11.

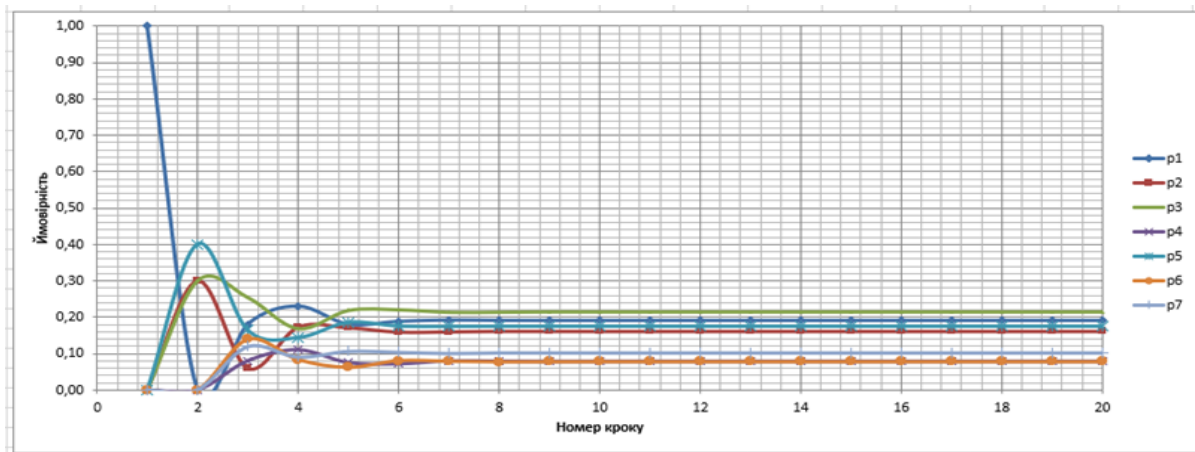


Рис. 12. Діаграма перехідних ймовірностей для орієнтованого графу (рис.5)

Список літератури

1. Pulse of the Profession®: Capturing the Value of Project Management <https://www.pmi.org/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-heprofession-2015.pdf>. (дата звертання : 15 грудня 2020).
2. A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation (P2M), Volume I Revision 3, Project Management Association of Japan (PMAJ), 2005.

Наименование фактора	К. чому переход	Фактор8						
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
От чего переход		1	2	3	4	5	6	7
N1	1	0,00	0,30	0,30	0,00	0,40	0,00	0,00
N2	2	0,00	0,00	0,45	0,00	0,35	0,00	0,20
N3	3	0,20	0,20	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
N4	4	0,30	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
N5	5	0,30	0,00	0,30	0,20	0,00	0,20	0,00
N6	6	0,45	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00
N7	7	0,35	0,33	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
Фактор8	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рис. 11. Матриця перехідних ймовірностей для орієнтованого графу (рис. 5)

Висновки. Незважаючи на істотні відмінності між типами проєктів і різноманіття умов їх реалізації, оцінка цінності проєктів і їх експертиза повинні проводитися в певному сенсі одноманітно, на основі єдиних обґрунтованих індикаторів (параметрів). Запропоновано існуючу систему індикаторів розподілити на три групи: методологічні, методичні та операційні. Розроблена авторами модель може служити методологічною основою для управління цінністю проєктів та дозволяє впроваджувати інструменти управління цінністю на різних етапах життєвого циклу проєкту. За допомогою матричної діаграми (матриці зв'язків) показано що всі індикатори є сильно зв'язаними, та залежать один від одного. Результуюча матриця сильної зв'язності містить всі зв'язки від вершини і до вершини j та ілюструє безпосередній зв'язок між індикаторами. У роботі показано, що в група методичних індикаторів об'єктивно відображає успішність проєкту та розглядаючи будь-який з індикаторів, можна зробити висновок щодо ефективності або успішності всієї місії або стратегічної цілі проєкту.

3. The Project Management Association of Japan (PMAJ), Японія [URI: http://www.pmaj.or.jp/ENG/](http://www.pmaj.or.jp/ENG/) (дата звертання : 10 грудня 2020).
4. Agile business consortium [URI: https://www.agilebusiness.org/](https://www.agilebusiness.org/) (дата звертання: 15 грудня 2020).
5. What is Scrum? [URI: https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum](https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum). (дата звертання: 12 грудня 2020).
6. Стандарт по проєктуванню ISO 10006:2017. Quality management systems – Guidelines for quality management in projects //

URI: <https://www.iso.org/standard/70376.html>. (дата звертання : 15 грудня 2020).

7. *Agile and Lean Applied to Construction* by A. Smith. *Ennova*. URL: <http://ennova.com.au/blog/2011/09/agile-lean-compared-applied-construction>. (дата звертання : 11 грудня 2020).

8. *Стандарт GPM® Global P5TM*. URL: <http://greenprojectmanagement.org/>. (дата звертання : 15 грудня 2020).

9. *Organizational Project Management* PMI: Project Management Institute. URL: <http://www.pmi.org/Business-Solutions/Organizational-Project-Management.aspx>. (дата звертання : 11 грудня 2020).

10. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK® Guide*. Sixth Edition by the Project Management Institute. *Newtown Square, PA*: Project Management Institute, 2016.

11. Normann, R. *Reframing business: when the map changes the landscape*. New York: Wiley, 2001. – 352 p.

12. Kerzner, H. Frank P. *Saladis Value-driven project management*. New York: The IIL, 2012. – 276 p.

13. Kayachev G.F. Loktionov D.A. Evolution of the value approach in company management. *Leadership and Management*. № 4, 2019, 2019. – Т. 6. – № 4. – С. 397-408. doi: 10.18334/lim.6.4.41377

14. Безродна С. М. *Управління якістю: навч. посіб. для студентів економічних спеціальностей*. Чернівці: ПВКФ «Технодрук», 2017. – 174 с.

15. Kolesnikov O., Gogunskii V., Kolesnikova K., Lukianov D., Olekh T., Kolesnikov O. Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 5, Issue 9 (83). P. 20–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80769>

16. Kolomiiets A., Morozov V. Investigation of Optimization Models in Decisions Making on Integration of Innovative Projects. *Proceedings of the International Scientific Conference «Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence»*, Springer, Cham, 2020, pp. 51-64.

17. Olekh H, Prokopovich I, Olekh T, Kolesnikova K. *Elaboration of a Markov model of project success*. *Applied Aspects of Information Technology* 2020; Vol.3 No.3: 191–202

18. Татт, У. *Теория графов*. М. : Мир, 1988. – 424 с.

19. Sherstiuk O., Kolesnikov O., Lukianov D. Team Behaviour Model as a Tool for Determining the Project Development Trajectory. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. – IEEE, 2019, pp. 496-500

References (transliterated)

1. *Pulse of the Profession®: Capturing the Value of Project Management*. Available at: <https://www.pmi.org/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-heprofession-2015.pdf>. (accessed 15.12. 2020)

2. *A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation (P2M), Volume I Revision 3*. Project Management Association of Japan (PMAJ), 2005.

3. *The Project Management Association of Japan (PMAJ)*, Японія. Available at: <http://www.pmaj.or.jp/ENG/> (accessed 10.12. 2020)

4. *Agile business consortium*. Available at: <https://www.agilebusiness.org/> (accessed 15.12. 2020)

5. *What is Scrum?* Available at: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum> (accessed 12.12. 2020)

6. *Стандарт по проєктуванню ISO 10006:2017. Quality management systems – Guidelines for quality management in projects*. Available at: <https://www.iso.org/standard/70376.html> (accessed 15.12. 2020)

7. *Agile and Lean Applied to Construction* by A. Smith. *Ennova*. Available at: <http://ennova.com.au/blog/2011/09/agile-lean-compared-applied-construction> (accessed 11.12. 2020)

8. *Стандарт GPM® Global P5TM*. [Standard GPM® Global P5TM.] Available at: <http://greenprojectmanagement.org/> (accessed 15.12. 2020)

9. *Organizational Project Management*. PMI: Project Management Institute. Available at: <http://www.pmi.org/Business-Solutions/Organizational-Project-Management.aspx>. (accessed 11.12. 2020)

10. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK® Guide*. Sixth Edition by the Project Management Institute. *Newtown Square, PA*: Project Management Institute, 2016.

11. Normann, R. *Reframing business: when the map changes the landscape*. New York: Wiley, 2001. – 352 p.

12. Kerzner, H. *Value-driven project management*. New York: The IIL, 2012. – 276 p.

13. Kayachev G.F., Loktionov D.A. Evolution of the value approach in company management. *Leadership and Management*. № 4, 2019 (October–December), 2019. – Т. 6. – № 4. – С. 397-408. doi: 10.18334/lim.6.4.41377

14. *Bezrodna S. M. Upravlinnya yakystyu: navch. posib. dlya studentiv ekonomichnih special'nostej* [Quality management: textbook. way. for students of economic specialties]. Chernivci: PVKF «Tekhnodruk», 2017, 174 s.

15. Kolesnikov O., Gogunskii V., Kolesnikova K., Lukianov D., Olekh T. Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 5, Issue 9 (83). P. 20–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80769>

16. Kolomiiets A., Morozov V. Investigation of Optimization Models in Decisions Making on Integration of Innovative Projects. *Proceedings of the International Scientific Conference «Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence»*, Springer, Cham, 2020, pp. 51-64.

17. Olekh H, Prokopovich I, Olekh T, Kolesnikova K. *Elaboration of a Markov model of project success*, *Applied Aspects of Information Technology*, 2020; Vol.3 No.3: 191–202

18. Tatt, U. *Teoriya grafov* [Theory of graphs]. Moscow : Mir, 1988, 424

19. Sherstiuk O., Kolesnikov O., Lukianov D. Team Behaviour Model as a Tool for Determining the Project Development Trajectory. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. IEEE, 2019, 496-500

Надійшла (received) 20.12.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Олех Тетяна Мефодіївна (Олех Татьяна Мефодиевна, Olekh Tetiana Miphodievna) – кандидат технічних наук, доцент, Одеський національний політехнічний університет, доцент кафедри вищої математики та моделювання систем; e-mail: olekhta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9187-1885>.

Колеснікова Катерина Вікторівна (Колесникова Екатерина Викторовна, Kolesnikova Kateryna Victorivna) – доктор технічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, професор кафедри технологій управління; тел.; e-mail: amberk4@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9160-5982>.

Мезенцева Ольга Олексіївна (Мезенцева Ольга Алексеевна, Mezentseva Olga Alekseevna) – кандидат економічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри технологій управління; e-mail: olga.mezentseva.fit@gmail.com.

Гогунський Віктор Дмитрович (Гогунский Виктор Дмитриевич, Gogunskii Viktor Dmitrievich) – доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, завідувач кафедри управління системами безпеки життєдіяльності; e-mail: vd.gogunsky@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9115-2346>.

П. М. ЛУБ, А. О. ШАРИБУРА, В. В. ПТАШНИК, В. Л. ПУКАС

УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ У ВИРОБНИЧИХ ПРОЕКТАХ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ТУРБУЛЕНТНОГО ПРОЄКТНОГО СЕРЕДОВИЩА

Розкрито особливості впливу турбулентного проектного середовища на час запуску та тривалість робіт у проектах збирання врожаю цукрових буряків. Зокрема, розглядається вплив двох ймовірнісних складових проектного середовища – агрометеорологічної та предметно-біологічної. Показано як використання методу Монте-Карло (статистичного імітаційного моделювання) дає змогу врахувати сукупний вплив некерованих та стохастичних складових турбулентного проектного середовища на своєчасність робіт у проектах та ефективність їх реалізації. Розкрито головні показники, які слід врахувати в статистичній імітаційній моделі проектів для встановлення характеристик природно зумовленого часу запуску проектів та тривалості робіт, а також визначення їх своєчасності. Акцентовано на тому, що використання методів статистичного імітаційного моделювання дає змогу виконати багаторазові реалізації (ітерації) моделі віртуального проекту. На цій підставі відтворюється турбулентність проектного середовища та його вплив на своєчасність робіт і показники ефективності відповідних проектів. Опрацьовано та узагальнено результати комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю щодо впливу турбулентного проектного середовища на терміни виконання робіт у проектах. Встановлено розподіли природно зумовленого часу запуску проектів збирання врожаю цукрових буряків за різної планової тривалості виконання робіт. Наведено диференціальні функції розподілу та оцінки статистичних характеристик природно зумовленого часу запуску проектів збирання цукрових буряків. Побудовано інтегральні залежності розподілу природно зумовленого часу запуску проектів за різної планової тривалості їх виконання. Встановлено залежність оцінок математичного сподівання природно зумовленого часу запуску проектів збирання врожаю цукрових буряків від планової тривалості їх виконання. Розкрито актуальність задачі та практичну можливість створення методів та моделей для управління часом у проектах збирання врожаю, а відтак розвитку автоматизованих систем підтримки прийняття рішень для підвищення ефективності управління цими проектами.

Ключові слова: управління часом, проект, збирання врожаю, турбулентність, проектне середовище, моделювання, час запуску проектів, тривалість робіт, своєчасність, ефективність.

П. М. ЛУБ, А. О. ШАРЫБУРА, В. В. ПТАШНЫК, В. Л. ПУКАС

УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕНЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЕКТАХ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТУРБУЛЕНТНОЙ ПРОЕКТНОЙ СРЕДЫ

Раскрыты особенности влияния турбулентной проектной среды на время запуска и продолжительность работ в проектах уборки урожая сахарной свеклы. В частности, рассматривается влияние двух вероятностных составляющих проектной среды – агрометеорологической и предметно-биологической. Показано как использование метода Монте-Карло (статистического имитационного моделирования) позволяет учесть совокупное влияние неуправляемых и стохастических составляющих турбулентной проектной среды на своевременность работ в проектах и эффективность их реализации. Раскрыты главные показатели, которые следует учесть в статистической имитационной модели проектов для определения характеристик естественно обусловленного времени запуска проектов и продолжительности работ, а также определение их своевременности. Акцентировано внимание на том, что использование методов статистического имитационного моделирования позволяет выполнить многократные реализации (итерации) модели виртуального проекта. На этом основании воспроизводится турбулентность проектной среды и ее влияние на своевременность работ и показатели эффективности соответствующих проектов. Обработаны и обобщены результаты компьютерных экспериментов со статистической имитационной моделью по влиянию турбулентной проектной среды на сроки выполнения работ. Определены распределения естественно обусловленного времени запуска проектов уборки урожая сахарной свеклы при различной плановой продолжительности выполнения работ. Приведены дифференциальные функции распределения и оценки статистических характеристик естественно обусловленного времени запуска проектов уборки сахарной свеклы. Построены интегральные зависимости распределения естественно обусловленного времени запуска проектов по различной плановой длительности их выполнения. Установлена зависимость оценок математического ожидания естественно обусловленного времени запуска проектов уборки урожая сахарной свеклы от плановой длительности их выполнения. Представлены актуальность задачи и практическая возможность создания методов и моделей для управления временем в проектах уборки урожая, а следовательно – развития автоматизированных систем поддержки принятия решений для повышения эффективности управления этими проектами.

Ключевые слова: управления временем, проект, уборка урожая, турбулентность, проектная среда, моделирование, время запуска проектов, продолжительность работ, своевременность, эффективность.

P. LUB, A. SHARYBURA, V. PTASHNYK, V. PUKAS

THE TIME MANAGEMENT IN PRODUCTION PROJECTS TAKING INTO ACCOUNT THE IMPACT OF A TURBULENT PROJECT ENVIRONMENT

The peculiarities of the influence of turbulent projects environment on the start-up time and duration of works in sugar beet harvesting projects are revealed. In particular, the influence of two probabilistic components of the project environment is considered – agrometeorological and subject-biological. It is shown how the use of the Monte Carlo method (statistical simulation) allows to take into account the combined influence of uncontrolled and stochastic components of the turbulent projects environment on the timeliness of work in projects and the effectiveness of their implementation. The main indicators that should be taken into account in the statistical simulation model of projects are revealed to establish the characteristics of the natural start time of projects and duration of work, as well as to determine their timeliness. Emphasis is placed on the fact that the use of statistical simulation methods allows to perform multiple implementations (iterations) of the virtual project model. On this basis, the turbulence of the project environment and its impact on the work timeliness are reproduced and performance indicators of relevant projects. The results of computer experiments with a statistical simulation model on the influence of turbulent design environment on the timing of work in projects are processed and summarized. Distributions of naturally determined start-up time of sugar beet harvesting projects with different planned duration of works have been established. Differential functions of distribution and estimation of statistical characteristics of naturally determined start-up time of

© П. М. Луб, А. О. Шарибура, В. В. Пташник, В. Л. Пукас, 2021

sugar beet harvesting projects are given. Integral dependences of distribution of naturally caused start-up time of projects on various planned duration of their implementation are constructed. The dependence of estimates of the mathematical expectation of the naturally determined start-up time of sugar beet harvesting projects on the planned duration of their implementation is established. The urgency of the task and the practical possibility of creating methods and models for time management in harvesting projects, and thus the development of automated decision support systems to improve the efficiency of these projects management.

Keywords: time management, project, harvesting, turbulence, project environment, modeling, start-up time of project, duration of works, timeliness, efficiency.

