

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2019 № 975) [www. economy.nauka.com.ua](http://www.economy.nauka.com.ua) | № 5, 2020 | 28.05.2020 р.

DOI: [10.32702/2307-2105-2020.5.64](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.5.64)

УДК: 338.12.017

Р. М. Циган,
старший викладач кафедри обліку і фінансів,
Кременчуцький Національний університет імені Михайла Остроградського
ORCID ID: 0000-0001-5955-812X
Н. Г. Кирилаха,
к. ф.-м. н., доцент кафедри інформатики та вищої математики
ORCID ID: 0000-0002-2629-8867
Д. Є. Солодков,
студент 3-го курсу,
Кременчуцький Національний університет імені Михайла Остроградського
ORCID ID: 0000-0001-5249-0820

МЕТОДИКА УПРАВЛІННЯ КАДРАМИ В РАМКАХ ПРОЕКТНОЇ РОБОТИ З ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ BIG DATA

R. Tsyhan
Senior Lecturer of the Department of Accounting and Finance
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University
N. Kyrylakha
PhD in Physico-Mathematical Sciences,
Associate Professor, Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University
D. Solodkov
Student of the second course
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University

THE STAFF MANAGING METHOD IN THE CONDITIONS OF THE PROJECT WORK WITHIN THE USAGE OF BIG DATA TECHNOLOGIES

Авторами були досліджені існуючі інноваційні підходи з контролю кадрів й прийняття відповідних рішень в умовах роботи з технологіями Big Data та з урахуванням вірогідних організаційних змін в структурі підприємства, на якому впроваджено дані технології. В результаті аналізу таких підходів, як матриця розподілу обов'язків RACI, теорія нечітких множин та метод критичного ланцюгу Голдратта була розроблена і запропонована власна методика щодо моніторингу проектної роботи, оцінки її стану з мінімізацією фактору людського суб'єктивізму та прийняття своєчасних рішень щодо кадрових змін з метою оптимізації проекту. Для наочної демонстрації використання запропонованої комплексної методики, остання була поетапно проілюстрована на прикладі умовного проекту – з заданими умовними значеннями.

The issue of the staff control and the related decision-making in the conditions of implementation of technologies of storing, processing and analyzing of big amounts of data within probable changes in the organization structure of a company was analyzed in this article.

The processes and the main roles of the common structure of the Data Science Department were considered and compiled within the RACI matrix approach. The fuzzy set theory and the Goldratt's Critical Chain theory were analyzed. The comprehensive method, based on the theories and the RACI matrix approach was created and illustrated in the article in details, with step-by-step theoretical explanation and practical implementation within the example values in order to show how the method can be applied in real conditions.

The method includes the set of mathematic formulas synthesized from the fuzzy set theory and the RACI matrix is the main fulcrum for the determining of the staff responsibilities.

Considering the difficulty of timing anticipation of the project accomplishment, there is an evident necessity of the timing buffers making which are considered to be helpful in the conditions of project lagging that threatens the further sales and company's reputation. Consistently, the timing of the project accomplishment and time buffers' usage are the main parameters to be assessed with the method created.

The main objective of the method created is to support the manager's decision-making by getting the relevant information, specifically the timing values in time within the control of the project work in progress in the Data Department by tracking down the efficiency of the work and eventually in order to make necessary decisions about the staff in time to optimize the project work. The main resource which is the subject of calculations is the time which usage must be minimized and the method created is dedicated to help the manager to solve this issue.

In order to automate the calculations, the application was developed and applied in this research.

The results of the calculations were analyzed and the further decision about the necessary staff changes was done and graphically illustrated.

Ключові слова: *впровадження Big Data; теорія нечітких множин; матриця RACI; комплексна методика; контроль проекту; контроль кадрів; програмне забезпечення.*

Key words: *Big Data implementation; fuzzy set theory; RACI matrix; comprehensive method; project control; staff control; application.*

Постановка проблеми. Стрімке зростання об'ємів даних у цілому та пришвидшення їх генерації призвели до появи досконаліших технологій збору, зберігання, обробки, аналізу та візуалізації великих масивів даних, які використовуються багатьма організаціями та структурами в різних сферах. Разом із розвитком відповідних технологій виникла необхідність організаційних змін на підприємствах, що впроваджують технології роботи з Big Data, оскільки останні суттєво впливають на якість виробничих процесів. Однією з найбільш гострих проблем при цьому є кадри, оскільки в новій сфері з'являються нові спеціалісти й, відповідно, виникає потреба контролю працівників нової сфери. Оскільки технології Big Data відносяться до ІТ, потрібні методи контролю та прийняття кадрових рішень, заснованих на наукоємних та інноваційних рішеннях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням методів управління проектами в рамках роботи з Big Data та в умовах невизначеності займалися Корольов О. Л. [4], Борис Отто [8], Кріш Крішнан [20] – організаційна складова роботи з «великими даними», Клаус Вебер [9] – управління в умовах невизначеності, Большаков А. А. [21], Еліяху Голдратт [22] – використання математичного апарату для підвищення точності методики оцінки стану проекту та ін. При цьому комплексна методика, яка давала б змогу оцінити стан проекту та прийняти відповідне кадрове рішення в умовах невизначеності в рамках роботи з «великими даними» відсутня.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики для вирішення проблеми контролю ефективності праці та прийняття відповідних кадрових рішень в рамках проектної роботи з Big Data.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати організаційні зміни, що відбуваються в структурі підприємства внаслідок впровадження технологій Big Data;
- проілюструвати послідовність дій запропонованого авторами методу на основі умовного проекту, в тому числі, за допомогою спеціально розробленого ПЗ;
- сформулювати кінцеве управлінське рішення стосовно кадрів проекту на основі результатів обчислень та графічно відобразити його структуру.

Виклад основного матеріалу. Перепони, з якими частіше стикаються компанії, що впроваджують технології роботи з Big Data – це організаційні трансформації, реінжиниринг бізнес-процесу, прийняття змін і управління ними – що є в більшій мірі людським фактором, а не технічним. Це загострює конфлікт в області прийнятті рішень – між гнучкістю процесу прийняття рішень, з одного боку, та повноваженнями і відповідальністю значної кількості учасників цього процесу – з іншого [1].

З метою оптимізації управління команди проекту, розроблено синтетичну методіку – Методіку управління кадрами в умовах невизначеності (УКУН) – на основі матриці розподілу ролей RACI і модифікованого методу критичного ланцюга Голдтратта у поєднанні з методами нечітких множин. Мета розробленої методіки – вирішити проблему управління проектом, а точніше – контролю й прийняття оперативного рішення стосовно кадрів в процесі виконання проекту з метою його вчасної оптимізації. Поставлена мета досягається за допомогою визначення за розробленою методикою основного показника – часу за планом та фактичного виконання завдань в окремий момент роботи над проектом.

З метою вирішення проблеми управління командою проекту, зокрема, при структурній організації відділу з роботи з даними, на думку автора, доцільно використовувати метод матриці RACI, що передбачає розподіл відповідальності за категоріями: відповідальність (responsibility) – виконання задачі; підзвітність (accountability) – прийняття рішення і реалізація заходу по конкретній задачі; консультативність (consulting) – зв'язок з рішеннями і задачами; інформованість (informing) – доступ до інформації по рішенням і діям в ході проекту [1,4].