Вступ. Виробництво цукру в Україні здійснюється завдяки реалізації різнотипних проєктів із вирощування та збирання цукрових буряків, транспортування та переробки коренеплодів на цукрових заводах. Зокрема, проєкти збирання цукрових буряків (ПЗЦБ) відіграють важливу роль у формуванні якісного стану коренеплодів, а також значною мірою визначають обсяги технологічних втрат [1]. Умовою ж своєчасного виконання ПЗЦБ є обґрунтування параметрів відповідного технічного забезпечення, які узгоджені з часом запуску проєктів збирання та обсягами виробничої площі культури [1, 2, 3]. Таке обґрунтування потребує розроблення специфічних методик і моделей, які давали б змогу визначити природно зумовлену тривалість виконання ПЗЦБ враховуючи особливості функціонування бурякозбиральних комбайнів, часу запуску проєкту збирання врожаю, стохастичності агрометеорологічних умов і досягання цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню управління часом у проєктах збирання сільськогосподарських культур присвячена достатньо значна кількість наукових праць [1-3, 5, 6]. Їх особливістю є те, що за час запуску та припинення реалізації проєкту приймаються події які відображають час досягання культури та припинення фізичної стиглості ґрунту [4, 7-9, 11]. Однак, існує ряд проєктів для яких даний підхід з позиції ефективності є неприйнятним. Одним з них є проєкти збирання цукрових буряків, оскільки через біологічну особливість формування врожаю – раціональним вважається виконання та завершення робіт у якомога найпізніші терміни. Частково, вирішення цього питання виконано у праці [1]. Однак, у розроблених методиках не розглядається можливість зміни часу запуску проєктів, різних обсягів робіт (площі культури) та технічного оснащення. Безперечно, ці положення є первинними і потребують поглиблених досліджень в контексті підвищення ефективності процесів управління ПЗЦБ, а відтак забезпечення прибутковості галузі [17, 18].

Постановка завдання. Метою статті є розкрити особливості формування природно зумовлених термінів виконання робіт у проєктах збирання врожаю цукрових буряків під впливом проєктного середовища та представити результати досліджень.

Вклад основного матеріалу. Загальновідомо, що через біологічну особливість формування врожаю коренеплодів цукрових буряків, а саме – приріст їх маси та цукристості в осінній період, цілком економічно вмотивовано виникає завдання завершити

проєкт збирання врожаю в якомога пізніші терміни і до початку заморозків. Однак, через стохастичність агрометеорологічних умов своєчасність виконання ПЗЦБ характеризуватиметься вірогідністю та ризиком втрат [1, 2, 4, 10].

Саме тому, фонд часу для виконання означених проєктів необхідно узгоджувати із природними процесами скорочення тривалості світлової частини доби, ймовірності виникнення непогожих проміжків, а також початку зимового періоду.

Поля із досяглими коренеплодами є основною ідентифікаційною ознакою для прийняття рішення щодо початку реалізації проєктів збирання. Для визначення природно зумовленого часу запуску ($\tau_{пз}$) (календарного дня) ПЗЦБ сформуємо умову розв'язання даної задачі – час запуску $\tau_{пз}$ вважається раціональним ($\tau_{пз}^p$), якщо його виконання завершиться ($\tau_{зз}$) до моменту початку зимового періоду (до часу ($\tau_{ф}^3$) завершення фізичної стиглості ґрунту, або до часу (τ^{-5}) виникнення заморозків нижче -5°C) [1]. Як уже зазначалося, $\tau_{зз}$ характеризує агрометеорологічно зумовлене завершення ПЗЦБ (через початок зимового періоду), а незібраний врожай коренеплодів вважається втраченим повністю.

Для визначення $\tau_{пз}^p$ слід мати дані про $\tau_{ф}^3$ (τ^{-5}), а також знати тривалість (тзб) ПЗЦБ:

$$t_{зб} = \frac{\sum_{\gamma=1}^p S_{\gamma}}{W_{добр}} \quad (1)$$

де S_{γ} – площа γ -о поля, на якому виконують ПЗЦБ і котре входить до виробничої площі (S) культури сформованої із p -о числа полів, га; $W_{добр}$ – добова продуктивність бурякозбирального комбайна, га/добу.

З урахуванням цього, час запуску проєктів $\tau_{пз}$ необхідно вибирати так, щоб ПЗЦБ завершилися до події $\tau_{ф}^3$:

$$\tau_{пз} = \tau_{ф}^3 - t_{зб}. \quad (2)$$

Відповідно до вищезазначеного, раціональним часом запуску $\tau_{пз}^p$ проєктів слід вважати такий календарний день за якого виконуватиметься умова:

$$\tau_{зз} = \tau_{ф}^3. \quad (3)$$

Забезпечення умови (3) є ймовірнісним, оскільки час завершення $\tau_{зз}$ проєктів залежить від впливу агрометеорологічної складової:

$$\tau_{33} = f(\tau_{пз}, S_{\gamma}, W_{доб}, \sum t_{пн}). \quad (4)$$

де $\sum t_{пн}$ – сумарна тривалість непогожих проміжків впродовж виконання проєктів, діб.

Такий підхід до визначення $\tau_{пз}^p$ буде достовірним лише за ідеальних умов, тобто для однозначно встановлених (детермінованих) початкових даних - $\tau_{ф}^3$, $W_{доб}^p$, S , $\sum t_{пн}$, $t_{пн}$. На жаль, на практиці зміна стану коренеплодів та агрометеорологічних умов в розрізі осіннього періоду нівелює доцільність визначення $\tau_{пз}^p$ на підставі (ідеальних умов) детермінованих показників. Це вимагає розроблення нових методів та моделей визначення $\tau_{пз}^p$ ПЗЦБ (1).

Отже, через вплив ймовірнісних чинників на час τ_{33} , для будь-якого тпз існує лише певна вірогідність того, що проєкти завершаться в момент $\tau_{ф}^3$ (τ^{-5}) та виконуватиметься умова (3).

Окрім агрометеорологічно зумовлених складових умови (3), а саме тпз (тривалість погожих проміжків), $t_{пн}$, $\tau_{ф}^3$ та τ^{-5} , на значення τ_{33} також впливає мінливість добової продуктивності бурякозбирального комбайна – $W_{доб}$, га/добу. Значення $W_{доб}$ для γ -го поля залежить від багатьох чинників: 1) параметрів технічного забезпечення (Tn_{γ}); 2) поточної урожайності цукрових буряків (Un_{γ}); 3) конфігурації (K_{γ}) та рельєфу (ρ_{γ}) поля; 4) стану (λ_{γ}) ґрунту (вологості, твердості тощо); 5) природно дозволеного добового фонду часу для збирання ($t_{плд}$); б) організаційно-технологічних режимів виконання робіт (Tl_{γ}):

$$W_{доб\gamma} = f(Tn_{\gamma}, Un_{\gamma}, K_{\gamma}, \rho_{\gamma}, \lambda_{\gamma}, t_{плд}, Tl_{\gamma}). \quad (5)$$

Слід зазначити, що через приріст Un_{γ} та скорочення тривалості $t_{плд}$ впродовж осіннього періоду відбувається об'єктивне зменшення – $W_{доб\gamma}$. Окрім того, через виникнення непогожих проміжків $t_{пн}$ зростає тривалість t_{36} , що зумовлює потребу зміщення часу $\tau_{пз}$ ТП в більш "ранні терміни". Тоді, "реальна" тривалість t_{36}^p ПЗЦБ буде більшою за розрахункове значення (1), котре визначене для "ідеальних умов":

$$t_{36}^p = t_{36} + \sum t_{пн}. \quad (6)$$

Застосування цієї методології дає змогу врахувати сукупну дію ймовірнісних чинників $\tau_{пз}$ завдяки багаторазовій ітерації моделі і, на цій підставі, встановити ретроспективну множину даних для визначення статистичних характеристик та обґрунтування розподілу $\tau_{пз}^p$ [15, 16].

Врахування впливу ймовірнісних чинників ($t_{пн}$, $t_{пн}$, $\tau_{ф}^3$, τ^{-5} , $t_{плд}$ та Un) в статистичній імітаційній моделі проєктів здійснюється на підставі

диференціальних функцій їх розподілів та відповідних статистичних залежностей, котрі обґрунтовуються за даними спостережень агрометеорологічних станцій.

Знання про добову продуктивність $W_{доб}$ дає змогу (1) визначити t_{36} , для відповідної виробничої площі (S) цукрових буряків. Тоді, відносно $\tau_{ф}^3$ у зворотному до календарної осі напрямі, фіксується проміжок часу із тривалістю t_{36} , який і визначає день запуску проєкту. Встановлена доба фіксується як $\tau_{пз}^p$ за якої виконуватиметься умова (3). Аналогічні процедури виконують для Np ітерацій моделі, що дає змогу зафіксувати ретроспективну множину даних $\tau_{пз}^p$ для наступного їх опрацювання за методами математичної статистики.

Представлення цієї методики визначення $\tau_{пз}^p$ в аналітичному виразі буде наступним:

$$\tau_{пз}^p = \tau_{ф}^3 - (t_{36} + \sum t_{пн}). \quad (7)$$

Для розкриття зв'язку між плановою (розрахунковою) тривалістю t_{36}^p проєкту та природно зумовленим часом його запуску $\tau_{пз}^n$, нами проведено статистичне імітаційне моделювання розвитку погодних умов осіннього періоду [12-14]. Зокрема, визначення $\tau_{пз}^n$ ПЗЦБ здійснено для чотирьох варіантів t_{36}^p – 5, 10, 15 та 20 діб (рис. 1).

Отримані результати моделювання опрацьовано за методами математичної статистики, що разом із застосуванням критерію χ^2 Пірсона дало змогу обґрунтувати розподіли $\tau_{пз}^n$. Диференціальні функції розподілу $\tau_{пз}^n$ наведено в табл.

Аналіз отриманих розподілів $\tau_{пз}^n$, а також даних щодо природно зумовленого часу завершення (τ_{33}^n) проєктів переконує у значних межах відхилення зазначених показників. Таким чином, вплив агрометеорологічних умов на природно зумовлені терміни запуску й завершення ПЗЦБ зумовлює значні межі відхилень вірогідності своєчасного їх виконання.

Зокрема, побудова інтегральних залежностей розподілу $\tau_{пз}^n$ для різної планової тривалості виконання ПЗЦБ дає підстави констатувати, що розгляд тільки агрометеорологічної складової як визначального критерію для обґрунтування часу запуску цих проєктів є некоректним. Зокрема встановлено, що за умови планування часу $\tau_{пз}$ ПЗЦБ у календарні терміни, які відповідають встановленим оцінкам математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{пз,5}^n] = 298,8$, ..., $\bar{M}[\tau_{пз,20}^n] = 275,6$ доби (табл.), вірогідність "правильного" рішення щодо виконання цих проєктів знаходиться у межах $Pi = 0,61 \dots 0,621$ (рис. 2). Згідно з цим, а також із побудованими статистичними закономірностями приходимо до висновку, що час запуску $\tau_{пз}$ ПЗЦБ необхідно

розглядати у системній єдності із обсягами робіт та темпами їх виконання відповідним технічним забезпеченням. Оцінку цієї своєчасності

слід виконувати на підставі технологічного критерію – обсягів біологічних та технологічних втрат, а також їх наступного вартісного оцінення.

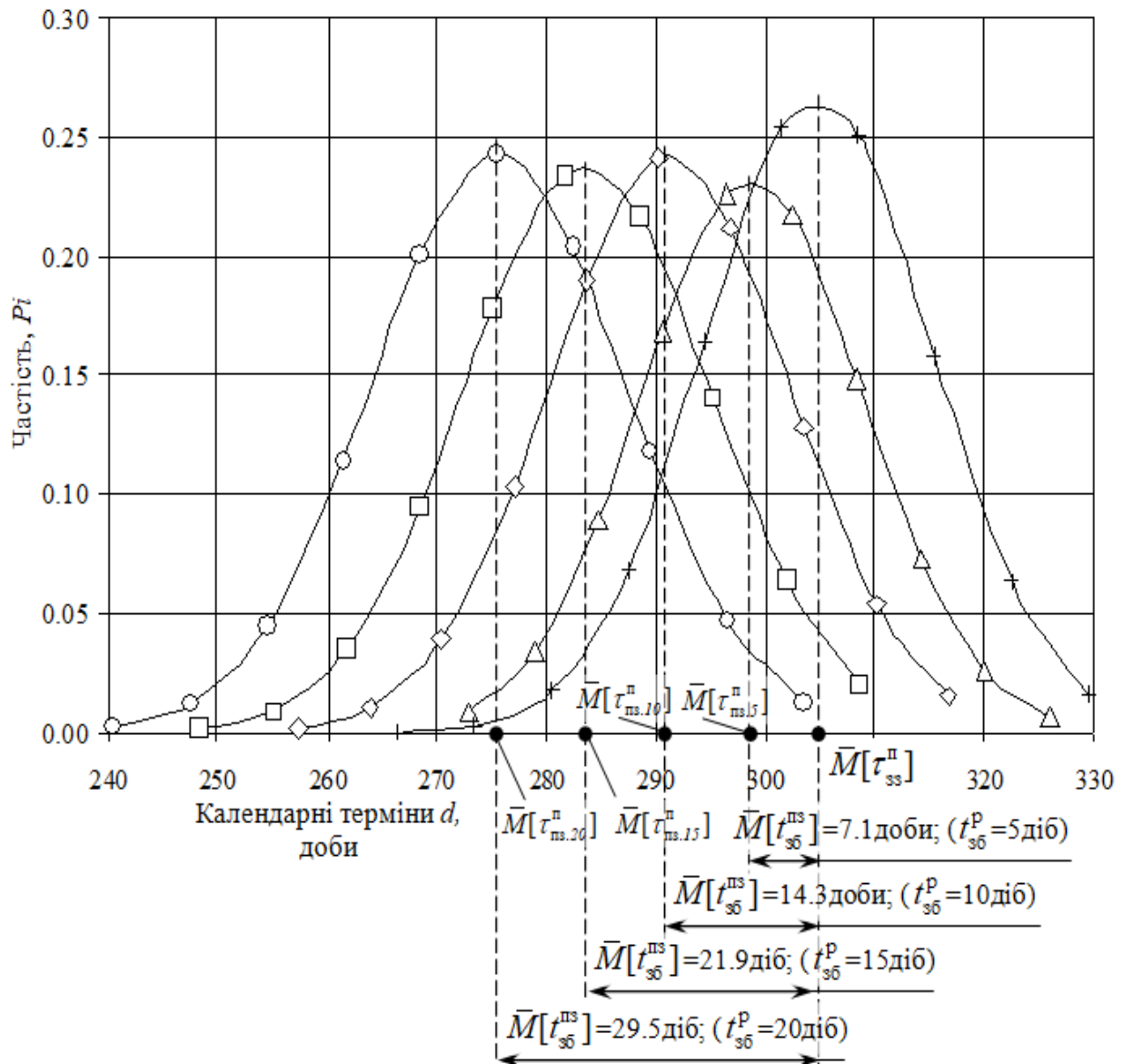


Рис. 1. Розподіл природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної планової тривалості його виконання: $\bar{M}[\tau_{ns,5}^n], \bar{M}[\tau_{ns,10}^n], \bar{M}[\tau_{ns,15}^n], \bar{M}[\tau_{ns,20}^n]$ – відповідно оцінки математичного сподівання природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної (5, 10, 15 та 20 діб) планової тривалості (t_{36}^P) їх виконання; $\bar{M}[\tau_{33}^n]$ – оцінки математичного сподівання природно зумовленого часу завершення ПЗЦБ, доба

Опрацювання отриманих множин даних τ_{ns}^n за різних значень планової тривалості t_{36}^P (1...30 діб) дало змогу встановити відповідну кореляційну залежність оцінок їх математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{ns}^n]$ від t_{36}^P (рис. 3). Рівняння цієї оберненої лінійної кореляційної залежності має вигляд:

$$\bar{M}[\tau_{ns}^n] = -1,5238 \cdot t_{36}^P + 306,52. \quad (8)$$

Високий коефіцієнт кореляції $r = -0,998$ вказує на пряму залежність $\bar{M}[\tau_{ns}^n]$ від t_{36}^P .

Слід також зауважити, що через вплив непогожих проміжків планова тривалість t_{36}^P ПЗЦБ зростатиме. Такий прояв агрометеорологічної складової зумовлює підвищення вірогідності технологічних втрат у відповідному проекті, а відтак формує потребу врахування цього природно зумовленого явища для узгодження часу запуску τ_{ns} проектів, виробничої площі S цукрових буряків та параметрів технічного забезпечення.

Таблиця 1 – Диференціальні функції розподілу та оцінки статистичних характеристик природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ

Планова (розрахункова) тривалість ПЗЦБ t_{36}^p , діб	Диференціальна функція розподілу (нормальний закон розподілу)	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[\tau_{пз}^n]$, доба	$\nu[\tau_{пз}^n]$
5 діб	$f(\tau_{пз,5}^n) = 0,039 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,5}^n - 298,779)^2}{206,488}\right]$	298,8	0,353
10 діб	$f(\tau_{пз,10}^n) = 0,037 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,10}^n - 291,253)^2}{235,557}\right]$	291,2	0,291
15 діб	$f(\tau_{пз,15}^n) = 0,035 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,15}^n - 283,722)^2}{252,679}\right]$	283,7	0,290
20 діб	$f(\tau_{пз,20}^n) = 0,035 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,20}^n - 275,656)^2}{264,431}\right]$	275,7	0,297

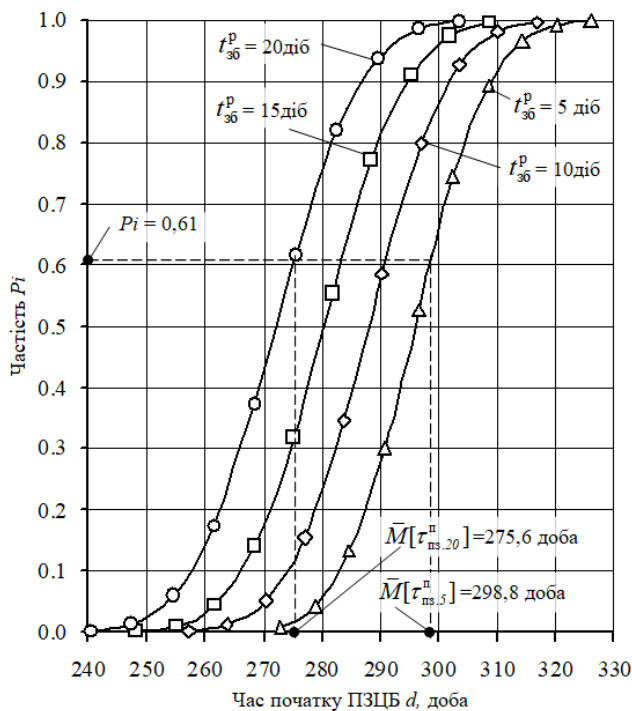


Рис. 2. Інтегральні залежності розподілу природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної планової тривалості (t_{36}^p) його виконання

Виконані нами комп'ютерні експерименти також дали змогу встановити вплив агрометеорологічних умов на "видовження" тривалості ПЗЦБ у порівнянні із її плановим значенням t_{36}^p .

Отримана закономірність зміни оцінок математичного сподівання $\bar{M}[t_{36}^n]$ за різної планової тривалості t_{36}^p проєктів підтверджує гіпотезу про те, що для порівняно більших значень t_{36}^p вплив непогожих проміжків на своєчасність ПЗЦБ буде відчутнішим. Це явище також формує об'єктивні причини простою технічного забезпечення через

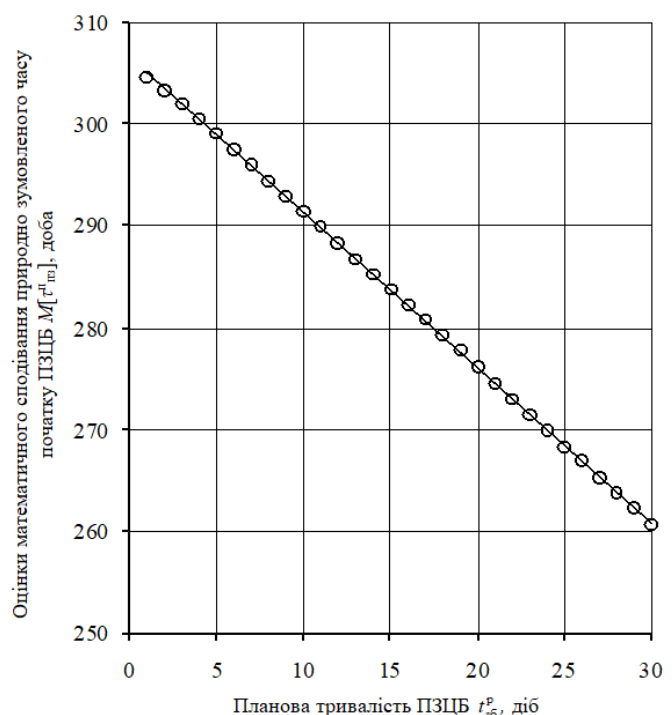


Рис. 3. Залежність оцінок математичного сподівання природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ від планової тривалості його виконання

непогожі проміжки, а відтак позначається на сезонних обсягах виконаних робіт. Зокрема, закономірність зміни $\bar{M}[t_{36}^n]$ відносно t_{36}^p має вигляд:

$$\bar{M}[t_{36}^n] = 1.5238 \cdot t_{36}^p - 0.9413. \quad (9)$$

Значення коефіцієнту кореляції – $r = 0,999$ констатує тісний зв'язок між зазначеними величинами.

Таким чином, врахування впливу агрометеорологічної складової на формування природно зумовлених термінів виконання ПЗЦБ відіграє важливу роль в оцінці своєчасності їх

виконання та оціненні вірогідності технологічних втрат врожаю коренеплодів, а відтак дає змогу об'єктивно обґрунтувати параметри технічного забезпечення цих проєктів.

Висновки. 1. Розвиток методів та моделей управління ПЗЦБ, що дають змогу враховувати ймовірнісні складові проєктного середовища потребує застосування відповідної бази даних та знань, методів статистичного імітаційного моделювання, ІТ, комп'ютерних експериментів та узагальнення їх результатів. Це дає змогу обґрунтувати рішення щодо підвищення ефективності управління цими проєктами, а також формувати програми розвитку технологічних систем збирання врожаю сільськогосподарських культур. 2. Врахування турбулентного проєктного середовища дає змогу удосконалити методику моделювання ПЗЦБ за допомогою відповідної статистичної імітаційної моделі, а відтак кількісно оцінити узгодження часу їх запуску, виробничої площі культури та параметрів технічного забезпечення. 3. Визначення природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ для чотирьох варіантів планової тривалості робіт (t_{36}^p – 5, 10, 15 та 20 діб) та застосування критерію χ^2 Пірсона дало змогу обґрунтувати розподіли цієї ймовірнісної величини, а також їх диференціальні функції (табл.). Аналіз цих розподілів розкриває значні межі відхилення природно зумовленого часу запуску проєктів. 4. Побудова інтегральних залежностей розподілу природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ для різної планової тривалості виконання робіт дає підстави констатувати, що розгляд тільки агрометеорологічної складової як визначального критерію для обґрунтування часу запуску цих проєктів є некоректним. Зокрема встановлено, що за умови запуску ПЗЦБ у календарні терміни, які відповідають встановленим оцінкам математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{пз,5}^n] = 298,8, \dots, \bar{M}[\tau_{пз,20}^n] = 275,6$ доби (табл.), вірогідність "коректного" рішення щодо термінів їх виконання знаходиться у межах $P_i = 0,61 \dots 0,621$ (рис. 2).

Список літератури

1. Спічак В. С. *Управління виробничо-технологічним ризиком у проєктах збирання цукрових буряків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проєктами та програмами»*. Львів, 2010. 23 с.
2. Шарибура А. О. *Управління змістом та часом у проєктах з технологічним ризиком (стосовно збирання льону-довгунця) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проєктами та програмами»*. Львів, 2010. 20 с.
3. Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Панюра Я. Й. [та ін.] Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проєктах аграрного виробництва. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2010. №1/2 (43). С. 46-48.
4. Lub P., Sharybura A., Sydorчук L., Tatomyr A., Pukas V., Cupial M. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020): Vol. 1 Slavsko*, 2020. pp. 244-253.

5. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet. *J. Agri. Soc. Sci.*, Vol. 4, No. 2, 2008. pp. 69-73.
6. Тимочко В. О., Падука Р. І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агроінженерні дослідження*. 2013. №17. С.22-29.
7. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010. Vol. 1, No. 2(43). pp. 56-80.
8. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). – pp. 39-41.
9. Sydorчук O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). – pp. 33-35.
10. Тригуба А. М. Параметри технічного оснащення кооперативів із кормозабезпечення молочних ферм сімейного типу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*, 2015. Вип. 226. С.301-307.
11. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. *Long-term storage of sugar beet in North-West Europe*. COBRI Report №1. 2013. p. 50.
12. Кононенко И. В., Агаи А. Имитационное моделирование применения альтернативных методологий для управления проектом в области ИТ. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2016. Вып. 73. – С. 74-86.
13. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method*, 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.
14. Schildt H. C#: *The Complete Reference*. Osborne: The McGraw-Hill Companies; 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
15. Bertalanffy L. *General system theory. Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
16. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. Agricultural Sector. Washington DC, USDA-ERS, *Technical Bulletin Number 1918*. 2008. p. 56-64.
17. Бушув С. Д. Життєвий цикл хмарних технологій управління проєктами та програмами. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. 2011. № 3. С. 9-14.
18. *The Standard for portfolio management*. Third Edition, Project management institute. 2013. 189 p.

References (transliterated)

1. Spichak V. S. *Upravlinnya vy`robny`cho-technologichny`m ry`zy`kom u proektax zby`rannya czukrovy`x buryakiv : avtoref. dy`s. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk : spets. 05.13.22 «Upravlinnya proektamy ta prohramamy»* [The production-technological risk management in the projects of sugar beets harvesting: Abstract of a thesis cand. eng. sci. diss. 05.13.22 "Project and program management"]. Lviv, 2010. 23 p.
2. Sharybura A. O. *Upravlinnya zmistom ta chasom u proektakh z tekhnologichnym ryzykom (stosovno zbyrannya l'yonu-dovhuntsya) : avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk : spets. 05.13.22 „Upravlinnya proektamy ta prohramamy”* [Content and time management in projects with technological risk (regarding the harvesting of flax): author's ref. dis. for science. degree of Cand. tech. Science: special. 05.13.22 "Project and program management"]. L'viv, 2010. 20 s.
3. Sidorchuk OV, Triguba AM, Panyura Ya. [ta in.]. Osoblyvosti sytuatsiinoho upravlinnia zmistom ta chasom vykonannia robit u intehrovanykh proektakh ahrarnoho vyrobnytstva [Features of situational management of the content and time of performance of works in integrated projects of agricultural production]. *Skhidno-yevropeys'kyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies]. 2010. №1/2 (43). S. 46-48.
4. Lub P., Sharybura A., Sydorчук L., Tatomyr A., Pukas V., Cupial M. Features of management of industrial-technological

- risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*: Vol. 1 Slavsko, 2020. pp. 244-253.
5. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. *Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet*. J. Agri. Soc. Sci., Vol. 4, No. 2, 2008. pp. 69-73.
 6. Tymochko V. O., Padyuka R. I. *Identyfikaciya parametriv vyrobnycho-technichnyh resursiv portfelya proektiv silskogospodarskogo pidpryyemstva* [The parameters Identification of production and technical resources of the agricultural enterprise project portfolio]. *Visnyk Lvivskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Ser: Agroinzhenerni doslidzhennya* [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Series: Agroengineering research]. 2013. No 17. pp. 22-29.
 7. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010. Vol. 1, No. 2(43). pp. 56-80.
 8. Osoblyvosti sytuatsynoho upravlinnya zmistom ta chasom vykonannya robot u intehrovanykh proektakh ahrarnoho vyrobnytstva / Sydorchuk O. V. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). pp. 39-41.
 9. Sydorchuk O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). pp. 33-35.
 10. Tryguba A. M. Parametry tehničnogo osnashhennya kooperatyviv iz kormozabezpechennya molochnyh ferm simejnogo typu [Parameters of cooperatives technical equipment for feeding of family type dairy farms]. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Tehnika ta enerhetyka APK* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: APC Engineering and Energy], 2015. Vol. 226. pp.301-307.
 11. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe. *COBRI Report №1*. 2013. p. 50.
 12. Kononenko I. V., Agai A. Imitatsionnoe modelirovanie primeniya alternativnykh metodologiy dlya upravleniya proektom v oblasti IT [Simulation of the alternative methodologies use for project management in the IT]. *Otkrytiye informatsionnye i kompyuternye integrirovannyye tehnologii* [Open Information and Computer Integrated Technologies]. 2016. Vol. 73. pp. 74-86.
 13. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method*. 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.
 14. Schildt H. C#. The Complete Reference. *Osborne: The McGraw-Hill Companies*; 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
 15. Bertalanffy L. General system theory. *Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
 16. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. *Agricultural Sector*. Washington DC, USDA-ERS, Technical Bulletin Number 1918. 2008. pp. 56-64.
 17. Bushuyev S. D. Zhytlyevyj cykl hmarnyh tehnologiy upravlinnya proektamy ta programamy [Elektronnyj resurs] [Lifecycle of cloud-based project and program management technologies [Online resource]]. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva* [Project management and production development]. 2011. No 3. pp. 9-14.
 18. The Standard for portfolio management. Third Edition, *Project management institute*, 2013. 189 p.

Надійшла (received) 15.01.21

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Луб Павло Миронович (Луб Павел Миронович, Lub Pavlo Mironovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: pollylub@ukr.net.; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9600-0969>

Шарибура Андрій Остапович (Шарыбура Андрей Остапович, Sharybura Andriy Ostapovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. професора О.Д. Семковича Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: ascharibura@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7329-8774>

Пташник Вадим Вікторович (Пташник Вадим Викторович, Ptashnyk Vadym Viktorovych) – кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: ptashnykproject@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1018-1138>

Пукас Віталій Леонідович (Пукас Виталий Леонидович, Pukas Vitaliy Leonidovych) – здобувач кафедри тракторів, автомобілів та енергетичних засобів Подільського державного аграрно-технічного університету, м. Кам'янець-Подільський; e-mail: pukas.ivanna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0083-7359>

В. Ф. ПРОКОПЕНКОВ**ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПОИСКА ГАМИЛЬТОНОВА ЦИКЛА НА ГРАФЕ**

Предметом исследований является решение задачи поиска гамильтонова цикла на графе, которая в дискретной математике относится к NP классу сложности и по-прежнему сохраняет к себе интерес. Целью работы является разработка нового алгоритма решения этой задачи, гарантирующего нахождение оптимального решения с полиномиальными затратами времени. В работе [1] был выполнен анализ современного состояния проблемы, отмечены недостатки существующих методов решения, изложены новые принципы и метод нахождения решения. Известные методы решения задачи основаны на реализации перебора возможных вариантов решений или на интуитивных эвристиках. Методы с перебором решений неприемлемы по затратам так как характеризуются неполиномиальными затратами времени. Эвристические методы удовлетворительны по времени, но не гарантируют нахождение оптимального решения. Популярность методов перебора объясняется простотой линейного поиска в заранее известном множестве допустимых решений задачи. Но факториальная зависимость мощности множества решений $(n-1)!$ от числа вершин графа n делает невозможным применение таких методов для задач большого размера на практике. Желание существенно снизить временные затраты приводит к попыткам обоснованного редуцирования множества перебора либо к разработке различных эвристик, что фактически свидетельствует о невозможности сформулировать условия нахождения оптимального решения задачи в целом. В данной статье представлены описание условий, определяющих нахождение оптимального решения задачи и полиномиальный алгоритм решения задачи, воплощающий описанный метод. Поиск оптимального решения задачи сводится к поиску замкнутого пути в новом графе кратчайших путей. Граф кратчайших путей строится на основе исходного графа задачи, для чего используется алгоритм Дейкстры. Множество перебора для определения оптимального решения задачи состоит из решений, которые строятся из каждой вершины графа в графе кратчайших путей. Размер этого множества оценивается как $n(n-1)$. Разработанный параллельный алгоритм гарантирует отыскание оптимального решения, значительно сокращает исходное пространство поиска, позволяет находить решение с полиномиальной сложностью. Тестирование программы показало работоспособность разработанного метода и алгоритма решения задачи.

Ключевые слова: граф, граф кратчайших путей, гамильтонов цикл, сложность, NP-полнота, алгоритм Дейкстры, пространство поиска, множество допустимых решений, множество перебора, параллельная обработка, полиномиальный алгоритм.

В. П. ПРОКОПЕНКОВ**ПОЛІНОМІАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ ПОШУКУ ГАМІЛЬТОНОВА ЦИКЛУ НА ГРАФІ**

Предметом досліджень є вирішення задачі пошуку гамильтонова циклу на графі, яка в дискретній математиці відноситься до NP класу складності та як і раніше зберігає до себе інтерес. Метою роботи є розробка нового алгоритму вирішення цієї задачі, що гарантує знаходження оптимального рішення з поліноміальними витратами часу. У роботі [1] був виконаний аналіз сучасного стану проблеми, відзначені недоліки існуючих методів вирішення, викладені нові принципи і метод знаходження рішення. Відомі методи вирішення задачі засновані на реалізації перебору можливих варіантів рішень або на інтуїтивних евристичних методах. Методи з перебором рішень неприйнятні за витратами бо характеризуються неполіноміальними витратами часу. Евристичні методи задовільні за часом, але не гарантують знаходження оптимального рішення. Популярність методів перебору пояснюється простотою лінійного пошуку в заздалегідь відомій безлічі допустимих рішень задачі. Але факторіальна залежність потужності множини рішень $(n-1)!$ від числа вершин графа n унеможливує застосування таких методів для задач великого розміру на практиці. Бажання істотно знизити часові витрати призводить до спроб обґрунтованого скорочення множини перебору або до розробки різних евристик, що фактично свідчить про неможливість сформулювати умови знаходження оптимального рішення задачі в цілому. У даній статті представлені опис умов, що визначають знаходження оптимального рішення задачі та поліноміальний алгоритм рішення задачі, що втілює описаний метод. Пошук оптимального рішення задачі зводиться до пошуку замкнутого шляху в новому графі найкоротших шляхів. Граф найкоротших шляхів будується на основі вихідного графа задачі, для чого використовується алгоритм Дейкстри. Множина перебору для визначення оптимального розв'язку задачі складається з розв'язків, які будується з кожної вершини графа в графі найкоротших шляхів. Розмір цієї множини оцінюється як $n(n-1)$. Розроблений параллельний алгоритм гарантує відшукування оптимального рішення, значно скорочує вихідний простір пошуку, дозволяє знаходити рішення з поліноміальною складністю. Тестування програми показало працездатність розробленого методу і алгоритму вирішення завдання.

Ключові слова: граф, граф найкоротших шляхів, гамильтонів цикл, складність, NP-повнота, алгоритм Дейкстри, простір пошуку, множина допустимих рішень, множина перебору, паралельна обробка, поліноміальний алгоритм.