Сформовано теоретичну модель матриці RACI в рамках проектної роботи з Big Data (табл. 1). Принцип в основі використання матриці RACI полягає в тому, що кожна взаємодія заповнюється в клітину матриці з метою відобразити, який внесок робить кожна роль в процесі.

Таблиця 1.
Матриця RACI для моделі управління Big Data [2, 3, 4]

Процеси управління даними	Виконавчий спонсор	Рада з контролю якості даних	Директор з контролю даних	Бізнес-розпорядник даних	Технічний розпорядник даних
Ролі, структури і політики	A	R	R	R	R
Data management	I	A	R	R	C
Управління якістю даних	I	A	R	R	C
Менеджмент метаданих	I	A	R	C	R
Майстер управління даними	I	A	R	C	R
Архітектура даних	I	A	R	R	C
Технологія	I	A	R	C	R
Безпека і приватність	I	A	R	R	R
Розробка і моніторинг метрик	A	R	R	I	I

Відповідно до зображеної матриці, рада з контролю якості є відповідальною за структуру управління даними на всьому підприємстві. Менеджер з контролю даних керує розпорядниками тех-і-бізнес-даних та є відповідальним за реалізацію стратегій управління даними і відповідних процесів на підприємстві. Діяльність щодо моделювання чи контролю якості даних, метаданих, а також питань, пов'язаних із технологією та питаннями безпеки підпадає під відповідальність розпорядника тех-даних, тоді як питання щодо загального управління даними або розпорядження ними реалізуються розпорядником бізнес-даних.

Таким чином, принцип даної методики був включений до авторської методики УКУН, яка покликана мінімізувати суб'єктивізм менеджера під час прийняття їм управлінського рішення стосовно кадрів проекту.

В результаті, були модифіковані та синтезовані метод критичного ланцюга та матриця RACI, оскільки, на думку авторів, дані підходи є найбільш оптимальними для управління командою IT-проекту, зокрема в області Big Data: метод критичного ланцюга Голдратта – через порівняно високу наукомісткість і точність, та матриця RACI – через універсальність застосування та адаптивність до будь-якої сфери. В результаті синтезу стає можливим генерування більш точного рішення, що, з одного боку, спирається на точний розрахунковий метод та, з іншого, враховує людський фактор.

Методика УКУН включає три етапи – розрахункові: розрахунок буферів проекту і злиття шляхів (1); визначення змінності ресурсу (2) та визначення областей відповідальності за роботу в проекті та заміна відповідальних осіб (3).

Етап 1. Розрахунок буферів проекту та злиття шляхів. Для виконання першого етапу використано модифікований метод критичного ланцюга Голдратта. Даний метод заснований на теорії обмежень, а також законах статистики. З метою мінімізації ризиків, закладаються буфери часу: проектний і злиття шляхів.

Для всього проекту запас часу називається буфером проекту, він розміщується в кінець проекту. Час для злиття некритичного ланцюга з критичним – буфер злиття шляхів. Для розрахунку розмірів буферів необхідно мати статистичні дані розподілу тривалості кожної задачі [5].

Першим кроком буде задання умов виконання завдань проекту для подальшого розрахування розміру буферів проекту – запасів часу на випадок відставання від плану. Запланована тривалість завдань задається як трапецієподібне число, яке представляється у вигляді четвірки (a, b, c, d), де a і d задають кордони області визначення нечіткого числа, в точках a і d функція приналежності дорівнює 0, b і c задають інтервал, де функція приналежності приймає значення 1. При цьому для даних параметрів виконується умова: $0 \leq a \leq b \leq c \leq d$ [6].

Далі, для кожної задачі експертом (менеджером проекту) задається трапецієподібне число (табл. 2). Задані значення, будуть використовуватися в подальших розрахунках. За умовою, в даному проекті конфлікт ресурсів відсутній.

Таблиця 2.
Список завдань проекту в рамках прикладу

Завдання	Попередні етапи	Тривалість
A		(3, 5, 6, 10)
B	A	(1, 2, 3, 5)
C	B	(7, 10, 12, 17)
D		(4, 6, 7, 8)
E	D	(2, 5, 8, 9)

Наступним кроком буде визначення найбільш вірогідної тривалості виконання завдань проекту (high agreement value, v_A), яке визначається на підставі задання значення індексу AI (agreement index). Значення індексу відповідності (AI) задається в проміжку [0;1] на основі рішення менеджера проекту. При цьому чим більше значення AI – тим більше підстраховки (буферу) закладається в задачу, відповідно, чим менше значення AI, тим більш оптимістичним є бачення менеджера щодо тривалості виконання проекту [7]. В даному прикладі індекс відповідності взято за 0,2 (AI = 0,2), таким чином отримано більш стислі терміни виконання. Для розрахунку значення відповідності виходимо з того, що $a < v \leq b$ при AI = 0,2.

$$AI(v) = \left\{ \begin{array}{l} 0, v \leq a, \\ \frac{(v-a)^2}{(b-a) \cdot (d-a+c-b)}, a < v \leq b \\ \frac{2(v-b) + (b-a)}{d-a+c-b}, b < v < c \\ \frac{(d-a+c-b) - \frac{(d-v)^2}{(d-a)}}{(d-a+c-b)}, c \leq v < d \\ 1, v \geq d \end{array} \right. \quad (1)$$

Знаходження значення v необхідно для визначення значень буферів проекту і злиття шляхів. Розмір буферу ланцюгів визначається за правилом підсумовування відхилень. Оскільки значення відповідності ($AI(v)$) обирається програмним шляхом (підбір ітераційним алгоритмом найближчого значення з точністю в 10^{-6}), був розроблений калькулятор [8] для знаходження потрібного значення.

Після отримання результатів розрахунку для кожної задачі проекту, перші зводяться до таблиці за наступними видами значень: «Запланована тривалість» – $(a+b)/2$; «Значення відповідності» - результати розрахунку $AI(v)$; «Відхилення» - різниця між першими видами значень. Таким чином, розраховані дані види значень за кожним завданням в рамках значень прикладу (табл. 3).

Таблиця 3.
Значення відповідності і тривалості завдань

Завдання	Запланована тривалість	Значення відповідності $AI(v)$	Відхилення
A	$(5+6)/2 = 5,5$	4,79	$5,5-4,79 = 0,71$
B	$(2+3)/2 = 2,5$	2	$2,5-2 = 0,5$
C	$(10+12)/2 = 11$	9,69	$11-9,69 = 1,32$
D	$(6+7)/2 = 6,5$	5,41	$6,5-5,4 = 1,09$
E	$(5+8)/2 = 6,5$	4,45	$6,5-4,45 = 2,05$

В даному прикладі виникають два ланцюга завдань: (A, B, C) і (D, E), тривалість яких відповідно: $5,5 + 2,5 + 11 = 19$; $6,5 + 6,5 = 13$. Критичним ланцюгом є ланцюг завдань A, B, C. Наступним кроком є розрахунок буферів проекту (під критичний ланцюг) (1-й) і злиття шляхів (під некритичний ланцюг) (2-й) [6].