V. PROKOPENKOV**POLYNOMIAL ALGORITHM FOR FINDING A HAMILTONIAN CYCLE ON A GRAPH**

The subject of research is the solution of the problem of finding a Hamiltonian cycle on a graph, which in discrete mathematics belongs to the NP complexity class and still retains interest. The aim of this work is to develop a new algorithm for solving this problem, which guarantees finding the optimal solution with polynomial time. In [1], an analysis of the current state of the problem was performed, the shortcomings of existing methods of solving were noted, and new principles and method of finding solution were presented. Known methods for solving the problem are based on the implementation of a search of possible solutions or on intuitive heuristics. Enumeration methods of solutions are unacceptable in terms of costs, since they characterized by non-polynomial time. Heuristic methods are satisfactory in time, but they do not guarantee finding the optimal solution. The popularity of enumeration methods is explained by the linear simplicity of searching in a pre-known set of acceptable solutions to the problem. But the factorial dependence of the power of the set of solutions $(n-1)!$ from the number of vertices of the graph n makes it impossible to use such methods for large-size problems in practice. The desire to significantly reduce time costs leads to attempts to reasonably reduce the enumeration set or to the development of various heuristics, which actually indicates that it is impossible to formulate conditions for finding the optimal solution to the problem as a whole. This article describes the conditions that determine the optimal solution of the problem and a polynomial algorithm for solving the problem that embodies the described method. Finding the optimal solution to the problem is reduced to finding a closed path in a new graph of shortest paths. The shortest paths graph built on the original graph of the problem by using Dijkstra's algorithm. The enumeration set for determining the optimal solution of the problem consists of solutions that are constructed from each vertex of the source graph in the shortest paths graph. The size of this set is

В. Ф. Прокопенков, 2021

estimated as $n(n-1)$. The developed parallel algorithm guarantees finding the optimal solution, significantly reduces the initial search space, and allows you to find a solution with polynomial complexity. Testing of the program showed the efficiency of the developed method and algorithm for solving the problem.

Keywords: graph, shortest path graph, Hamiltonian cycle, complexity, NP-completeness, Dijkstra algorithm, search space, set of feasible solutions, enumeration set, parallel processing, polynomial algorithm.

Введение. Задача поиска замкнутого пути на графе возникла как игра «Кругосветное путешествие» по додекаэдру [2], предложенная У. Гамильтоном, в честь которого в последующем искомый замкнутый путь в графе носит название гамильтонова цикла [3]. Если граф содержит Гамильтонов цикл, такой граф называется гамильтоновым. И поиск гамильтонова цикла в графе, и проверка, является ли граф гамильтоновым – обе эти задачи относятся к NP полным задачам [4]. Такая сложность объясняется размером возможного пространства решений задачи. Если рассматривать полный граф из n вершин, в таком графе существует $n(n-1)!$ вариантов допустимых решений. Если мы не имеем чётких критериев, чтобы отличить оптимальное решение от допустимого, единственным качественным отличием остаётся длина замкнутого пути. В таком случае, для отыскания лучшего решения придётся перебрать все возможные решения. Решение этой задачи актуально и для сегодняшнего дня и для практических задач производства и для развития науки. Поэтому очевидна важность продолжения исследований.

Анализ последних публикаций. Возможно, решение задачи поиска гамильтонова цикла можно построить и так. Сначала определить содержит ли граф гамильтонов цикл, а потом, в случае положительного ответа, как-то найти этот цикл. В теории имеются критерии для проверки, является ли граф гамильтоновым [5-7], но они не применимы для графов произвольной структуры [8] для большинства практических задач, таких как [9]. Проблема усугубляется ещё и тем, что искомый гамильтонов цикл должен быть оптимальным, т.е. иметь наименьшую длину пути.

На текущий момент не существует эффективных полиномиальных алгоритмов для решения задачи в оптимальной постановке [10]. Любой алгоритм воплощает определённую логику решения задачи. Если алгоритм гарантирует получение оптимального решения, он называется точным, иначе эвристическим [11].

В группу точных методов для решения рассматриваемой задачи входят методы [12,13] динамического программирования со сложностью $2n$ и все переборные алгоритмы с экспоненциальной сложностью. Для переборных алгоритмов допустимые решения можно получать, используя комбинаторные методы, для которых гамильтонов цикл рассматривается как перестановка вершин, или используя алгоритмы обхода графа, например, алгоритм Робертса и Флореса [14]. Большие затраты на перебор требуют каким-то способом сокращения пространства перебора, например используя метод ветвей и границ [15] для отбрасывания

заведомо не оптимальных решений, но без потери оптимального.

Эвристические алгоритмы имеют полиномиальную сложность, строятся на логически обоснованных идеях, например, муравьиный алгоритм, генетические и гибридные [16-20], но их проблемой является сложность подбора настраиваемых параметров. Появляются новые алгоритмы, которые ориентированы на графы определённой структуры, например, для кубических графов в [21] было предложено решение со сложностью $1.26n$, а в [22] сложность решения понижена до $1.251n$.

В результате изучения состояния проблемы можно сделать следующие выводы. Причиной неудачи в разработке полиномиального метода решения задачи стала невозможность сформулировать условия нахождения оптимального решения задачи. Как следствие, основным способом решения по-прежнему остаётся перебор всех или большей части допустимых решений и использование интуитивных приёмов (эвристики).

Цель работы. На сегодняшний день не существует алгоритма решения рассматриваемой проблемы, удовлетворяющего требованиям:

- полиномиальная сложность;
- гарантированность оптимального решения;
- универсальность.

Разработка такого алгоритма является целью работы

Постановка задачи. Пусть задан граф $G = \langle V, E \rangle$, где $V = \{v_i \mid i = \overline{1, n}\}$ – это множество вершин, а $E = \{e_{ij} \mid i, j = \overline{1, n}, i \neq j\}$ – множество дуг графа. Дуга e_{ij} определяет наличие соединения между вершинами v_i и v_j , характеризуется расстоянием d_{ij} . Пусть задана начальная вершина $v_s \in V$.

Необходимо найти гамильтонов цикл минимальной длины из вершины v_s , т.е. кортеж $GC = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{n-1}, v_n, v_{n+1} \rangle$ из вершин графа G , для которого выполняются условия:

- 1) $v_1 = v_s$;
- 2) $v_{n+1} = v_s$;
- 3) для любой пары вершин $v_i, v_j \mid i, j \in \overline{1, n}$ справедливо: если $i \neq j$, то $v_i \neq v_j$;
- 4) для $\forall v_k \mid k \in \overline{2, n}$ в графе G существуют дуги: $e_{k-1, k}$ – из вершины v_{k-1} в вершину v_k и $e_{k, k+1}$ – из вершины v_k в вершину v_{k+1} .

Метод решения задачи. Принципы и метод решения задачи в сделанной постановке рассмотрены в работе [1], которую можно рассматривать как один из этапов разработки целевого алгоритма. В данной работе проанализируем эти результаты, выполним логическое обоснование и представим новый разработанный алгоритм.

Анализ состояния проблемы приводит нас к следующей последовательности логически связанных положений, обосновывающей метод решения задачи:

(1) Для отдельно взятого произвольного допустимого решения $gc^x = \langle v_1^x, v_2^x, \dots, v_k^x, \dots, v_{n-1}^x, v_n^x, v_{n+1}^x \rangle$ невозможно по каким-либо его параметрам сделать заключение является ли это решение оптимальным.

(2) Для отдельно взятого произвольного допустимого решения gc^x рассматривая его совместно с другим допустимым решением gc^y невозможно сделать заключение, является ли это решение оптимальным.

(3) Рассматривая пару допустимых решений gc^x и gc^y можно сделать только заключение о не оптимальности gc^x , если длины циклов находятся в отношении $|gc^x| > |gc^y|$

(4) Невозможность сформулировать условия нахождения оптимального решения оставляет единственно возможную схему решения задачи – перебор пространства допустимых решений.

(5) Множество всех допустимых решений задачи составляет пространство поиска оптимального решения $\{gc^x\}$, в котором $gc^x = \langle v_1^x, v_2^x, \dots, v_k^x, \dots, v_{n-1}^x, v_n^x, v_{n+1}^x \rangle$ – это отдельное допустимое решение.

(6) Размер пространства поиска равный $|\{gc^x\}|$ факториально зависит от количества вершин исходного графа n и делает неэффективной схему перебора для отыскания оптимального решения при большом значении n .

(7) Если для задачи путём перебора пространства допустимых решений не удаётся за приемлемое время найти оптимальное решение единственно возможным способом остаётся сокращение пространства поиска.

(8) Переборная схема решения будет эффективна только при значительном сокращении исходного пространства поиска $\{gc^x\}$ до множества перебора $\{gc^x\}^{opt}$, размер которого $|\{gc^x\}^{opt}|$ будет иметь полиномиальную зависимость от n .

(9) Реализация переборной схемы требует наличия процедуры генерации каждого допустимого решения gc^x пространства поиска, а сокращение пространства поиска $\{gc^x\}$ до множества перебора $\{gc^x\}^{opt}$ требует исключения максимально возможного количество таких решений gc^x , для которых длина $|gc^x| > |GC|$.

(10) В существующих методах решения задачи допустимые решения gc^x строятся либо как комбинаторные перестановки номеров вершин графа, через которые проходит путь, либо как пути в исходном графе, формируемые пошагово. На каждом очередном шаге включается очередная вершина (или дуга к ней). При такой процедуре формирования очередного допустимого решения невозможно оценить качество решения до момента завершения его формирования.

(11) Оптимальным решением задачи является кратчайший замкнутый путь, который не может не состоять из элементарных кратчайших путей исходного графа.

(12) Для каждого допустимого решения gc^x , составленного не из кратчайших путей, выполняется отношение $|gc^x| > |GC|$, которое и определяет возможности сокращения исходного пространства поиска до пространства перебора, за счёт исключения таких решений из пространства поиска.

(13) Нет необходимости строить все допустимые решения gc^x , формировать пространство поиска $\{gc^x\}$, а затем сокращать пространство поиска до пространства перебора.

(14) Каждое допустимое решение gc^x должно строиться не из отдельных дуг графа, а из сегментов кратчайших путей исходного графа, объединяющих несколько вершин (и, возможно, чем больше вершин в сегменте, тем лучше).

(15) Пространство перебора для нахождения оптимального решения должно включать только те допустимые решения gc^x , которые строятся на основе кратчайших путей между вершинами в исходном графе.

(16) При построении каждого решения gc^x , включаемого в множество перебора необходимо использовать не исходный граф, а производный от него граф кратчайших путей.

(17) Чтобы не потерять оптимальное решение при формировании множества перебора необходимо построить все возможные допустимые решения, формирующие это множество, на основе графа кратчайших путей исходного графа.

(18) Нахождение оптимального решения сводится к выполнению этапов:

- построение графа кратчайших путей исходного графа,

- формирование допустимых решений, которые составят множество перебора $\{gc^x\}^{opt}$ для определения оптимального решения.

- перебор $\{gc^x\}^{opt}$ и определение оптимального решения GC .

Руководствуясь сформулированными положениями, формально опишем предложенный в [1] метод и разработаем алгоритм решения задачи.

На первом этапе, применяя для реализации первого этапа, например алгоритм Дейкстры [23], для

каждой вершины v_s в графе G мы получим множество кратчайших путей $\{path_{sk} | k \in \overline{1, n}, k \neq s\}$, из этой вершины в другие вершины графа. В целом для всех вершин мы получим множество $\{\{path_{sk} | k \in \overline{1, n}, k \neq s\} | s \in \overline{1, n}\}$ всех критических путей между каждой парой вершин в графе G . Этот результат решения первого этапа приводит нас к новому понятию графа кратчайших путей.

Формально граф кратчайших путей можно определить как $G^* = \langle V^*, E^* \rangle$, где $V^* = V$ – это множество вершин, совпадающее с множеством вершин исходного графа G , а $E^* = \{e_{ij}^* | i, j \in \overline{1, n}, i \neq j\}$ множество дуг этого графа. Дуга e_{ij}^* существует, если существует путь $path_{ij}$ кратчайшей длины d_{ij}^* в графе G из вершины v_i в вершину v_j .

На втором этапе, из кратчайших путей между вершинами в графе G мы должны сформировать решения gc^x , которые составят пространство перебора $\{gc^x\}^{opt}$ для поиска оптимального решения. Допустимые решения gc^x , включаемые в множество $\{gc^x\}^{opt}$, строятся на основе сформированного графа кратчайших путей G^* как циклические пути gc^* из начальной вершины v_s .

Построение цикла в G^* из начальной вершины v_s сводится к формированию кортежа $gc^* = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_m \rangle | v_1 = v_m = v_s, k \in \overline{1, m}, m \leq n + 1, v_i \in V^*$ как последовательности вершин в графе G^* . В этой последовательности для $\forall v_k | k \in \overline{2, m-1}$ в графе G^* должны существовать дуги $e_{k-1, k}^* = path_{k-1, k}$ (представляет кратчайший путь из вершины v_{k-1} в вершину v_k) и $e_{k, k+1}^* = path_{k, k+1}$ (представляет кратчайший путь из вершины v_k в вершину v_{k+1}). Построенное в графе G^* решение gc^* определяет соответствующее решение gc^x в графе G , которое является допустимым, если gc^x является гамильтоновым циклом, что требует проверки дополнительных условий в процессе построения решения.

Третий этап реализует перебор элементов $\{gc^x\}^{opt}$ и определение оптимального решения GC .

Обоснование метода решения задачи. Сделанное описание метода решения задачи даёт обобщённое представление о нём, для ясности выполним его формальное обоснования.

Определение 1. Простым описателем пути в графе G из вершины v_i в вершину v_j называется

кортеж $s_{ij} = \langle v_1^{ij}, v_2^{ij}, \dots, v_s^{ij}, \dots, v_k^{ij} \rangle$ такой, что $v_1^{ij} = v_i$ – начальная вершина пути, а $v_k^{ij} = v_j$ – конечная вершина пути и для $\forall v_s^{ij} | s \in \overline{2, k-1}$ в графе G существуют дуги из вершины v_{s-1}^{ij} в вершину v_s^{ij} и из вершины v_s^{ij} в вершину v_{s+1}^{ij} .

Множество вершин, через которые проходит путь s_{ij} будем обозначать как P^{ij} .

Простой описатель пути в графе G при ограниченном k определяет конечный путь из одной вершины в другую.

Определение 2. Путь $s_{ij} = \langle v_1^{ij}, v_2^{ij}, \dots, v_s^{ij}, \dots, v_k^{ij} \rangle$ является бесконтурным, если для любой пары вершин v_x^{ij}, v_z^{ij} кортежа s_{ij} из утверждения $x \neq z$ следует выполнение условия $v_x^{ij} \neq v_z^{ij}$.

Определение 3. Путь $s_{ij} = \langle v_1^{ij}, v_2^{ij}, \dots, v_s^{ij}, \dots, v_k^{ij} \rangle$ является замкнутым, если выполняется $v_1^{ij} = v_k^{ij}$ и при удалении вершины v_k^{ij} он становится бесконтурным.

Определение 4. Структурным описателем пути в графе G из вершины v_i в вершину v_j называется кортеж $\langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle | 1 \leq p \leq r, r \leq N$, в котором каждый сегмент $s_p = \langle v_1^p, v_2^p, \dots, v_k^p \rangle$ – это простой описатель пути и выполняются условия:

- 1) $v_1^1 = v_i$,
- 2) $v_k^r = v_j$,
- 3) для каждого сегмента $s_p | p \in \overline{2, r}$ выполняется $v_k^{p-1} = v_1^p$.

Поскольку и структурный и простой описатели определяют путь, должна существовать возможность замены структурного описателя на простой.

Пусть кортеж $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle | 1 \leq p \leq r, r \leq N$ по форме является структурным описателем пути, тогда если это так, алгоритм 1 выполнит его преобразование в простой описатель пути.

Алгоритм 1.

П. 1. Положим текущий путь $path = \langle v_1^1, v_2^1, \dots, v_k^1 \rangle$ как путь, соответствующий сегменту s_1 в кортеже c .

П. 2. Выполнить цикл по переменной $p = \overline{2, r}$:

Если к пути $path = \langle v_1^{path}, v_2^{path}, \dots, v_{k-1}^{path}, v_k^{path} \rangle$ можно добавить путь сегмента $s_p = \langle v_1^p, v_2^p, \dots, v_k^p \rangle$, т.е. выполняется условие $v_{k-1}^{path} = v_1^p$ – конечная вершина текущего пути совпадает с начальной вершиной добавляемого пути, то положить: $path = \langle v_1^{path}, v_2^{path}, \dots, v_{k-1}^{path}, v_1^p, v_2^p, \dots, v_k^p \rangle$, иначе c – это не описатель пути и перейти к п. 3.

П. 3. Остановиться.

Утверждение 1. Для существования гамильтонова цикла в графе G необходимо, чтобы для любой пары вершин $v_i, v_j \mid i \neq j$ в графе G существовал путь из вершины v_i в вершину v_j .

Доказательство:

Гамильтоновым циклом является такой замкнутый путь, который проходит через все вершины этого графа. Если гамильтонов цикл существует, то существует и путь из любой вершины v_i в любую вершину v_j .

Предположим, что в графе G имеется гамильтонов цикл, и нет пути из вершины v_i в вершину v_j . Но в этом случае цикл размыкается, а это противоречит исходному предположению, т.е. утверждение доказано.

Сделанные определения определяют форму описания результата решаемой задачи и упрощают описание метода.

На первом этапе решения задачи формируется матрица простых описателей кратчайших путей между всеми возможными парами вершин $v_i, v_j \in V$ графа G :

$$M_{cp}^G = \{s_{ij} \mid i, j \in \overline{1, N}\},$$

где $s_{ij} = \langle v_1^{ij}, v_2^{ij}, \dots, v_s^{ij}, \dots, v_k^{ij} \rangle$ – это простой описатель кратчайшего пути в графе G из вершины v_i в вершину v_j с расстоянием d_{ij}^* .

На втором этапе на основе матрицы M_{cp}^G будем конструировать структурный описатель искомого гамильтонова цикла:

$$c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle \mid 1 \leq p \leq r, r \leq N,$$

в котором $s_p \in M_{cp}^G$.

Для действенности метода необходимо определить обоснованный способ конструирования структурного описателя гамильтонова цикла.

Утверждение 2. Для гамильтонова графа G матрица наикратчайших путей M_{cp}^G определяет полный граф G^* наикратчайших путей.

Доказательство:

Определим формально граф $G^* = \langle V^*, E^* \rangle$ так, что: $V^* = V$ – это множество вершин, совпадающее с множеством вершин исходного графа G , а $E^* = \{e_{ij}^* \mid i, j = \overline{1, n}, i \neq j\}$ множество дуг. Дуга e_{ij}^* существует, если существует путь в графе G из вершины v_i в вершину v_j . Каждой дуге e_{ij}^* в графе G^* соответствует описатель $s_{ij} = \langle v_1^{ij}, v_2^{ij}, \dots, v_k^{ij} \rangle$

матрицы M_{cp}^G с длиной d_{ij}^* . Если гамильтонов цикл в графе G существует, то как следует из утверждения 1 существуют пути для любой пары отличных вершин графа G , и как результат – определённый граф G^* является полным.

Используя утверждение 2 можно говорить, что конструирование структурного описателя замкнутого пути для заданной начальной и конечной вершины v_s сводится к решению задачи поиска пути в графе G^* . Стартуя из начальной вершины, v_s будем искать замкнутый путь в графе G^* и формировать структурный описатель этого пути. Заметим, что конструирование структурного описателя процедурой поиска пути в графе G^* происходит шаг за шагом. Чтобы правильно построить эту процедуру сформулируем утверждение.

Утверждение 3. Чтобы структурный описатель $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$ определял гамильтонов цикл в графе G необходимо и достаточно выполнение четырёх условий:

1. Условие стыкуемых сегментов.

Для того чтобы сегмент s_l мог стыковаться в конец сегмента s_p ($l = p + 1$) для образования пути необходимо выполнение условия:

$$P^p \cap P^l = v_1^l = v_k^p.$$

Это условие выражает свойство соседних сегментов пути. Соседние сегменты имеют единственную общую вершину – для одного из них s_p (сегмент, к которому стыкуется другой сегмент) эта вершина является конечной вершиной, а для другого s_{p+1} (сегмент, который стыкуется) эта вершина является начальной вершиной сегмента.

2. Условие не стыкуемых сегментов.

Для каждой пары не стыкуемых сегментов $s_p, s_l \mid l \neq p + 1, p \neq l + 1$ в $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$ необходимо выполнение условия:

$$P^p \cap P^l = \emptyset.$$

Это условие утверждает, что сегменты-пути в графе G , которые не являются соседними в структурном описателе, определяющем гамильтонов цикл, должны проходить через разные вершины.

3. Условие полноты пути.

Для всех сегментов описателя пути $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$ образующих гамильтонов цикл необходимо выполнение условия:

$$\bigcup_{p=1}^r P^p = V.$$

Это условие утверждает, что путь, определяемый описателем $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$, проходит через все вершины графа G .

4. Условие замкнутости пути.

Для того, чтобы описатель $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$ определял замкнутый путь (цикл) необходимо выполнение условия стыкуемых сегментов для пары сегментов s_r и s_1 (конечная вершина последнего сегмента описателя c , определяющего гамильтонов цикл, совпадает с начальной вершиной первого сегмента).

Доказательство:

$$path = \langle v_1^1, v_2^1, \dots, v_{k-1}^1, v_1^2, v_2^2, \dots, v_{k-1}^2, \dots, v_1^p, v_2^p, \dots, v_{k-1}^p, \dots, v_1^r, v_2^r, \dots, v_{k-1}^r \rangle .$$

Заметим, что если условие стыкуемых сегментов было бы нарушено, то алгоритм 1 не выдал бы результат. А значит, необходимость выполнения условия 1 обоснована.

Полученный кортеж $path$ определяет последовательность вершин, составляющих путь. Чтобы полученный путь был гамильтоновым циклом из постановки задачи необходимо:

1) чтобы начальная и конечная вершина пути совпадали, т.е. необходимость условия замкнутости пути обоснована.

2) любая пара вершин (кроме начальной и конечной вершины для стыкуемых сегментов) должна включать разные вершины, а значит выполнения условия не стыкуемых сегментов обосновано.

3) условие наличия дуг в графе G , связывающих вершины в пути гамильтонова цикла обеспечивается формированием простых описателей кратчайших путей и условием стыкуемых сегментов.

4) необходимо чтобы путь проходил через все вершины графа, что обосновывает необходимость выполнения условия полноты пути.

Таким образом, необходимость выполнения перечисленных в утверждении условий доказана.

Доказательство достаточности этих условий для того чтобы структурный описатель определял гамильтонов цикл также не вызывает сомнений, так как указанные условия в совокупности соответствуют определению гамильтонова цикла.

Построение допустимых решений в графе G^* не проще чем в графе G . Но вводя в рассмотрение граф, G^* мы переводим синтез гамильтоновых циклов с уровня простых дуг графа G на уровень кратчайших путей в графе G^* , чем исключаем из пространства поиска заведомо не оптимальные решения.

Алгоритм решения задачи. Было бы логично сначала изложить последовательный алгоритм, воплощающий предложенный метод решения задачи, проанализировать его логику, выделить подзадачи, которые могут выполняться параллельно, а затем как результат представить параллельный алгоритм. Для сокращения объёма текста далее приводится только параллельная версия алгоритма, который воплощает изложенный метод поиска гамильтонова цикла.

Предположим, что в результате поиска мы сформировали структурный описатель предполагаемого гамильтонова цикла $c = \langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$, в котором каждый сегмент $s_p = \langle v_1^p, v_2^p, \dots, v_k^p \rangle$ – это простой описатель пути в графе через множество вершин $P^p = \{v_1^p, v_2^p, \dots, v_k^p\} | P^p \subset V$. Используя алгоритм 1, преобразуем описатель c в путь в графе G , который он определяет, получим:

Исходными данными для алгоритма 2, который формирует пространство перебора для определения оптимального решения, является исходный граф G . Результат работы алгоритма $\{gc^x\}^{opt}$ – найденные циклы, записываются в список res_list (изначально пуст).

Алгоритм 2.

П.1. Для каждой вершины $A \in \overline{\{1, N\}}$ организовать поток t_A для вычисления кратчайших путей из вершины A в любую другую вершину графа G и формирования для них простых описателей $M_{cp}^G = \{s_{Aj} | j \in \overline{\{1, N\}}\}$, используя алгоритм Дейкстры.

П.2. Запустить и ожидать завершения выполнения всех потоков t_A .

П.3. Если необходимое условие существования гамильтонова цикла не выполняется (см. утверждение 1), то гамильтонов цикл не существует, перейти к п. 7.

П.4. Для каждого элемента $M_{cp}^G[a, b] | a \neq b$ кратчайшего пути из вершины a в вершину b организовать поток t_b для нахождения возможно существующего гамильтонова цикла используя алгоритм 3.

П.5. Запустить и ожидать завершения выполнения всех потоков t_b .

П.6. В списке res_list найти цикл с наименьшим значением длины и вывести результат.

П.7. Остановиться.

На втором этапе реализуемого метода решения задачи для каждого элемента $M_{cp}^G[a, b] | a \neq b$ выполняется построение гамильтонова цикла в графе кратчайших путей G^* алгоритмом 3 как возможного решения задачи, включаемого в пространство перебора res_list . В качестве исходных данных этот алгоритм 3 получает:

a – номер начальной вершины,

b – номер конечной вершины кратчайшего пути из вершины a , используя которые будет строиться гамильтонов цикл.

Алгоритм 3.

П. 1. Проверить существует ли в M_{cp}^G путь s_{ba} из вершины b в вершину a такой, что вместе с путём s_{ab} из вершины a в вершину b образуется гамильтонов цикл. Если существует, объединить эти пути в результирующий гамильтонов цикл $c = \langle s_{ab}, s_{ba} \rangle$, который добавить в список найденных решений res_list . Перейти к п. 5.

П. 2. Создать текущий путь $c = \langle s_{ab} \rangle$.

П. 3. Пока $P^c \neq V^*$, т.е. не все вершины графа содержатся в пути c выполнять цикл:

3.1. Положить $a = v_1^c$ – начальная вершина пути c ; $b = v_k^c$ – конечная вершина пути c .

3.2. Найти такую вершину $x \notin P^c$, не используемую в пути c такую, что в матрице M_{cp}^G существует путь s_{bx} , который можно добавить к пути c для формирования гамильтонова цикла.

3.3. Если вершина x не найдена, то перейти к п.5.

3.4. Если для описателей в c и s_{bx} выполняются необходимые условия формирования гамильтонова цикла, создать новый путь $c = c + \langle s_{bx} \rangle$ добавлением к c пути s_{bx} .

П. 4. Если путь c удовлетворяет всем условиям гамильтонова цикла, добавить цикл c в список найденных решений res_list .

П.5. Остановиться.

Реализация третьего этапа сводится к нахождению оптимального решения GC такого, что выполняется

$$GC \in res_list = \{gc^x\}^{opt} \mid \text{для } \forall gc^x \in res_list, gc^x \neq GC, GC < gc^x.$$

Доказательство корректности алгоритма. Для доказательства правильности алгоритма важно доказать правильность формирования множества перебора $\{gc^x\}^{opt}$. Попытаемся интуитивно обосновать правильность выбранного способа решения.

Чтобы не потерять оптимальное решение при формировании $\{gc^x\}^{opt}$, необходимо построить различные допустимые решения, определяемые графом G^* , не потеряв оптимального. Для заданной начальной вершины v_s эту задачу можно решить обходом графа G^* начиная с вершины v_s , реализующим перебор вариантов путей. Например, это можно сделать, используя схему с возвратами, сложность которого оценивается как $(n-1)!$.

Заметим, что в [1] было показано, что не для всякой выбранной вершины в качестве начальной для

гамильтонова графа G , удаётся построить допустимое решение. Чтобы для гамильтонова графа не потерять решение, допустимые решения строятся, рассматривая каждую вершину как начальную. Но в этом случае затраты возрастут до значения $n!$.

Как способ сокращения затрат [24] для каждой начальной вершины и каждой исходящей из этой вершины дуги в графе G^* формируется единственное первое найденное решение (если оно существует). При таком способе в процессе решения задачи строится всего $n(n-1)$ решений и $\{gc^x\}^{opt}$ имеет полиномиальную зависимость от числа вершин исходного графа. Но остаётся вопрос – попадает ли оптимальное решение задачи при такой схеме в $\{gc^x\}^{opt}$? Надежду, что оптимальное решение не теряется, дают следующие свойства разработанного метода и алгоритма решения.

Возможная потеря допустимых решений связана с тем, что при их формировании для начальной вершины и исходящей из неё дуги мы отказываемся от продолжения перебора вариантов, если получим (или не получим) первое допустимое решение. Проанализируем, как это влияет на результат.

Дуга e_{ij}^* в графе G^* существует, если в графе G из вершины v_i в вершину v_j существует путь $path_{ij}$ кратчайшей длины d_{ij}^* . Каждой дуге e_{ij}^* в графе G^* соответствует описатель $s_{ij} = \langle v_1^j, v_2^j, \dots, v_k^j \rangle$. Поэтому, можно записать $e_{ij}^* \equiv s_{ij} \equiv path_{ij} \equiv \langle v_1^j, v_2^j, \dots, v_k^j \rangle$.

Дуги e_{ii}^* и e_{ij}^* ($i \neq j$), исходящие из вершины v_i , в графе G^* находятся в отношении зависимости, если путь $path_{ii}$ является частью пути $path_{ij}$ в графе G либо наоборот $path_{ij}$ является частью пути $path_{ii}$. Фактически, отношение зависимости между дугами исходящими из одной и той же вершины v_i можно проверить сравнением описателей путей, соответствующим этим дугам. Если описатель пути первой дуги полностью является частью описателя второй дуги, то дуги являются зависимые. При этом, путь, определяемый первой дугой является частью пути, определяемой второй дугой.

В графе кратчайших путей G^* для каждой его вершины v все исходящие из этой вершины кратчайшие пути делятся на зависимые и независимые дуги. При построении пути из вершины v_i выбор любого варианта продолжения пути из множества зависимых дуг, ведущих из вершины v_i , является эквивалентным. Это очевидно, если дуги зависимые, то путь, который определяет первая дуга, является частью пути, определяемого второй дугой. Как следствие путь в графе, определяемый второй дугой из вершины v_i можно реализовать либо этой дугой, либо первой и дополнительными другими дугами,

которые повторяют этот путь. Таким образом, отказ от перебора на множестве зависимых дуг исходящих из вершины не влечёт потери допустимых решений.

Остаётся проанализировать последствия от отказа перебора на множестве независимых дуг исходящих из вершины. Если учесть, что при формировании множества перебора мы для каждой вершины, рассматривая её как начальную выполним формирование допустимого решения для каждой исходящей из неё дуги, то остаётся надежда, что отказ от перебора независимых дуг также не повлечёт потери допустимых решений.

Дополнительно необходимо отметить, что вариантность перебора при формировании замкнутого пути на графе G^* существенно сокращается естественным образом, благодаря требованию выполнения условий для стыкуемых и нестыкуемых сегментов при формировании пути как допустимого решения. При выборе очередного сегмента для продолжения пути, если не выполняются условия стыкуемых и нестыкуемых сегментов (вследствие пересечения на вершинах, через которые проходят пути), сегмент не выбирается для включения в путь, а значит, сразу отсекаются все возможные варианты продолжения перебора.

Сделанные рассуждения позволяют надеяться на то, что в множество перебора $\{gc^x\}^{opt}$ попадут все возможные допустимые решения построенные на графе G^* и оптимальное решение не будет потеряно.

Таким образом, на графе кратчайших путей G^* с n вершинами предложенным алгоритмом можно построить не более $n(n-1)$ различных допустимых решений, а значит, поиск можно выполнить за полиномиальное время.

Тестирование алгоритма. Для проверки разработанного решения была выполнена программная реализация на языке C#, которая подтвердила работоспособность разработанного метода решения. Тестирование было выполнено на полном и неполном графах, сгенерированных программным способом [25].

В качестве иллюстрации далее приводится результат работы разработанной программы, которая для полного графа G из 6 вершин (табл.1,2),

заданного координатным способом на плоскости, в сформированном ею соответствующем графе кратчайших путей G^* (табл.1,3) построила множество допустимых решений $\{gc^x\}^{opt}$ (табл. 4) для нахождения оптимального решения, представленного на рисунке 1.