Розмір буфера ланцюга задач визначається на підставі правила підсумовування відхилень:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}$$

$$S_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2} \quad (2)$$

де: S_j буфер j – го ланцюга; i – номер задачі у відповідному ланцюзі, n – кількість задач відповідного ланцюга.

Відповідно, розраховані буфер проекту і злиття шляхів:

$$S_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^3 S_i^2} = \text{ВП} = \sqrt{0,71^2 + 0,5^2 + 1,32^2} = 1,57$$

1) Буфер проекту:

$$S_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^2 S_i^2} = \text{ВЗШ} = \sqrt{1,09^2 + 2,05^2} = 2,32$$

2) Буфер злиття шляхів:

Таким чином, отримаємо, що буфер проекту слід планувати у 1,58 робочих дні та 2,32 дні – буфер злиття шляхів. Маємо на увазі, що оцінка трудомісткості завдань узгоджена з рівнем кваліфікації виконавців і терміном задачі проекту й відповідно до цього розподілено буфери часу [5, 7]. Починається робота над проектом.

2. Визначення змінності ресурсу. Метод критичного ланцюгу Голдратта пропонує простий механізм управління станом проекту за допомогою моніторингу стану буферів. Для прийняття рішення про заміну ресурсу необхідно мати інформацію про історію виконання задач проекту даним ресурсом, яка допоможе прийняти правильне і своєчасне рішення.

На даному етапі слід провести розрахунок моделі управління проектом з використанням інформації про виконання проекту. Оскільки більша частина інформації з управління проектами, через високу вірогідність ризиків, несе невизначений або неточний характер (зокрема, терміни виконання задачі і, як результат – споживання буферу), то для даного етапу необхідне застосування нечітких множин.

В рамках цього методу передбачається, що ресурси (розробники, виконавчі) повідомляють ОПР про залишкові об'єми роботи на даний момент часу. Об'єм подається у вигляді нечіткого трапецієподібного числа, дефазифікація якого виконується за допомогою індексу відповідності (AI) [9, 10].

Таким чином, розраховуються значення лінгвістичних змінних «Стан ланцюга» і «Продуктивність ресурсу» які визначають кінцеву змінну «Змінність ресурсу».

За умовою проект розпочинається з 1 числа даного місяця. Кожне завдання ланцюга має заплановану тривалість виконання. Ланцюги виконуються паралельно. Запланований старт кожного завдання ($Begin(w_i)$): $Begin(w_A) = 1$, $Begin(w_B) = 5.5$, $Begin(w_C) = 8$, $Begin(w_D) = 1$, $Begin(w_E) = 6.5$. Кількість планової і виконаної роботи, тобто споживання буферу, визначається за формулою:

$$S_{pt}^k = t - Begin(w_i) \quad (3)$$

де t – поточний час, $Begin(w_i)$ – функція, що повертає дату і час початку виконання задачі i -ї задачі k -го ланцюга.

Здійснення моніторингу виконання завдань проекту. Припустимо, що на даний момент середина 7-го дня роботи з проектом, тобто $t = 7.5$ (пройшло 50% робочого часу дня). За планом 1-ша команда проекту повинна виконувати завдання_В, в той час, як 2-га команда мала почати виконувати завдання_Е:

1) Критичний ланцюг: $S_{pt}^1 = 7.5 - 5.5 = 2$;

2) Некритичний ланцюг: $S_{pt}^2 = 7.5 - 6.5 = 1$.

Тобто за планом на даний момент часу 1-ша команда має виконати роботи завдання_В на 2 повні дні, в той час, як 2-га команда – 1 день завдання_Е.

Наступним кроком є отримання залишкової тривалості виконання задачі d_i . Кількість виконаної роботи розраховується за формулою:

$$S_{pt}^k = Duration(w_i, r_j) - d_i \quad (4)$$

де $Duration(w_i, r_j)$ – функція, що повертає планову тривалість виконання ресурсом r_j задачі w_i ; k – номер ланцюга.

Для узгодження плану з ходом фактичного виконання завдань необхідно запросити оцінку виконавців стосовно залишкової тривалості виконання завдань. Припустимо, що для завершення виконання завдання_В першою командою, за оцінкою головного інженера команди (експерта, за умовою), необхідно 2.5 доби замість 2 (2.5 загальний час - (мінус) 2 витрачених дні) залишкових за планом, тобто $d_B = 2.5$, в той час, як 2-га команда повідомляє, що для виконання завдання_Е необхідно 6.5 днів замість запланованих 5.5 у залишку за планом.

Розраховано об'єми виконаної роботи в кожному ланцюзі:

1) Критичний ланцюг: $S_{pt}^1 = Duration(w_B, r_1) - d_B = 2.5 - 2 = 0.5$, тобто з запланованих 2,5 діб на виконання завдання_В виконано роботи на 0,5 робочих днів, що свідчить або про низьку продуктивність роботи команди або про невідповідність плану реальним об'ємам роботи.

2) Некритичний ланцюг: $S_{pt}^2 = Duration(w_E, r_2) - d_E = 6.5 - 6.5 = 0$, тобто не зважаючи на те, що витрачено 1 день на виконання завдання_Е, виробіток команди_2 складає 0 днів за фактичними результатами, що також свідчить або про низьку ефективність роботи даної команди, або про недооцінку трудомісткості завдання.

Наступним кроком буде розрахунок споживання буферу (різниця між плановою і виконаною роботою) за формулою:

$$\Delta S_{pt}^k = S_{pt}^k - S_{pt}^k \quad (5)$$

Визначення відповідних значень в рамках прикладу:

1) Критичний ланцюг: $\Delta S_{pt}^1 = S_{pt}^1 - S_{pt}^1 = 2 - 0.5 = 1.5$;

2) Некритичний ланцюг: $\Delta S_{pt}^2 = S_{pt}^2 - S_{pt}^2 = 1 - 0 = 1$.

Таким чином із закладеного в критичний ланцюг буфера спожито 1,5 дні, а із закладеного в некритичний – 1 день.

При цьому для виконання завдань критичного ланцюга буфера закладено ~1,6 днів, некритичного – ~2,3, а завдання_А і завдання_Д виконано вчасно за планом.

Ступінь споживання буферу визначається за формулою:

$$U_i^k = \begin{cases} 0, \Delta S_{pt}^k \leq 0, \\ \frac{\Delta S_{pt}^k}{S^k} * 100, \end{cases} \quad (6)$$

де S^k – розмір буферу для ланцюга k . Для визначення ступеня споживання буферу критичного ланцюга використовується значення буферу проекту, некритичного – буферу злиття шляхів [11, 12].

Таким чином, ступінь споживання буфера:

1) Критичний ланцюг: $U_t^k = \frac{\Delta SF_t^k}{S_t^k} + 100 = \frac{1,5}{1,6} + 100 = 93,75\%$;

2) Некритичний ланцюг: $U_t^k = \frac{\Delta SF_t^k}{S_t^k} + 100 = \frac{1}{2,3} + 100 = 43,48\%$

Отже, можна побачити, що в даному прикладі буфер проекту (критичного ланцюга) майже повністю вичерпаний в той час, як буфер злиття шляхів (некритичного ланцюга) вичерпаний майже наполовину.