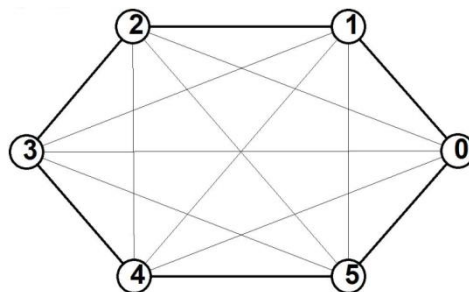


Рис. 1. Найденное оптимальное решение

Таблица 1 – Вершины графа G и G^*

№	Вершина	
	х	у
0	300	150
1	224	279
2	74	279
3	0	149
4	75	20
5	224	20

Таблица 2 – Дуги графа G

ij	0	1	2	3	4	5
0	∞	149	260	300	259	150
1	149	∞	150	258	298	259
2	260	150	∞	149	259	299
3	300	258	149	∞	149	258
4	259	298	259	149	∞	149
5	150	259	299	258	149	∞

Таблица 3 – Дуги графа G^*

ij	0	1	2	3	4	5
0	$s_{00} = < > (\infty)$	$s_{01} = < 0, 1 > (149)$	$s_{02} = < 0, 2 > (260)$	$s_{03} = < 0, 3 > (300)$	$s_{04} = < 0, 4 > (259)$	$s_{05} = < 0, 5 > (150)$
1	$s_{10} = < 1, 0 > (149)$	$s_{11} = < > (\infty)$	$s_{12} = < 1, 2 > (150)$	$s_{13} = < 1, 3 > (258)$	$s_{14} = < 1, 4 > (298)$	$s_{15} = < 1, 5 > (259)$
2	$s_{20} = < 2, 0 > (260)$	$s_{21} = < 2, 1 > (150)$	$s_{22} = < > (\infty)$	$s_{23} = < 2, 3 > (149)$	$s_{24} = < 2, 4 > (259)$	$s_{25} = < 2, 5 > (299)$
3	$s_{30} = < 3, 0 > (300)$	$s_{31} = < 3, 1 > (258)$	$s_{32} = < 3, 2 > (149)$	$s_{33} = < > (\infty)$	$s_{34} = < 3, 4 > (149)$	$s_{35} = < 3, 5 > (258)$
4	$s_{40} = < 4, 0 > (259)$	$s_{41} = < 4, 1 > (298)$	$s_{42} = < 4, 2 > (259)$	$s_{43} = < 4, 3 > (149)$	$s_{44} = < > (\infty)$	$s_{45} = < 4, 5 > (149)$
5	$s_{50} = < 5, 0 > (150)$	$s_{51} = < 5, 1 > (259)$	$s_{52} = < 5, 2 > (299)$	$s_{53} = < 5, 3 > (258)$	$s_{54} = < 5, 4 > (149)$	$s_{55} = < > (\infty)$

Таблица 4 – Найденное множество допустимых решений $\{gc^x\}^{opt}$

C_X	Множество сформированных допустимых решений $\{gc^x\}^{opt}$		Длина цикла
	Структурный описатель цикла $\langle s_1, s_2, \dots, s_p, \dots, s_r \rangle$	$gc^x = \langle v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_n, v_{n+1} \rangle$	
1	$\langle s_{01}, s_{12}, s_{23}, s_{34}, s_{45}, s_{50} \rangle$	$\langle 0, 1, 2, 3, 4, 5, 0 \rangle$	896
2	$\langle s_{02}, s_{21}, s_{13}, s_{34}, s_{45}, s_{50} \rangle$	$\langle 0, 2, 1, 3, 4, 5, 0 \rangle$	1116
3	$\langle s_{03}, s_{31}, s_{12}, s_{24}, s_{45}, s_{50} \rangle$	$\langle 0, 3, 1, 2, 4, 5, 0 \rangle$	1266
4	$\langle s_{04}, s_{41}, s_{12}, s_{23}, s_{35}, s_{50} \rangle$	$\langle 0, 4, 1, 2, 3, 5, 0 \rangle$	1264
5	$\langle s_{05}, s_{51}, s_{12}, s_{23}, s_{34}, s_{40} \rangle$	$\langle 0, 5, 1, 2, 3, 4, 0 \rangle$	1116
6	$\langle s_{10}, s_{02}, s_{23}, s_{34}, s_{45}, s_{51} \rangle$	$\langle 1, 0, 2, 3, 4, 5, 1 \rangle$	1115
7	$\langle s_{14}, s_{40}, s_{02}, s_{23}, s_{35}, s_{51} \rangle$	$\langle 1, 4, 0, 2, 3, 5, 1 \rangle$	1483
8	$\langle s_{12}, s_{20}, s_{03}, s_{34}, s_{45}, s_{51} \rangle$	$\langle 1, 2, 0, 3, 4, 5, 1 \rangle$	1267
9	$\langle s_{13}, s_{30}, s_{02}, s_{24}, s_{45}, s_{51} \rangle$	$\langle 1, 3, 0, 2, 4, 5, 1 \rangle$	1485
10	$\langle s_{15}, s_{50}, s_{02}, s_{23}, s_{34}, s_{41} \rangle$	$\langle 1, 5, 0, 2, 3, 4, 1 \rangle$	1265
11	$\langle s_{21}, s_{10}, s_{03}, s_{34}, s_{45}, s_{52} \rangle$	$\langle 2, 1, 0, 3, 4, 5, 2 \rangle$	1196
12	$\langle s_{20}, s_{01}, s_{13}, s_{34}, s_{45}, s_{52} \rangle$	$\langle 2, 0, 1, 3, 4, 5, 2 \rangle$	1264
13	$\langle s_{23}, s_{30}, s_{01}, s_{14}, s_{45}, s_{52} \rangle$	$\langle 2, 3, 0, 1, 4, 5, 2 \rangle$	1344
14	$\langle s_{24}, s_{40}, s_{01}, s_{13}, s_{35}, s_{52} \rangle$	$\langle 2, 4, 0, 1, 3, 5, 2 \rangle$	1482
15	$\langle s_{25}, s_{50}, s_{01}, s_{13}, s_{34}, s_{42} \rangle$	$\langle 2, 5, 0, 1, 3, 4, 2 \rangle$	1264
16	$\langle s_{30}, s_{01}, s_{12}, s_{24}, s_{45}, s_{53} \rangle$	$\langle 3, 0, 1, 2, 4, 5, 3 \rangle$	1265
17	$\langle s_{32}, s_{20}, s_{01}, s_{14}, s_{45}, s_{53} \rangle$	$\langle 3, 2, 0, 1, 4, 5, 3 \rangle$	1263
18	$\langle s_{31}, s_{10}, s_{02}, s_{24}, s_{45}, s_{53} \rangle$	$\langle 3, 1, 0, 2, 4, 5, 3 \rangle$	1333
19	$\langle s_{34}, s_{40}, s_{01}, s_{12}, s_{25}, s_{53} \rangle$	$\langle 3, 4, 0, 1, 2, 5, 3 \rangle$	1264
20	$\langle s_{35}, s_{50}, s_{01}, s_{12}, s_{24}, s_{43} \rangle$	$\langle 3, 5, 0, 1, 2, 4, 3 \rangle$	1115
21	$\langle s_{40}, s_{01}, s_{12}, s_{23}, s_{35}, s_{54} \rangle$	$\langle 4, 0, 1, 2, 3, 5, 4 \rangle$	1114
22	$\langle s_{43}, s_{30}, s_{01}, s_{12}, s_{25}, s_{54} \rangle$	$\langle 4, 3, 0, 1, 2, 5, 4 \rangle$	1196
23	$\langle s_{42}, s_{20}, s_{01}, s_{13}, s_{35}, s_{54} \rangle$	$\langle 4, 2, 0, 1, 3, 5, 4 \rangle$	1333
24	$\langle s_{41}, s_{10}, s_{02}, s_{23}, s_{35}, s_{54} \rangle$	$\langle 4, 1, 0, 2, 3, 5, 4 \rangle$	1263
25	$\langle s_{45}, s_{50}, s_{01}, s_{12}, s_{23}, s_{34} \rangle$	$\langle 4, 5, 0, 1, 2, 3, 4 \rangle$	896
26	$\langle s_{50}, s_{01}, s_{12}, s_{23}, s_{34}, s_{45} \rangle$	$\langle 5, 0, 1, 2, 3, 4, 5 \rangle$	896
27	$\langle s_{52}, s_{20}, s_{01}, s_{13}, s_{34}, s_{45} \rangle$	$\langle 5, 2, 0, 1, 3, 4, 5 \rangle$	1264
28	$\langle s_{51}, s_{10}, s_{02}, s_{23}, s_{34}, s_{45} \rangle$	$\langle 5, 1, 0, 2, 3, 4, 5 \rangle$	1115
29	$\langle s_{53}, s_{30}, s_{01}, s_{12}, s_{24}, s_{45} \rangle$	$\langle 5, 3, 0, 1, 2, 4, 5 \rangle$	1265
30	$\langle s_{54}, s_{40}, s_{01}, s_{12}, s_{23}, s_{35} \rangle$	$\langle 5, 4, 0, 1, 2, 3, 5 \rangle$	1114

Поскольку алгоритм Дейкстры для $n = |V|$ имеет сложность $O(n^2)$, то сложность формирования матрицы критических путей составляет порядок $O(n^3)$. Для каждой из n вершин алгоритм 3 выполняется $n-1$ раз. Сложность алгоритма 3 не превышает $O(n^2)$. В итоге сложность алгоритма 2 в худшем случае имеет оценку $O(n^4)$. А значит, суммарная сложность алгоритма поиска гамильтонова цикла не превышает $O(n^4)$. Указанная оценка сделана в предположении последовательного выполнения вычислений. Параллельная реализация вычисления позволяет сократить время вычислений.

Выводы. В статье представлен новый алгоритм поиска гамильтонова цикла на графе, который программно реализован и протестирован. Алгоритм обеспечивает нахождение оптимального решения задачи за полиномиальное время и имеет сложность порядка $O(n^4)$.

Список литературы

1. Прокопенков В. Ф. Новый метод поиска гамильтонова цикла на графе. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами.* 2020. № 2, С.43-49. doi.org/10.20998/2413-3000.2020.2.6
2. Акимов О. Е. *Дискретная математика. Логика, группы, графы, фракталы.* Москва, 2005. 656 с.
3. Емеличев В. А., Ковалев М. М., Кравцов М. К. *Многогранники, графы, оптимизация.* Москва. 1981. 341 с.
4. Гери М., Джонсон Д. *Вычислительные машины и труднорешаемые задачи.* Москва, 1982. 416 с.
5. Дойбер В.А., Косточка А.В., Закс Х. Более короткое доказательство теоремы Дирака о числе ребер в хроматически 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 гамильтонова цикла. *Теорія оптимальних рішень.* 2011, №10. с. 150–155. сайт URL : <http://dspace.nbuv.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. 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
13. 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
14. 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
15. 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
16. *Муравьиный алгоритм : сайт.* URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Муравьиный_алгоритм. (дата обращения : 4.10.2019).
17. 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-у.
18. 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.
19. Прокопенков В. Ф. О возможности нахождения оптимального решения генетическим алгоритмом. *Международная научная конференция MicroCAD 2017 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы.* 2017. С. 37.
20. Мартынов А. В., Курейчик В. М. Гибридный алгоритм решения задачи коммивояжера. *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2015. С.36–44.
21. 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
22. 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.
23. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs. *Numer. Math – Springer Science+Business Media,* 1959. Vol. 1, № 1. P. 269–271. doi.org/10.1007/bf01386390
24. Прокопенков В. Ф., Кожин Ю. Н. Новый подход поиска оптимального решения в переборных NP-задачах *Международная научная конференция MicroCAD 2019 : Секция №1 : Информационные и управляющие системы.* 2019. С. 38.
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.

References

1. Prokopenkov, V. F. (2020), Novyy metod poiska gamil'tonova tsikla na grafe [A new method for searching a Hamilton cycle on a graf], "Vіsnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serіia: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfelіamy, 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
2. Akimov, O. E. (2005) *Diskretnaja matematika. Logika, gruppy, grafy, fraktaly* [Discrete mathematics. Logic, groups, graphs, fractals], Moscow, 656 p.
3. Emelichev, V. A., Kovalev, M. M., Kravcov, M. K. (1981), *Mnogogranniki, grafy, opitimizacija* [Polyhedra, graphs, opitimization]. Moscow, 341 p.
4. Hery, M., Dzhonson, D. (1982), *Vychyslytel'nye mashyny y trudnoreshaemye zadachy* [Computational machines and difficult tasks], Moscow, 419 p.
5. Doiber, V. A., Kostochka, A. V., Sachs, H. "A shorter proof of Bolee korotkoe dokazatel'stvo teoremy Diraka o chisle reber hromaticheskii kriticheskiih 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), *Teoryya hrafov* [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 postroeniya gamil'tonova cikla* [Theoretical aspects of construction of the Hamiltonian cycle], *Teorija optimal'nih rishen'* [Theory of optimal solutions], №10, pp. 150–155. available at : <http://dspace.nbuv.gov.ua/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) *Opreделение 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 industries*, No.1 № 7. pp.102-112. doi.org/10.30837/2522-9818.2019.7.102
10. Harari, F. (1973), *Teorija grafov* [Graph theory], Moscow, 300 p.

11. Stivens, R. (2016), *Algoritmy. Teoriya i prakticheskoe primenenie* [Algorithms. Theory and practical application], Moscow, 544 p.
12. Bellman, R. (1962), "Dynamic Programming Treatment of the Travelling Salesman Problem", *Journal of the ACM*, Vol.9 № 1, p. 61–63. doi.org/10.1145/321105.321111
13. Held, M. (1970), "The travelling-salesman problem an minimum spanning trees", *Operations Research*, Vol. 18 № 6, p. 1138 – 1162. doi.org/10.1287/opre.18.6.1138
14. Roberts, S. M., Flores, B. (1967), "An engineering approach to the travelling salesman problem", *Managment Science*, Vol. 13 № 3, p. 269–288. doi.org/10.1287/mnsc.13.3.269
15. 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
16. *Murav'inyj algoritm* ["Ant algorithm"], available at : https://ru.wikipedia.org/wiki/Муравьиный_алгоритм. (last accessed: 04.10.2019)
17. Pol, R., Langdon, W. B., McPhee, N. F. (2009), "A Field Guide to Genetic Programming", *Genetic Programming and Evolvable Machines*, Vol. 10, № 2, p. 229 – 230. doi.org/10.1007/s10710-008-9073-y.
18. Prokopenkov, V. F. (2016), Модификация генетического алгоритма поиска гамильтонова цикла на графе "[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.
19. Prokopenkov, V. F. (2017), О возможности нахождения оптимального решения генетическим алгоритмом ["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.
20. Martynov, A. V., Kurejchik, V. M. (2015) "Гибридный алгоритм решения задачи коммивояжера" ["Hybrid algorithm for solving the traveling salesman problem"], *SFU news. Technical science [Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki]*, p.36–44.
21. 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
22. 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.
23. Dijkstra, E. W. (1959), "A note on two problems in connexion with graphs", *Numer. Math, Springer Science+Business Media*, Vol. 1, № 1. p. 269–271. doi.org/10.1007/bf01386390
24. Prokopenkov, V. F., Kozhin, Ju. N. (2019), Novyj podhod poiska optimal'nogo reshenija v perebornyh NP-zadachah [A new approach to finding the optimal solution in iterative NP-problems], *International Scientific Conference MicroCAD 2019: Section No. 1 – Information and Management Systems*, p. 38.
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.

Поступила (Received) 08.01.2021

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, Харків, Україна; e-mail: prokopenkov.vf@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0084-9832>.

Л. С. ЧЕРНОВА, Л. С. ЧЕРНОВА, О. С. ВОЙТЕНКО, О. Г. ТИМІНСЬКИЙ

ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ПРОГРАМ БІАДАПТИВНОГО РОЗВИТКУ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Розглянуті програми біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій як основа забезпечення їх конкурентоспроможності. Поставлена задача вдосконалення індивідуальних компетенцій співробітників, організаційної компетентності і ключової компетенції проєктно-орієнтованої організації на основі когнітивних моделей. Сформульовано методологічний підхід до реалізації програм біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій на основі когнітивного вдосконалення їх ключових компетенцій. Набуло подальшого розвитку поняття ключової компетенції. Сформульовано поняття і шляхи розвитку ключової компетенції проєктно-орієнтованих організацій як основи когнітивного механізму забезпечення успіху програм їх біадаптивного розвитку. У розвиток існуючих досліджень запропоновано модель ключової компетенції програми біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованої організації. Зроблено висновок, що для вирішення складних завдань програм біадаптивного розвитку, використання стандартних методів лінійної оптимізації недостатньо, оскільки класична задача лінійної оптимізації не враховує додаткових умов, що виникають при переході організації з одного стану до іншого в програмах біадаптивного розвитку, що досягається шляхом когнітивного вдосконалення існуючих компетенцій. Для таких задач запропоновано використовувати двоїсту задачу лінійної оптимізації. Запропонована формалізація сприятиме розв'язанню задачі синхронізованого розвитку компетенцій персоналу з метою отримання когнітивної синергії і вдосконалення когнітивного потенціалу проєктно-орієнтованої організації в програмах біадаптивного розвитку. Запропоновано підхід холакратії як засіб біадаптивного когнітивного вдосконалення компетенцій команди управління програмою біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій. Окреслено перспективи подальших досліджень у обраному напрямі.

Ключові слова: управління проєктами, проєктно-орієнтована організація, програма розвитку, біадаптивність, форсайт, компетенції, когнітивність, двоїста задача.

Л. С. ЧЕРНОВА, Л. С. ЧЕРНОВА, А. С. ВОЙТЕНКО, А. Г. ТИМИНСКИЙ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРОГРАММ БИАДАПТИВНОГО РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Рассмотрены программы биадаптивного развития проектно-ориентированных организаций как основа обеспечения их конкурентоспособности. Поставлена задача совершенствования индивидуальных компетенций сотрудников, организационной компетентности и ключевой компетенции проектно-ориентированной организации на основе когнитивных моделей. Сформулирован методологический подход к реализации программ биадаптивного развития проектно-ориентированных организаций на основе когнитивного совершенствования их ключевых компетенций. Получило дальнейшее развитие понятие ключевой компетенции. Сформулировано понятие и пути развития ключевой компетенции проектно-ориентированных организаций как основы когнитивного механизма обеспечения успеха программ их биадаптивного развития. В развитие существующих исследований предложена модель ключевой компетенции программы биадаптивного развития проектно-ориентированной организации. Сделан вывод, что для решения сложных задач программ биадаптивного развития, использование стандартных методов линейной оптимизации недостаточно, поскольку классическая задача линейной оптимизации не учитывает дополнительных условий, возникающих при переходе организации из одного состояния в другое в программах биадаптивного развития, которое достигается путем когнитивного совершенствования существующих компетенций. Для таких задач предложено использовать двойственную задачу линейной оптимизации. Предложенная формализация будет способствовать решению задачи синхронизированного развития компетенций персонала с целью получения когнитивной синергии и совершенствования когнитивного потенциала проектно-ориентированной организации в программах биадаптивного развития. Предложен подход холакратии как средство биадаптивного когнитивного совершенствования компетенций команды управления программой биадаптивного развития проектно-ориентированных организаций. Определены перспективы дальнейших исследований в выбранном направлении. Описаны перспективы дальнейших исследований в выбранном направлении.

Ключевые слова: управление проектами, проектно-ориентированная организация, программа развития, биадаптивность, форсайт, компетенции, когнитивность, двойственная задача.

L. CHERNOVA, Ly. CHERNOVA, O. VOITENKO, A. TIMINSKY

IMPROVEMENT OF KEY COMPETENCIES OF PROGRAMS FOR BIADAPTIVE DEVELOPMENT OF DESIGN-ORIENTED ORGANIZATIONS

The programs of bi-adaptive development of project-oriented organizations as a basis for ensuring their competitiveness are considered. The task is to improve the individual competencies of employees, organizational competence and key competence of the project-oriented organization based on cognitive models. The methodological approach to the implementation of programs of bi-adaptive development of project-oriented organizations on the basis of cognitive improvement of their key competencies is formulated. The concept of key competence has been further developed. The concepts and ways of development of key competence of project-oriented organizations as bases of the cognitive mechanism of maintenance of success of programs of their bi-adaptive development are formulated. In the development of existing research, a model of the key competence of the program of bi-adaptive development of a project-oriented organization is proposed. It is concluded that to solve complex problems of bi-adaptive development programs, the use of standard methods of linear optimization is not enough, because the classical problem of linear optimization does not take into account additional conditions arising in the transition from one state to another in bi-adaptive development programs. competencies. For such problems it is proposed to use the dual problem of linear optimization. The proposed formalization will help solve the problem of synchronized development of staff competencies in order to obtain cognitive synergy and improve the cognitive potential of the project-oriented organization in bi-adaptive development programs. The approach of holacracy as a means of bi-adaptive cognitive improvement of competencies of the management team of the program of by-adaptive development of project-oriented organizations is offered. Prospects for further research in the chosen direction are

© Л. С. Чернова, Л. С. Чернова, О. С., Войтенко, О. Г. Тимінський, 2021

outlined.

Keywords: project management, project-oriented organization, development program, bi-adaptiveness, foresight, competence, cognition, dual task.

Вступ. Вдосконалення функціонування проєктно-орієнтованих організацій в сучасних умовах зростання невизначеності і панівної діджиталізації бізнес-процесів вимагає науково-обґрунтованих підходів. Такі підходи мають бути спрямовані на розвиток компетенцій проєктних команд і персоналу операційного управління у ракурсі накопичення баз знань і відповідну реалізацію когнітивних моделей і методів. Методологічною основою такого розвитку може виступати біадаптивне управління [1], яке узгоджує діяльність проєктної і операційної підсистеми проєктно-орієнтованої організації, забезпечуючи їх взаємоадаптацію. Проєктно-орієнтоване управління на сучасному етапі акумулює наукові розробки компетентісного, когнітивного розвитку для забезпечення підвищення технологічної зрілості проєктних команд, а також проактивні [2,3] і форсайт моделі [4] для формування стійкого тренду до прогнозованого і стійкого розвитку систем управління проєктно-орієнтованими організаціями. Такий розвиток набуває втілення зокрема у сучасних ІТ-проєктах, що для своєї реалізації використовують моделі штучного інтелекту і нейронних мереж [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Подальший розвиток наукових основ проєктно-орієнтованого управління організаціями має бути спрямований на детальне обґрунтування законів, притаманних даній галузі знань, що дозволить будувати моделі, розробляти методи, засоби і механізми для реалізації проєктної діяльності в різних предметних областях. Чільне місце у низці досліджень з формування теоретичних засад проєктного управління належить розробкам вчених України і Японії [6, 7].

Зазначені дослідження є передумовами розвитку методології проактивного форсайт управління проєктно-орієнтованими організаціями. Існуючі підходи розглянуто нижче.

Більшість підходів передбачає необхідність створення групи (команди) з управління програмою біадаптивного розвитку і команд, що виконують проєкти [8].

На фінальній стадії управління архітектурою формуються підрозділи з управління програмою біадаптивного розвитку – група і команди управління програмою. Вони комплектуються з менеджерів і керівників програми, які будуть відповідальними за управління інтеграцією програми. Когнітивний потенціал таких команд має формуватися через синергію їх компетенцій.

У таких підрозділах визначається пріоритетність досягнення тих або інших частин місії, розмір програми і формат складових її проєктів. Також визначаються специфічні цілі компанії, досягнення яких підкріплюється розміром і складністю програми,

визначається зв'язок з системою операційного управління в межах реалізації біадаптивності.

Далі формуються команди проєктів, складових програми. Таке формування, в основному, реалізується в трьох варіантах.

1) Вибір членів команди зсередини проєктно-орієнтованої організації.

2) Вибір членів команди, заснований на пайовій участі зацікавлених сторін програми біадаптивного розвитку.

3) Вибір членів команди із зовні на основі аутсорсингу.

Якщо проєктно-орієнтована організація не в змозі самостійно виконати програму біадаптивного розвитку, декілька зацікавлених сторін формують об'єднання (консорціум) для виконання такої програми і створюють відповідну команду.

Такі об'єднання найчастіше використовуються при реалізації наукомістких або венчурних програм, а також у сфері компаній-підрядчиків, які працюють у великих програмах або метапроєктах, створених зацікавленими сторонами, і що займаються масштабним проєктами розвитку, зокрема за державними договорами та за схемами громадського-приватного партнерства.

У третьому випадку компанія, що реалізовує програму біадаптивного розвитку, за допомогою вивчення тендерних пропозицій і проведення безпосередніх переговорів, оцінює технічні можливості зовнішніх організацій, рівень їх сукупної компетенції в управлінні відповідним проєктом та компетенцій їх персоналу, а також можливість виконання ними комерційних умов тендеру.

Загалом проєктно-орієнтована організація, що управляє програмою біадаптивного розвитку, повинна в межах корпоративної культури затвердити наступні положення:

- для управління програмою біадаптивного розвитку необхідно мати належним чином укомплектований підрозділ, персонал якого має володіти усіма необхідними компетенціями відповідно до компетентісної моделі програмного менеджменту;

- у програмі повинні брати участь грамотно підібрані команди проєктів, сукупна компетенція яких має відповідати когнітивному еталону, затвердженому в корпоративній культурі;

- команди проєктів повинні реалізовувати місії проєктів, бути ефективно організованими відповідно до методології проєктного менеджменту, технічно укомплектованими, мати автономні механізми роботи, що реалізують біадаптивність, і нести відповідальність перед менеджером програми;

- в програмі має бути налагоджений механізм здійснення інтеграції складових її проєктів на основі об'єднаної компетенції;

- в програмі має бути створений механізм роботи з ризиками і змінами в оточенні для управління поточним рівнем досягнення цінності програми в узгодженні операційної і проектної діяльності;

- програма формує простір реалізації у вигляді програмної спільноти, в межах якої сукупна компетенція проектного управління формує когнітивний потенціал біадаптивного розвитку;

- індивідуальні компетенції учасників управління програмою, сукупна компетентність програмного менеджменту і вдалі рішення за програмою мають накопичуватися у базі знань і використовуватися для подальшого управління програмою на основі когнітивних алгоритмів.

З метою формування детального плану реалізації біадаптивних програм розвитку, необхідність якого пояснено і розкрито в [9], при побудові команд проєктів і визначенні їх можливостей і компетенцій, ідентифікуються розриви між концептуальним планом програми біадаптивного розвитку і планами реалізації проєктів, що формують таку програму. Розробка деталізованих планів реалізації підвищує ймовірність виконання проєктів. На даній фазі виконання роботи з огляду меж проєктів, їх розкладів, бюджетів і інтерфейсів, проводиться інтеграція календарно-сітьових моделей проєктів в загальну календарно-сітьову модель програми, встановлюються контрольні віхи і оновлюються плани з управління ризиками.

Контрольні віхи формуються згідно тієї ж концепції, що і розклад проєкту, але для управління програмою біадаптивного розвитку вони повинні визначатися з позиції інтеграції багатьох проєктів з метою встановлення різних стадій виконання програми, кожна з яких має бути забезпечена визначеним набором компетенцій відповідних команд.

У якості бази для формалізації сформульованої вище проблематики можуть бути розглянуті динамічні моделі з алгоритмічними та аналітичними цільовими функціями і обмеженнями, що досліджено в [10] або моделі лінійного програмування, зокрема двоїста задача [11].

Метою статті є формулювання методологічного підходу до реалізації програм біадаптивного розвитку організації на основі когнітивного вдосконалення ключових компетенцій таких організацій.

Для реалізації поставленої мети в даній статті автори вирішують наступні наукові задачі:

- сформулювати поняття і шляхи розвитку ключової компетенції проектно-орієнтованих організацій як основи когнітивного механізму забезпечення успіху програм їх біадаптивного розвитку;

- формалізувати задачу синхронізованого розвитку компетенцій персоналу з метою отримання когнітивної синергії і вдосконалення когнітивного потенціалу проектно-орієнтованої організації в програмах біадаптивного розвитку у вигляді двоїстої задачі лінійної оптимізації;

- запропонувати підхід холакратії як засіб біадаптивного когнітивного вдосконалення компетенцій команди управління програмою біадаптивного розвитку проектно-орієнтованих організацій.

Виклад основного матеріалу. Для успішної конкуренції на ринку проектно-орієнтованої організації необхідно сформулювати всі компетенції і виділити ключові. Ключова компетенція організації – це така компетенція, наявність якої дозволяє організації вирішувати завдання, які не під силу для більшості інших гравців ринку, встановлює новий стандарт діяльності в галузі і тим самим забезпечує володареві конкурентну перевагу. У випадку програм біадаптивного розвитку проектно-орієнтованих організацій така ключова компетенція може формуватися на основі когнітивного моделювання цільової компетентісної моделі.

Згідно з [12], компанія повинна сприйматися не як сукупність бізнес-єдиниць, що її складають, а як поєднання ключових компетенцій – навичок, умінь, технологій – які дозволяють організації створювати для своїх споживачів певні цінності.

Ключова компетенція є стратегічним потенціалом проектно-орієнтованої організації. Оперативне управління організацією – спосіб отримання вигоди з цього потенціалу, за умови узгодженого управління операційною і проектною підсистемами в межах біадаптивних моделей.

Сформулюємо ознаки ключової компетенції:

- значущість для споживачів, їх готовність платити за компетенцію, як за велику частину цінності, якої вони набувають;

- здатність змінюватися і адаптуватися під нові вимоги ринку;

- унікальність, мала ймовірність повторення конкурентами;

- заснованість на знаннях і когнітивних моделях, а не на збігу обставин;

- пов'язаність з декількома видами або продуктами діяльності проектно-орієнтованої організації;

- актуальність, відповідність стратегічним векторам розвитку ринку і проектно-орієнтованої організації;

- можливість партнерства із внутрішніми і зовнішніми стейкхолдерами для створення нової ключової компетенції;

- ясність, доступність формулювання компетенції для її однозначного тлумачення;

- створення синергії від поєднання індивідуальних компетенцій фахівців проектно-орієнтованої організації в сукупну компетентність в проектному управлінні на базі когнітивних моделей і методів.

За грамотних дій ключова компетенція призводить до створення унікальних продуктів, забезпечує проектно-орієнтованій організації першість при виході на нові ринки і вагомими перевагами у

вирішенні завдань, які згодом стануть полем жорсткої конкуренції. В умовах конкуренції організації прагнуть до захисту ключової компетенції, щоб зберегти конкурентну перевагу. Вагомим чинником такого збереження є накопичення і розвиток компетенцій, формування і використання бази знань з проєктного управління, використання когнітивних механізмів її вдосконалення.

Своєчасне розуміння ключової компетенції відкриває проєктно-орієнтованій організації шлях до довгострокового лідерства на ринку, а завойоване лідерство, в свою чергу, вимагає зосередження зусиль на ключовій компетенції.

Ключовою компетенцією є компетенція вищого порядку, що бере участь в створенні найбільшої споживчої цінності, яка є колективним знанням, що дозволяє організувати і управляти використанням інших компетенцій і здібностей, і тим самим створює додаткову споживчу цінність в межах використання когнітивних моделей розвитку ключової компетенції.

Властивості ключової компетенції відмічені ще Прахаладом та Хемелом [12], різними авторами пропонувалися й інші характеристики ключової компетенції, опишемо її ідентифіковані найважливіші властивості.

Перш за все, ключовій компетенції властива складність. Вона є похідною від сукупності ресурсів і здібностей, її досить важко ідентифікувати. Конкретна ключова компетенція може бути використана лише в рамках тієї бізнес-системи, в якій вона існує, тобто вона властива лише даній конфігурації ресурсів і здібностей. Компетенція, на відміну від інших активів організації, не зношується від використання. Навпаки, і ряд авторів відмітили це як основну стратегічну перевагу, створена при формуванні конкурентної переваги на основі компетенції, вона розвивається, її якість підвищується, ефективність її використання істотно зростає – це найбільш зносостійкий і довготривалий актив організації. В той же час, ключова компетенція неповторна, тобто не може бути безпосередньо скопійована або використана конкурентами, і незамінна – не може бути заміщена іншою компетенцією. Ключова компетенція організації, найчастіше, від початку розвинена краще, ніж у конкурентів, і орієнтована на споживача за визначенням. І, нарешті, оскільки ключова компетенція включає сукупність інших компетенцій та здібностей, вона може бути використана для їх взаємного посилення.

Ключова компетенція лежить на перетині внутрішніх умов бізнесу і споживчих переваг, це те знання, від якого залежить отримання максимальної частки споживчої цінності. Саме збільшення додаткової споживчої цінності за рахунок розвитку ключової компетенції і є підставою для отримання стійкої конкурентної переваги. Більш високу споживчу цінність продукту може бути використано для реалізації двох базових типів стратегій – диференціації або лідерства за

витратами. Це дозволяє дійти висновку, що ключова компетенція дає можливість отримання у конкурентній боротьбі як якісної переваги, що відноситься до властивостей продукту, так і кількісної, що відноситься до більш міцного фінансового становища. Це свідчить про універсальний характер ключової компетенції, що дає можливість для її прояву під час реалізації проєктних ініціатив.

При реалізації програми біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованої організації існуюча ключова компетенція організації може зазнавати значних змін. Крім того, слід розуміти, що при впровадженні інновацій ми можемо отримати не лише переваги, але й додаткові проблеми та навіть ризики. Слід зауважити, що проєктно-орієнтована організація може мати більше одної ключової компетенції, особливо якщо змінюється структура управління, зокрема через впровадження біадаптивного підходу.

Синхронізований розвиток компетенцій в спробі отримання когнітивної синергії і вдосконалення когнітивного потенціалу проєктно-орієнтованої організації є складною задачею для формалізації. Класична задача лінійної оптимізації для вирішення такого класу задач вже не підходить, тому що не враховує додаткових умов, що виникають при переході проєктно-орієнтованої організації з одного стану до іншого в програмах біадаптивного розвитку. Тому для вирішення цієї задачі пропонується використовувати двоїсту задачу [13].

Припустимо, що пряма задача лінійної оптимізації подана у стандартній формі запису [14, 13]. Сформулюємо таку задачу лінійної оптимізації у якості стандартної задачі:

$$W_I = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max,$$

$$\mathbf{X1} : \Omega_I : \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, \dots, m,$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

Двоїстою або сполученою з нею задачею назовемо задачу наступного вигляду:

$$W_{II} = \sum_{i=1}^m b_i y_i \rightarrow \min,$$

$$\mathbf{X2} : \Omega_{II} : \sum_{i=1}^m a_{ij} y_i \geq c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$y_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

Позначення в формулах мають наступне значення:

$$\mathbf{c} = C = c = [c_1, c_2, \dots, c_n], \quad C \in \mathbf{R}^n$$

– коефіцієнти цільової функції W_I прямої задачі лінійної оптимізації,

$\mathbf{x} = X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$, $X \in \mathbf{R}^n$ – змінні (невідомі) величини прямої задачі лінійної оптимізації,

$\mathbf{X1}$ – умовне позначення прямої задачі,

$\mathbf{X2}$ – умовне позначення двоїстої задачі,

$A = [a_{ij}]_{(m \times n)}$ – матриця коефіцієнтів системи

обмежень прямої задачі,

$\mathbf{b} = B = [b_1, b_2, \dots, b_m]^T$, $B \in \mathbf{R}^m$ – коефіцієнти правих частин системи обмежень прямої задачі,

$\mathbf{y} = Y = [y_1, y_2, \dots, y_m]^T$, $Y \in \mathbf{R}^m$ – змінні (невідомі) величини двоїстої задачі лінійної оптимізації.

Введемо для розгляду системи коваріантних та контраваріантних векторів:

$\mathbf{a}_j = [a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}]^T \in \mathbf{R}^m$, $j = 1, 2, \dots, m$ –

вектор-стовпчики (коваріантні вектори) матриці A системи обмежень Ω_I прямої задачі,

$\mathbf{a}^i = \mathbf{a}^i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}] \in \mathbf{R}^n$, $i = 1, 2, \dots, n$ – вектор-рядочки (контраваріантні) матриці A системи обмежень Ω_I прямої задачі.

В такому разі, матрицю A коефіцієнтів системи може бути представлено у векторному вигляді:

$A = [\mathbf{a}^1, \mathbf{a}^2, \dots, \mathbf{a}^m]^T = [\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_m] \in \mathbf{R}^m \otimes \mathbf{R}^n$ а пара двоїстих задач має третю форму запису:

$W_I = (\mathbf{c}, \mathbf{x}) \rightarrow \max$,

$\Omega_I : (\mathbf{a}_j, \mathbf{x}) \leq \mathbf{b}$, – пряма задача,

$\mathbf{x} \geq 0$,

$W_{II} = (\mathbf{b}, \mathbf{y}) \rightarrow \min$,

$\Omega_{II} : (\mathbf{a}^i, \mathbf{y}) \geq \mathbf{c}$, – двоїста задача до наведеної прямої.

прямої.