Наступним кроком буде розрахунок ступеня завершення робіт для ланцюгів (k) за формулою:

$$F_t^k = \frac{Begln(CurrentOp(t, k)) + S_{t,t}^k - Begln(Ch_k)}{Duration(Ch_k) - 1} \quad (7)$$

де $CurrentOp(t, k)$ – функція, що повертає задачу, яка виконується в поточний момент часу t для ланцюга k ; $Begln(Ch_k)$ – функція, що повертає дату початку виконання задач ланцюга; $Duration(Ch_k)$ – функція, що повертає планову тривалість виконання задач.

Відповідний розрахунок значень в рамках прикладу:

1) Критичний ланцюг:

$$F_t^1 = \frac{Begln(CurrentOp(t, 1)) + S_{t,t}^1 - Begln(Ch_1)}{Duration(Ch_1) - 1} = \frac{7,5 + 0,5 - 1}{19 - 1} = 0,368$$

2) Некритичний ланцюг:

$$F_t^2 = \frac{Begln(CurrentOp(t, 2)) + S_{t,t}^2 - Begln(Ch_2)}{Duration(Ch_2) - 1} = \frac{7,5 + 0 - 1}{13 - 1} = 0,541$$

Таким чином, критичний ланцюг завершений на 36,8%, в той час, як некритичний – на 54,1%.

На підставі даних про рівень буферів (% споживання) і ступеня завершення задач наступними кроками буде визначення ключових показників, що вплинуть на подальше управлінське рішення відносно кадрів: «Стан ланцюга», «Продуктивність ресурсу» і заключне, сформоване на основі попередніх «Змінність ресурсу». Аргумент функції приналежності лінгвістичної змінної «Стан ланцюга» визначається за формулою:

$$E = \frac{U_t^k}{F_t^k} \quad (8)$$

З метою визначення характеристики отриманих значень, встановлено терм-множину змінної: Ahead (випередження графіку), Optimistic (оптимістична оцінка), Normal (все добре), Pessimistic (песимістична оцінка), Fault (незначний збій), Lag (відставання), Huge Lag (суттєве відставання).

Визначення змінної «Стан ланцюга»:

1) Критичний ланцюг: ;

$$E = \frac{U_t^1}{F_t^1} = \frac{0,435}{0,368} = 0,804$$

2) Некритичний ланцюг:

Отримані значення розміщуються на відповідній шкалі оцінки стану ланцюга (рис. 1) з метою визначення характеристики даних значень.

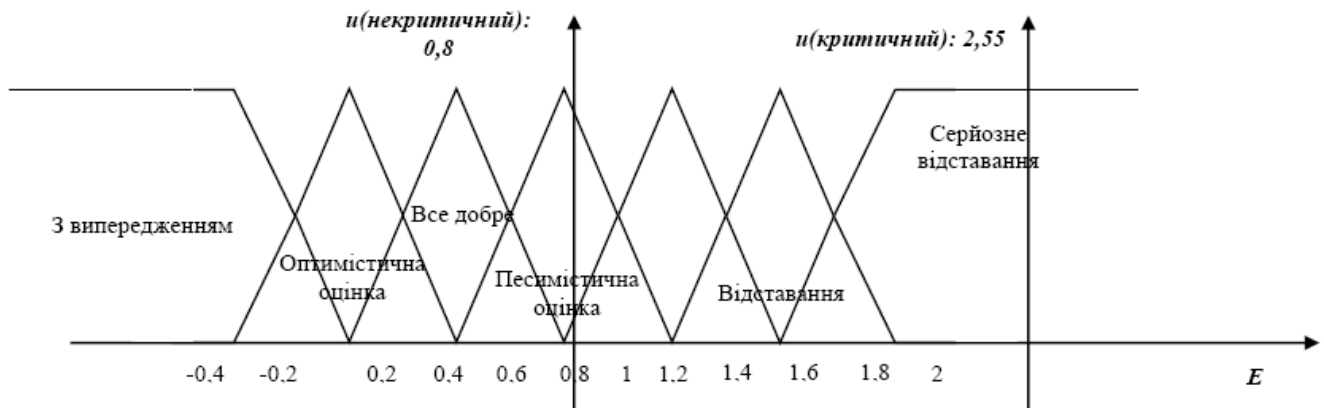


Рис. 1. Визначена функція приналежності лінгвістичної змінної «Стан ланцюга»

Згідно вимірникам даної шкали, критичний ланцюг знаходиться в стані серйозного відставання й терміново вимагає відповідних заходів, в той час, як для некритичного ланцюга відзначається песимістична оцінка подальшого розвитку.

В якості інформації про ресурс виступає значення лінгвістичної змінної «Продуктивність ресурсу». Встановлено терм-множину функції: High (висока продуктивність), Medium (середня продуктивність), Below medium (продуктивність нижче середньої), Low (низька продуктивність).

Аргумент функції приналежності лінгвістичної змінної «Продуктивність ресурсу»:

$$[Q(r)_k] = \frac{t_{rk}}{t_{pk} + \frac{B_k * [Duration(w)_{krj}]}{Duration(Ch_k)}} - 1, \quad (9)$$

де t_{rk} – фактичний час виконання задачі; t_{pk} – плановий час виконання задачі; B_k – буфер ланцюга; $[Duration(w)_{krj}]$ – тривалість виконання поточного завдання; $Duration(Ch_k)$ – тривалість ланцюга за планом [10, 11, 12]. Аргументом функції приналежності є відносний об'єм робіт ресурсу, що вимагає заміни.

Розрахунок значень в рамках прикладу:

1) Критичний ланцюг:

$$[Q(r)_1] = \frac{t_{r1}}{t_{p1} + \frac{B_k * [Duration(w)_{krj}]}{Duration(Ch_1)}} - 1 = \frac{2}{2,5 + \frac{1,6 * 2,5}{19}} - 1 = -0,262185$$

2) Некритичний ланцюг:

$$[Q(r)_2] = \frac{t_{r2}}{t_{p2} + \frac{B_k * [Duration(w)_{krj}]}{Duration(Ch_2)}} - 1 = \frac{1}{6,5 + \frac{2,9 * 6,5}{19}} - 1 = -0,86928$$

З метою охарактеризувати отримані значення, останні розміщуються на відповідній шкалі оцінки (рис. 2).