Таким чином, маємо форму запису означення двоїстої задачі до стандартної задачі лінійної оптимізації:

$$W_I = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max,$$

$$\mathbf{X1}: \Omega_I : \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, \dots, m, \quad \xrightarrow{\text{def Dual}} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$W_{II} = \sum_{i=1}^m b_i y_i \rightarrow \min,$$

$$\mathbf{X2}: \Omega_{II} : \sum_{i=1}^m a_{ij} y_i \geq c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \\ y_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

Різні форми запису задач лінійної оптимізації є еквівалентними – зберігають множину розв'язань. Добитися цього можливо за умови використання

прийомів еквівалентного перетворення для переходу від однієї форми задач до іншої.

Таким чином, якщо маємо загальну задачу лінійної оптимізації в розгорнутій формі запису:

$$W_I = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max,$$

$$\mathbf{X1}: \Omega_I : \begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, & i = 1, 2, 3, \dots, k, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, & i = k+1, k+2, k+3, \dots, m, \\ x_j \geq 0, & j = 1, 2, \dots, l, \end{cases}$$

двоїстою до неї будемо називати задачу вигляду:

$$W_{II} = \sum_{i=1}^m b_i y_i \rightarrow \min,$$

$$\mathbf{X2}: \Omega_{II} : \begin{cases} \sum_{i=1}^m y_i a_{ij} \geq c_j, & j = 1, 2, 3, \dots, l, \\ \sum_{i=1}^m y_i a_{ij} = c_i, & i = l+1, l+2, l+3, \dots, n, \\ y_i \geq 0, & i = 1, 2, \dots, k. \end{cases}$$

Отже, було сформульоване підґрунтя для формалізації задачі синхронізованого розвитку компетенцій з метою отримання когнітивної синергії і вдосконалення когнітивного потенціалу проектно-орієнтованої організації в програмі біадаптивного розвитку. Розв'язання такої задачі пропонується з використанням напрацьованих, викладених у [11, 13].

В межах досліджуваної тематики розглянемо також холакратію як засіб біадаптивного когнітивного вдосконалення. У сучасних дослідженнях [15,16] холакратію розглядають як один із засобів розвитку організації, зокрема через розвиток компетенцій проектних команд. Холакратію можна характеризувати як систему організації управління та прийняття рішень, що розподілені між командами, що самоорганізуються, а не надаються відповідно до управлінської ієрархії.

З точки зору управління, ключовими структурними елементами в холакратії є ролі, а не певні виконавці – члени команди (одна людина може виконувати кілька ролей у певний час). Роль визначають відповідно до можливих напрямів (галузей) контролю та відповідальності, поточних завдань проектної команди. Таким чином, концептуально, команду розглядають у вигляді кола. Ролі визначають для кожного «кола» методом колективного управління та регулярно виправляють та вдосконалюють з метою приведення їх у відповідність до потреб організації, що постійно змінюються.

Отже, в межах організації, команди можуть бути представлені у вигляді системи кіл, що самоорганізуються. Однак, у певній мірі, ієрархія в

управлінському процесі зберігається за рахунок того, що на практиці кола мають ієрархічну організацію. Так звані зовнішні кола ставлять до певного кола конкретну мету та визначають напрями відповідальності. При цьому кожне коло (команда) наділене повноваженнями щодо внутрішньої самоорганізації з метою ефективного досягнення поставлених цілей. У випадку проектно-орієнтованої організації, кожне коло – це команда проекту, а зовнішні кола – зацікавлені сторони або групи зацікавлених сторін відповідного проекту. Такими зацікавленими сторонами можуть бути як внутрішні, так і зовнішні стейкхолдери по відношенню до організації. Таким чином, команда може проводити внутрішні збори, призначати співробітників на відповідні ролі та визначати відповідальних за виконання роботи в межах встановленого напрямку повноважень. Отже, в межах даного підходу кожен член команди, який виконує певну роль у проекті, отримує з «командного кола» відповідні цілі та сферу відповідальності за виконання робіт у проекті – отримує своє власне «коло» (рис. 1).

З метою координації дій у проектах з місією та стратегією організації необхідно передбачити відповідні ролі (зв'язок з керівним колом та зв'язок із підпорядкованим). Члени команди, які виконують дані ролі, беруть участі в зборах як власного, так і зовнішнього кола.

Розглянемо даний підхід з урахуванням принципу біадаптивності. З точки зору управління, команда може розмежувати процеси управління програмою розвитку на дві групи: процеси управління та виробничі процеси.

Відповідно, у першій групі, у процесах управління, кожна команда використовує чітко визначений процес управління та вдосконалення власних ролей і принципів роботи. Він повинен забезпечувати внесення пропозицій щодо змін у структурі команди і базуватись на консенсусі або згоді членів команди управління програмою. Таким чином можна забезпечити інтеграцію думок всіх сторін (ролей в команді) з конкретного питання, щоб запропоновані зміни та заперечення проти них були враховані, а отже, були враховані потреби організації.

У другій групі (виробничі процеси) координація команд визначається виробничими потребами. Кожен член команди (кола) повинен виконувати обов'язки в проекті (програмі) з метою забезпечення ефективної спільної роботи. В даному випадку член команди повинен мати високий ступінь автономності та повноважень для вибору ефективних способів досягнення цілей у проекті (програмі). При цьому група процесів управління є головною в тому сенсі, що повноваження та вибір способів досягнення цілей не призведуть до непередбаченого витрачання активів організації.

Застосування такого підходу з огляду на вдосконалення організації в умовах турбулентного конкурентного середовища дозволяє розглянути її розвиток з врахуванням когнітивної та біадаптивної складових. Саме команда, що самоорганізується з використанням холакратичного підходу, може виявити відсутність необхідних компетенцій у проекті та своєчасно усунути цей недолік. Водночас, поділ процесів на управлінські та виробничі дозволяє команді проекту застосовувати біадаптивне управління з метою досягнення мети програми біадаптивного розвитку.



Рис. 1. Визначення компетенцій команди проекту та її членів через структуру компетенцій організації

Висновки. В цій статті автори сформулювали методологічний підхід до реалізації програм біадаптивного розвитку організації на основі

когнітивного вдосконалення ключових компетенцій таких організацій

Сформульовано поняття і шляхи розвитку ключової компетенції проектно-орієнтованих

організацій як основи когнітивного механізму забезпечення успіху програм їх біадаптивного розвитку. Зокрема, набуло подальшого розвитку поняття ключової компетенції. Ключовою названо компетенцію вищого порядку, що бере участь в створенні найбільшої споживчої цінності, яка є колективним знанням, що дозволяє організувати і управляти використанням інших компетенцій і здібностей, і тим самим створювати додаткову споживчу цінність. У розвиток існуючих досліджень запропоновано модель ключової компетенції програми біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованої організації.

Зроблено висновок, що для вирішення складних завдань програм біадаптивного розвитку, використання стандартних методів лінійної оптимізації недостатньо, оскільки класична задача лінійної оптимізації не враховує додаткових умов, що виникають при переході організації з одного стану до іншого за результатами програми біадаптивного розвитку, які (результати) здобуваються шляхом когнітивного вдосконалення існуючих компетенцій. Для таких задач запропоновано використовувати двоїсту задачу лінійного програмування. Прикладом такої задачі може служити задача розробки дорожньої карти програми біадаптивного розвитку і уникнення при цьому необґрунтованих рішень або мінімізації непередбачених витрат, що має супроводжуватися розвитком компетентності команди управління програмою. Запропонована формалізація сприятиме розв'язанню задачі синхронізованого розвитку компетенцій персоналу з метою отримання когнітивної синергії і вдосконалення когнітивного потенціалу проєктно-орієнтованої організації в програмах біадаптивного розвитку через вирішення двоїстої задачі лінійної оптимізації.

Також запропоновано підхід холакратії як засіб біадаптивного когнітивного вдосконалення компетенцій команди управління програмою біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій.

Подальші дослідження у обраному напрямі можуть включати розробку концептуальної і множинної моделі управління програмою біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій, формалізацію алгоритмів накопичення і використання знань у базі знань проєктно-орієнтованих організацій, що стосуються індивідуальних компетенцій, групової компетентності і ключової компетенції організації.

Список літератури

1. Тімінський О. Г. Технології адаптивного управління як механізм забезпечення ефективності організаційно-управлінських систем. *Управління розвитком складних систем*. №27. 2016. С. 122–131.
2. Bushuyev S., Jaroshenko R. Proactive Program Management for Development National Finance System in Turbulence Environment. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Published by Elsevier Ltd. 2013. № 74. pp. 61-70.

3. Бушуев С. Д., Бушуева Н.С. Проактивное управление программами организационного развития. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. Зб. наук. праць. Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2006. № 2(18). С. 22-30.
4. Тімінський О. Г., Войтенко О.С., Чернова Люд.С., Чернова Люб.С. Вплив впровадження біадаптивного управління і форсайту на розвиток компетентності. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2020. №1. С.63-67. DOI: 10.20998/2413-3000.2020.1.9
5. Morozov V. V., Kalnichenko O.V., Mezentseva O.O. The method of interaction modeling on basis of deep learning the neural networks in complex IT-projects. *International Journal of Computing*. 2020. №19(1). pp. 88–96.
6. Tanaka, H., Bushuyev S. Innovative development and meta program management of a new generation of megaprojects in the oil & gas and infrastructure sectors. *Управління розвитком складних систем*. 2014. №16. 7 С. 60-68.
7. *Project management association of Japan* URL: <http://www.pmaj.or.jp/ENG>.
8. *Project Manager Competency Development Framework*. Third Edition. Project Management Institute. 2017. URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/framework/pm-competency-development-3rd-edition>.
9. *Целенаправленная разработка и менеджмент проектов*. Темпус, European Training Foundation, 1997. – 84 с.
10. Кононенко И. В. *Компьютеризация управления развитием производственно-экономических систем*. Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. 238 с.
11. Unger N., Dempe. S. *Lineare Optimierung*. Wiesbaden, Springer. 2010. 142 p.
12. Prahalad C. K., Hamel G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 1990. Vol. 68. No. 3. pp. 79-91.
13. Tytov S. D., Chernova L.S. The general algorithm of writing couples of dual problems in linear optimization. *Bulletin of ONMU*. Vol. 1 (54). Odesa, ONMU. 2018. pp. 148-157.
14. Bixby R. E. A Brief History of Linear and Mixed-Integer Programming Computation. Grötschel, M. ed. *Documenta Mathematica, Extra Volume «Optimization Stories»*. 2012. pp. 107-121.
15. *How are holacracy-powered organizations different?*, 2020. URL: <https://www.holacracy.org/explore/why-practice-holacracy>
16. Mamoli S. Holacracy for humans. *The InfoQ eMag*. Issue 71. May 2019. pp.10-17.

References (transliterated)

1. Timinsky A. G. Tekhnolohiyi adaptivnoho upravlinnya yak mekhanizm zabezpechennya efektyvnosti orhanizatsiynoupravlins'kykh system [Technologies of adaptive management as a mechanism of support efficiency of organizational management systems]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of Development of Complex Systems], 27, 2016, pp. 122-131.
2. Bushuyev S., Jaroshenko R. Proactive Program Management for Development National Finance System in Turbulence Environment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Published by Elsevier Ltd., 74, 2013, pp. 61-70.
3. Bushuev S. D., Bushueva N. S. Proaktivnoye upravleniye programmami organizatsionnogo razvitiya [Proactive management of organizational development programs]. *Upravlinnia proektamy ta rozvytok vyrobnytstva. zb. nauk. prats* [Project management and development of production]. Luhansk: SNU V. Dahl, 2(18), 2006. pp. 22-30.
4. Timinsky A., Voitenko O., Chernova L., Chernova L. Vplyv vprovadzhenia biadaptivnoho upravlinnia i forsaitu na rozvytok kompetentnosti [Influence of implementation of biadaptive management and foresite on the development of competence]. *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] 1, 2020, pp. 63-67. DOI: 10.20998/2413-3000.2020.1.9

5. Morozov, V.V., Kalnichenko, O.V., Mezentseva, O.O. The method of interaction modeling on basis of deep learning the neural networks in complex IT-projects. *International Journal of Computing*, 19(1), 2020, pp. 88–96.
6. Tanaka H., Bushuyev S. Innovative development and meta program management of a new generation of megaprojects in the oil & gas and infrastructure sectors. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of Development of Complex Systems]. 16, 2014, pp. 60-68.
7. *Project management association of Japan. PMAJ*. Available at: <http://www.pmaj.or.jp/ENG>.
8. *Project Manager Competency Development Framework Third Edition*. Project Management Institute. 2017. Available at: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/framework/pm-competency-development-3rd-edition>.
9. *Tselenapravleniynaya razrabotka i menedzhment proyektov* [Purposeful development and project management]. Tempus, European Training Foundation, 1997, 84 p.
10. Kononenko I. V. *Kompyuterizatsiya upravleniya razvityiem proizvodstvenno-ekonomicheskikh sistem* [Computerization of development management of production-economic systems] Kharkiv:NTU "KhPI", 2006. 238p.
11. Unger N., Dempe S. *Lineare Optimierung*. Wiesbaden, Springer. 2010, 142 p.
12. Prahalad C. K., Hamel G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 1990, 3(68), pp. 79-91.
13. Tytov S. D., Chernova L. S. The general algorithm of writing couples of dual problems in linear optimization. *Bulletin of ONMU, Odesa, ONMU*. 1(54), 2018, pp. 148-157.
14. Bixby R. E. A Brief History of Linear and Mixed-Integer Programming Computation. Grötschel, M. ed. *Documenta Mathe-matica, Extra Volume «Optimization Stories»*, 2012, pp. 107-121.
15. *How are holacracy-powered organizations different?*, 2020. Available at: <https://www.holacracy.org/explore/why-practice-holacracy>
16. Mamoli S. Holacracy for humans. *The InfoQ eMag*. Issue 71. May 2019, pp.10-17.

Надійшла (received) 20.12.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Чернова Любава Сергіївна (Чернова Любава Сергеевна, Chernova Liubava Serhiivna) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем; e-mail: 19chls92@gmail.com.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7846-9034>.

Чернова Людмила Сергіївна (Чернова Людмила Сергеевна, Chernova Lyudmila Serhiivna) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова, м. Миколаїв, доцент кафедри інформаційних керуючих систем і технологій; e-mail: lyudmylachernova@gmail.com.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-0742>.

Войтенко Олександр Степанович (Войтенко Александр Степанович, Voitenko Oleksandr Stepanovych) – кандидат технічних наук, доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, доцент кафедри управління проектами; e-mail: boytehko@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7414-7836>.

Тімінський Олександр Георгійович (Тиминский Александр Георгиевич, Timinsky Alexander Georgievich) – кандидат технічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри технологій управління; e-mail: timin@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8265-6932>.

ЗМІСТ

Русан Н. І., Бушуєв С. Д. Застосування емпатії та емоційного інтелекту для різних видів команд в умовах пандемії	3
Кононенко І. В., Сушко Г. В. Метод формування команди IT-проєкту на основі максимізації її компетенцій (eng.).....	9
Данченко О. Б., Рибалко І. В., Заруцький С. О., Бєлова О. І. Огляд та класифікація особливостей арт-проєктів як факторів ризику	16
Данченко О. Б., Альба В. О., Березенський Р. В., Савіна О. Ю. Ідентифікація та аналіз ризиків проєктів IT-аудиту	24
Круль К. Я. Теоретико-методичні засади дослідження протиризикового управління зацікавленими сторонами проєктів.....	32
Олех Т. М., Колеснікова К. В., Мезенцева О. О., Гогунський В. Д. Розробка моделі збалансованої оцінки успішності проєктів на основі методичних індикаторів цінності	39
Луб П. М., Шарибура А. О., Пташник В. В., Пукас В. Л. Управління часом у виробничих проєктах із врахуванням впливу турбулентного проєктного середовища	48
Прокопенков В. Ф. Полиномиальный алгоритм поиска гамильтонова цикла на графе (рус.).....	55
Чернова Л. С., Чернова Л. С., Войтенко О. С., Тімінський О. Г. Вдосконалення ключових компетенцій програм біадаптивного розвитку проєктно-орієнтованих організацій	66

CONTENTS

Rusan N., Bushuyev S. Application of empathy and emotional intelligence for different types of teams in a pandemic condition.....	3
Kononenko I., Sushko H. Method of the IT-project team creation based on maximizing it's competencies	9
Danchenko O., Rybalko I., Zarutskyi S., Bielova O. Review and classification of art-projects' features as risk factors.....	16
Danchenko O., Alba V., Berezensky R., Savina O. Identification and risk analysis of IT-audit projects	24
Król K. Theoretical and methodological fundamentals of research of anti-risk stakeholders of projects management	32
Olekh T., Kolesnikova K., Mezentseva O., Gogunskii V. Development of a model for balanced evaluation of project success based on methodical indicators of value	39
Lub P., Sharybura A., Ptashnyk V., Pukas V. The time management in production projects taking into account the impact of a turbulent project environment	48
Prokopenkov V. Polynomial algorithm for finding a hamiltonian cycle on a graph	55
Chernova L., Chernova Ly., Voitenko O., Timinsky A. Improvement of key competencies of programs for biadaptive development of design-oriented organizations.....	66

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХПІ».
СЕРІЯ: СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ, УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ,
ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ**

Збірник наукових праць

№ 1 (3) 2021

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 № 1-21

Підп. до друку 12.02.2021 р. Формат 60×84 1/8. Папір офсетний 80 г/м².
Друк офсетний. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 8,55. Облік.-вид. арк. 9.
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