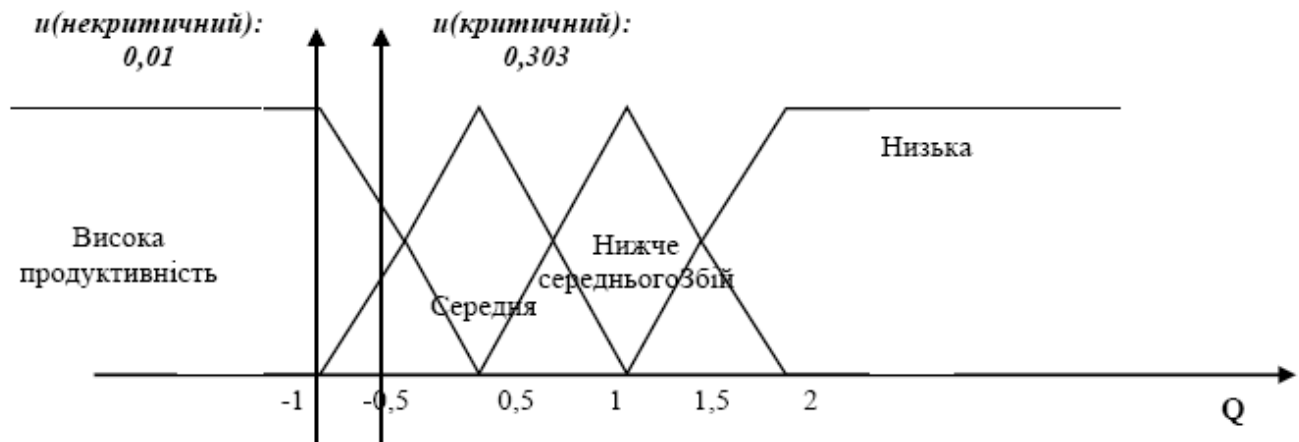


Рис. 2 Визначення функція приналежності лінгвістичної змінної «Продуктивність ресурсу»

Відповідно до порівняних з вимірниками значень, продуктивність команд обох ланцюгів є середньою.

Після розрахування змінних «Стан ланцюга» і «Продуктивність ресурсу», на їх основі (дані змінні є передумовою) можна визначити ступінь змінної «Змінність ресурсу». Для цього використовується сукупність нечітких правил (табл. 4).

База правил – лінгвістична модель – представляє собою множину нечітких правил R^m виду R^m : якщо(Стан ланцюга = значення1 І Продуктивність ресурса = значення2 ТО Змінність ресурсу = значення3).

Таблиця 4.
Список нечітких правил [5]

Номер правила	Передумова		Наслідок
	Стан ланцюга	Продуктивність ресурсу	Змінність ресурсу
1	Ahead	Medium	None
2	Ahead	Low	None
3	Pessimistic	Medium	Single
4	Fault	Medium	Partial
5	Fault	Low	Full
6	Pessimistic	High	Single

Для визначення якості отриманих значень, останні розміщуються на відповідній шкалі оцінки.

Таким чином, використано лінгвістичну модель для визначення змінної «Змінність ресурсу» (табл. 5).

Згідно розрахунку функції «Стан ланцюга» її змінна для критичного ланцюга є «Серйозне відставання» (>2), в той час, як для некритичного ланцюга – «Песимістична оцінка» (~0,8). Лінгвістична змінна функції «Продуктивність ресурсу» для критичного і некритичного ланцюгів визначена як «Середня».

Таблиця 5.
Визначення «Змінності ресурсу»

Ланцюги	Передумова		Наслідок
	Стан ланцюга	Продуктивність ресурсу	Змінність ресурсу
Критичний	Fault	Medium	Partial
Некритичний	Pessimistic	High	Single

Відповідно, критичний ланцюг проекту потребує часткової (partial) заміни ресурсу, в той час, як некритичний – одиничної (single) (рис. 3).

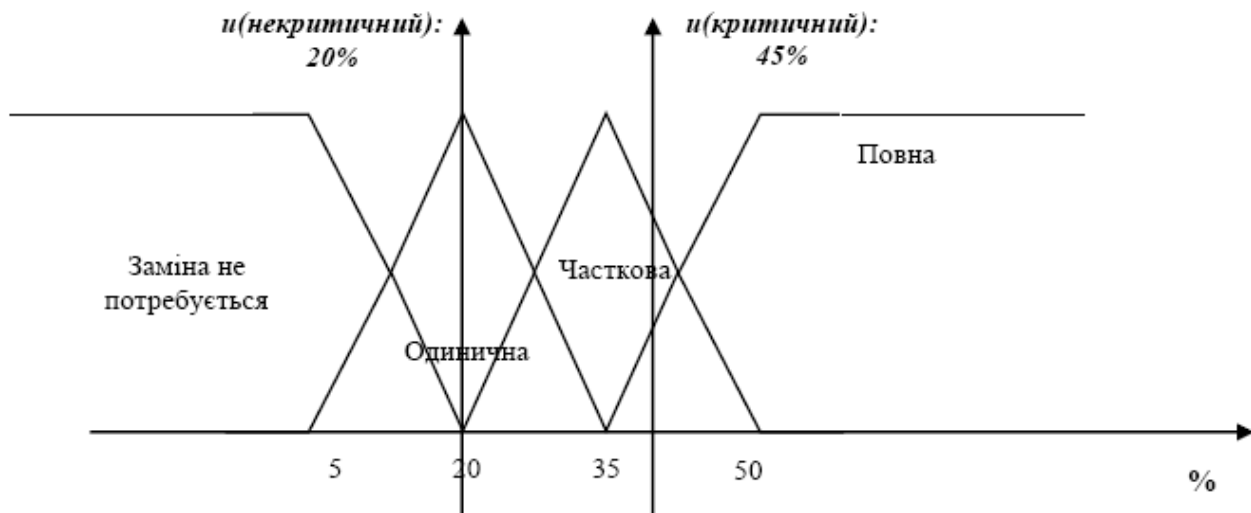


Рис. 3. Визначення функція приналежності лінгвістичної змінної «Змінність ресурсу»

Визначено ступінь необхідної заміни ресурсу для критичного ланцюга – 45% і некритичного – 20%.

Етап 3. Визначення областей відповідальності за роботу в проекті та заміна відповідальних осіб.

На підставі визначених ступенів (значень лінгвістичної змінної) «Змінності ресурсу», ОПР приймає закономірне рішення про часткову заміну в критичному ланцюзі та одиничну – в некритичному ланцюзі осіб в ролях, зазначених в моделі управління RACI в рамках проектної роботи з Big Data. З метою реалізації даного управлінського рішення необхідно визначити, які саме ролі негативно вплинули на ефективність роботи над проектом. Для цього проведено порівняльний аналіз стану поточного проекту та проектів минулих періодів за показниками споживання буферу та виконання завдань за планом для критичних і некритичних ланцюгів.

В типовому проекті з розробки ПЗ в рамках роботи з Big Data беруть участь менеджер з контролю даних (менеджер проекту, експерт), розпорядники бізнес-даних (обробляють та аналізують довідкові і транзакційні дані критичного характеру, що в подальшому використовуються в таких бізнес-функціях, як маркетинг) і розпорядники

технічних даних (безпосередньо використовують масиви даних в роботі для розробки на основі результатів обробки та аналізу). Оскільки, за виключенням менеджера з контролю даних, який контролює обидва ланцюги, розпорядники бізнес-і-тех-даних розподілені на команди на кожен ланцюг, відповідно визначення відповідальних осіб і ступені їх негативного впливу на загальний стан кожного даного ланцюга і кожного процесу здійснюється окремо, і подальша заміна, окрім випадків повної заміни ресурсу (виключення з проекту) також здійснюється окремо по кожному процесу.

Відповідно, проводиться два аналізи: за критичним і некритичним ланцюгами – з метою виявити причину відставання від плану і визначення ролей, які справили негативний вплив на динаміку виконання проекту.

Аналіз критичних ланцюгів поточного проекту та проектів минулих періодів. За умовою, в попередні періоди в критичних ланцюгах на етапі запланованого виконання в 36,8% були отримані наступні кореляції ступеня виконання завдань (вісь x) і використання буферів проектів (вісь y) (рис. 4) .

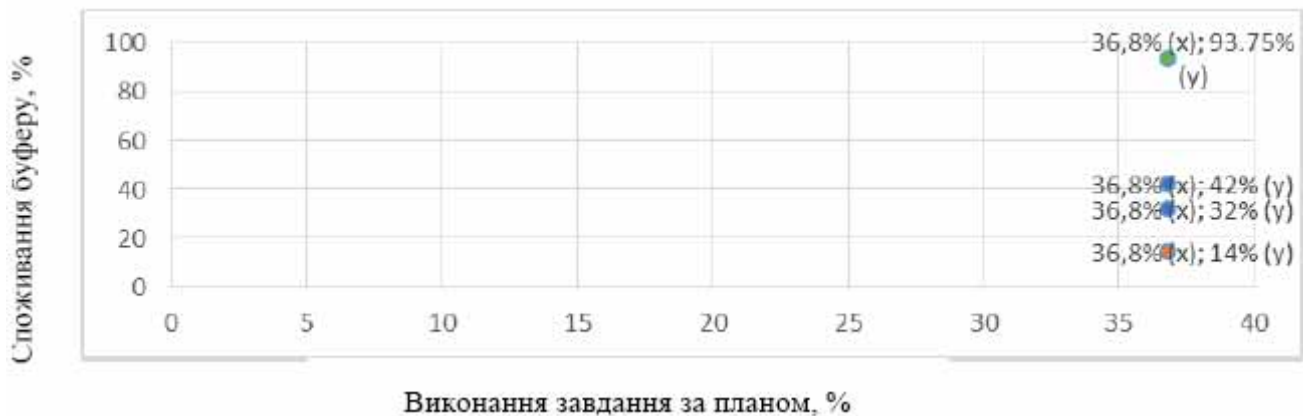


Рис. 4. Кореляція ступенів виконання завдань (x) і споживання буферу (y) критичних ланцюгів проектів

Можна спостерігати різні рівні споживання буферу проекту, на що впливають якість управлінських рішень, коректність використання критичних даних та використання технічних даних

На рис. 4 можна побачити критичні ланцюги трьох завершених проектів попередніх періодів та поточного на стадії виконання в 36,8% (вісь x). Відповідно, споживання буферу в даних проектах варіюється від 14% – в першому проекті до 93,75% – в поточному. Проаналізовані попередні рішення стосовно кадрів з метою визначення їх впливу на дані кореляції (табл. 6).

**Таблиця 6.
Кадровий склад в минулих і поточному проектах в критичних ланцюгах**

№ проекту	Споживання буферу, %	Менеджер з управління даними	Розпорядники бізнес-даними	Виконавці-розробники
1	14	Нові кадри	Старі кадри	Старі кадри
2	42	Старі кадри	Старі кадри	Нові кадри
3	32	Старі кадри	Старі кадри	Нові кадри
4	93,75	Нові кадри	Старі кадри	Нові кадри

В поточному проекті, при нових менеджері та розробниках, простежується критичне відставання від плану, що з високою вірогідністю свідчить про низьку якість управлінських рішень, в першу чергу, планування і ефективність роботи розробників (розпорядників технічних даних).

Аналіз некритичних ланцюгів поточного проекту та минулих проектів. Досліджено ступінь споживання буферу при 54,1% використаного за планом часу для проектів, що порівнюються з метою подальшого визначення кореляції між даними показниками і управлінськими рішеннями стосовно кадрів (рис. 5).

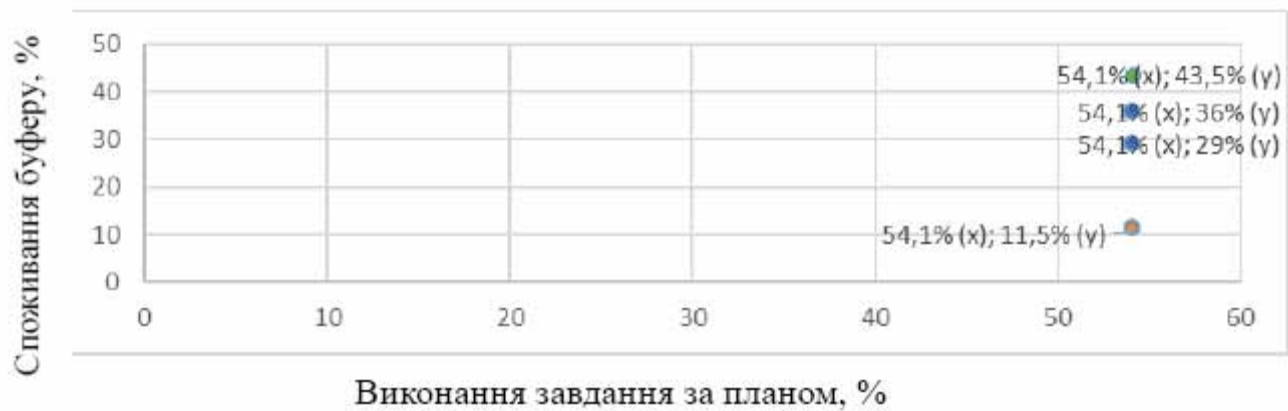


Рис. 5 Кореляція ступенів виконання завдань (x) і споживання буферу (y) некритичних ланцюгів проектів

На рис. 5 відображено некритичні ланцюги проектів, що аналізуються на стадії виконання в 54,1% (вісь x). Відповідно, споживання буферу в даних проектах варіюється від 11,5% - в 1-му до 43,5% – в поточному.

Проаналізовані попередні рішення стосовно кадрів з метою визначення їх впливу на кореляції (табл. 7).

Таблиця 7.
Кадри в минулих і поточному проектах в некрит. ланцюгах

№ проекту	Споживання буферу, %	Менеджер з управління даними	Розпорядники бізнес-даними	Виконавці-розробники
1	11,5	Нові кадри	Старі кадри	Старі кадри
2	29	Старі кадри	Старі кадри	Старі кадри
3	36	Старі кадри	Старі кадри	Нові кадри
4	43,5	Нові кадри	Старі кадри	Нові кадри

Прослідковується негативна динаміка споживання буферу – від низького рівня споживання буферу (1-й проект) до рівня вище балансного (поточний проект). Можна припустити, що досягнення граничного балансу використання буферів проектів – в 3-му – пов'язано зі зміною складу розробників та досягнення граничного дисбалансного – в поточному – зі зміною менеджера проекту та повторною зміною розпорядників технічних даних. Відповідно, є підстави для припущення, що негативний вплив на динаміку в цілому та поточний проект зокрема, справили функції планування та розробки, але в меншій мірі – використання бізнес-даних через стійкість складу осіб в даній ролі.

Формування кінцевого рішення щодо кадрів проекту. Спираючись на те, як буфер розподілений між ланцюгами проекту та на фактичну швидкість виконання завдань ланцюгів, можна припустити, що в поточному проекті початково некоректним було саме управлінське рішення стосовно розподілу буферу для критичного і некритичного ланцюгів, що свідчить про неефективну реалізацію функції планування. Також, попередню заміну технічних виконавців в поточному проекті можна вважати неузгодженою із по-перше, складністю (трудомісткістю) даного проекту (особливо завдань критичного ланцюга) і, по-друге, рівнем кваліфікації виконавців.

Для мінімізації збитків від затримки проекту, необхідно внести зміни до повноважень відповідальних осіб – в обох ланцюгах та замінити певних осіб в окремих ролях – в критичному.

Відповідно, було прийняте рішення щодо модифікації ролей в роботі над даним проектом, що в матриці розподілу обов'язків RACI відображається наступним чином: одинична заміна в процесі (*), часткова (**), повна (***) (табл. 8).

Заміна здійснюється відносно тих областей відповідальності ролі, що стосуються функцій планування і розробки, оскільки, за попереднім аналізом, саме ці функції не виконувалися належним чином. Заміна стосується двох ролей: Менеджера з контролю даних – на підставі помилкового розрахування трудомісткості проекту та всіх супутніх процесів та Розпорядників технічних даних, як також є розробниками – на підставі неефективної реалізації технічних завдань.

Таблиця 8.

Візуалізація управлінського рішення щодо складу команди в критичному і некритичному ланцюгах в модифікованій матриці RACI

Процеси роботи й управління даними	КРИТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ			НЕКРИТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ		
	Менеджер контролю даних	Розпорядник бізнес-даних	Розпорядник технічних даних	Менеджер контролю даних	Розпорядник бізнес-даних	Розпорядник технічних даних
Ролі, структури і політики	R*	R	R*	R	R	R
Data management	R***	R	C	R**	R	C
Управління якістю даних	R***	R	C**	R**	R	C*
Менеджмент метаданих	R***	C	R*	R**	C	R
Управління основними даними	R***	C	R**	R**	C	R*
Архітектура даних	R***	R	C**	R**	R	C*
Технологія	R*	C	R**	R	C	R*
Безпека і приватність	R***	R	R	R**	R	R
Розробка і моніторинг метрик	R*	I	I**	R	I	I*

Важливо зазначити, що особи, які знаходяться в вищезазначених ролях, не позбавляються всіх своїх повноважень (оскільки в рамках попередніх оцінок, заміна є частковою та одиничною, але не повною) в кожному даному процесі ланцюгів проекту. Кінцеве управлінське рішення щодо кадрів проекту (рис. 6) на даному етапі не передбачає призначення нових осіб на відповідні ролі, лише визначення ступеня заміни поточних на відповідних процесах і завдань критичного і некритичного ланцюгів.

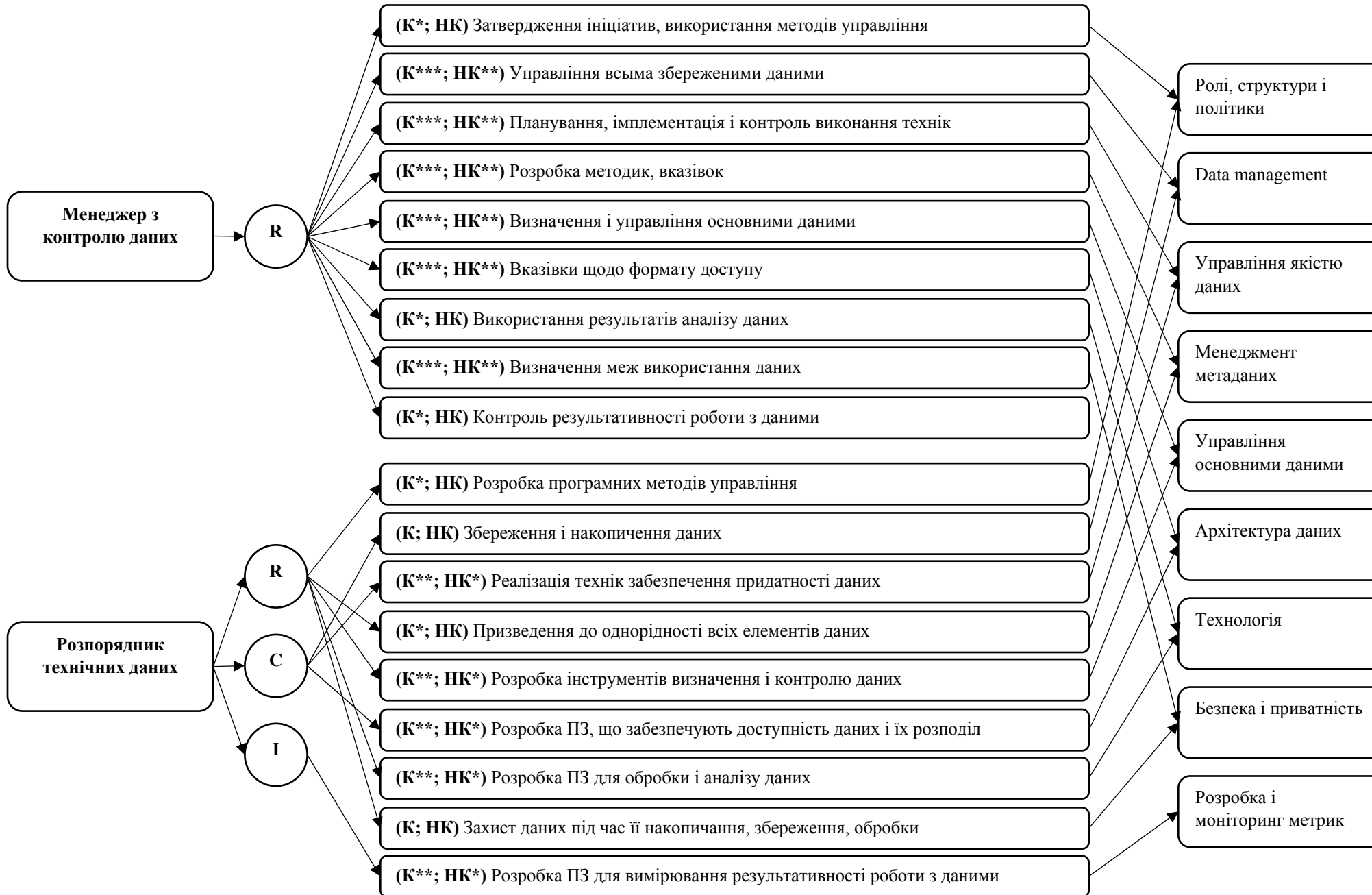


Рис. 6. Візуалізація кінцевого рішення щодо кадрів проекту

На схемі можна прослідкувати які саме області відповідальності двох недостатньо ефективних ролей підлягають частковій або одиничній заміні відповідальних осіб в кожному ланцюзі. Оскільки в матриці RACI Менеджер з контролю даних є відповідальним за виконання проекту (Responsible), а розпорядники технічних даних – відповідальними за виконання (Responsible), є консультованими (Consulted) та інформованими (Informed), то відповідно до цих ролей здійснюється аналіз областей відповідальності (по 9 на менеджера проекту та розробників), що розкривають зміст основних процесів з точки зору реалізації їх суб'єктами-ролями. Ступінь заміни в процесі для критичного (К) та некритичного ланцюгів (НК) позначається астерісками (*): одинична*, часткова**, повна***.

Таким чином, більша частина областей відповідальності (тих, що стосуються планування та розробки відповідних технік, вказівок) поточного Менеджера з контролю даних (менеджера проекту) критичного проекту буде делегована іншій особі; на некритичному ланцюзі – приблизно половина областей відповідальності в даній ролі буде делегована іншій особі. В окремих аспектах розробки ПЗ будуть частково замінені особи в ролі розпорядників технічних даних – в критичному ланцюзі та одинично – в некритичному. Наступним управлінським рішенням має бути призначення нових, більш компетентних осіб на проблемі ролі.

Висновки та пропозиції. Згідно результатів проведеного дослідження, застосування розробленої комплексної методики або окремо підходів, що були синтезовані, вимагає деталізації проекту на рівні прогнозованої тривалості кожного окремого завдання та постійного моніторингу виконання в процесі, оскільки метод розрахований на прийняття кадрового рішення саме в процесі роботи над проектом. З метою оптимізації проектів в рамках роботи з Big Data пропонуються наступні рішення:

1) розробка ПЗ для автоматизованого моніторингу процесу виконання завдань проекту і відповідно програмної оцінки якості та вірогідної залишкової тривалості виконання проекту, що дозволить мінімізувати людський фактор при оцінці;

2) часткова автоматизація функції прийняття рішень на основі аналізу моніторингу, що дозволить менеджеру більш ефективно керувати кадровими ресурсами навіть в умовах підвищеної невизначеності або критичного стану проекту.

Отже, застосування програмних методів дозволить мінімізувати ризики й максимізувати ефективність роботи всіх ролей в проектній роботі в умовах необхідності обробки та аналізу великих масивів даних.

Література.

1. Корольов, О.Л. «Большие данные» как фактор изменения процессов принятия решений в экономике / О.Л. Корольов // Науково-технічні відомості СПбГПУ. Економічні науки. 2017. Т. 10, № 4. С. 31—38. DOI: 10.18721/JE.10403
2. Борис Отто (2011) Управління даними. Інженерія бізнес й інформаційних систем (Data Governance. Business & Information Systems Engineering): монографія, (4), 149-156, 241 ст.
3. Клаус Вебер & Борис Отто (2009) Одна величина не підходить до всього – підхід до управління даних у випадок непередбачуваних обставин (One size does not fit all—a contingency approach to data governance). *Journal of Data and Information Quality*, 1(1), 4:2-4:27. Вилучено з: https://www.alexandria.unisg.ch/67793/1/a4-weber_external.pdf
4. Веб-портал комерційної публічної хмари Amazon/ Что такое NoSQL? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aws.amazon.com/ru/nosql/>
5. Большаков А.А. Застосування теорії нечітких множин до задач оцінки і управління формуванням компетенцій: опис проблеми та підхід до її вирішення / А.А. Большаков, И.В. Вешнева, Л.А. Мельников // Вісник Астраханського державного технічного університету. Сер. Управління, обчислювальна техніка та інформатика. 2012. № 2. С. 174-181.
6. Голдратт Еліяху. Критичний ланцюг (Critical chain.) / Еліяху М. Голдратт. М.: ТОС Центр, 2006. 288 с.
7. Детмер У. Теорія обмеження Голдратта / Уильям Детмер. М.: Альпіна Паблишер, 2012. 443 с.
8. Розроблене програмне забезпечення для розрахунку значень індексу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://repl.it/repls/FirebrickWobblyRuntimeenvironment>
9. Веб-портал науково-дослідницько журналу «Международный журнал экспериментального образования» / Технологии и методы анализа больших данных. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=8288>
10. Веб-портал Інституту проектного менеджменту/ Посібник з проектного менеджменту – масив знань (A Guide to the Project Management Body of Knowledge), [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pmi.org/>.
11. Чарльз Ніс. Предиктивна аналітика (Predictive analytics)/ Ніс Чарльз // Інститут страхування Америки. 2013. С. 1-15. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2013/12/78-Predictive-Modeling-White-Paper.pdf>
12. Рутковська Д. Нейронні мережі, генетичні алгоритми і нечіткі системи / Д. Рутковська, М. Пилинський, Л. Рутковський, М.: Горяча Лінія – Телеком, 2007. 452 с.

References.

1. Korolev, O. L. (2017), *Bol'shie dannye kak faktor izmenenija processov prinjatija reshenij* ["Big Data" as the factor of changes in processes of decision making in the economy], Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU, Saint-Petersburg, Russia.
2. Otto, B. (2011), *Upravlenie dannymi. Inzhenerija biznesa i informacionnyh sistem* [Data Governance," *Business & Information Systems Engineering*], University of St. Gallen, St. Gallen, Switzerland.
3. Weber, C. and Otto, B. (2009), "One Size Does Not Fit All---A Contingency Approach to Data Governance", *University of St. Gallen*, [Online], vol. 1, available at: https://www.researchgate.net/publication/220177472_One_Size_Does_Not_Fit_All---A_Contingency_Approach_to_Data_Governance (Accessed 14 February 2020).
4. The official site of The Amazon Web Services (2019), "What is NoSQL?", available at: <https://aws.amazon.com/ru/nosql/> (Accessed 4 February 2020)
5. Bolshakov, A.A. (2012), "The usage of the fuzzy set for the estimation and managing of the competences formation: problem description and the solutions", *Vi`snik Astrakhanskogo derzhavnogo tekhnichnogo uni`versitetu, Management and Informatics*, vol. 2, pp. 174-181.
6. Goldratt, E. (2006), *Kritichnij lanczyug* [Critical Chain], Alpina Publisher, Moscow, Russia.
7. Dettmer, W. (2012), *Teori`ya obmezheniya Goldratta* [Goldratt's theory of Constraints], Alpina Publisher, Kyiv, Ukraine.
8. The online calculator for counting agreement index (2020), available at: <https://repl.it/repls/FirebrickWobblyRuntimeenvironment> (Accessed 4-8 February 2020)
9. The official web-site of the The International Magazine of the Experimental Education (2019), "Technologies and methods of Big Data analysis", available at: <https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=8288> (Accessed 14 February 2020)
10. The official web-site of the Project Management Institute (2019), "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", available at: <http://www.pmi.org/> (Accessed 9 February 2020)
11. The official site of insurance database the-digital-insurer (2019), "Predictive analytics", available at: <https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2013/12/78-Predictive-Modeling-White-Paper.pdf> (Accessed 12 February 2020)
12. Rutkovska, D.A. (2007), *Nejronni` merezhi`, genetichni` algoritmi i` nechi`tki` sistemi* [Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 06.05.2020 р.