

Доценко Н.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

КОМБІНАТОРНО-ЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ФОРМАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОЕКТНИХ КОМАНД

Розглянуто питання формування та функціонування проектних команд при заданих обмеженнях. Запропоновано комбінаторно-логічний підхід до побудови формальних моделей формування та функціонування проектних команд. Розглянуто формальні перетворення на множині виконавців і множині функцій. Визначено логічні операції. Запропоновано метод формування команди проектів, який базується на формальних перетвореннях. Розглянуто приклад застосування комбінаторно-логічного підходу до формування команди проекту.

Ключові слова: комбінаторно-логічний підхід, управління людськими ресурсами, проект, команда проекту, формальні перетворення.

Постановка проблеми. Людські ресурси є одним із резервів для підвищення ефективності управління проектами та програмами. Мінімізація ресурсних конфліктів між проектами та програмами в мультипроектному середовищі дозволяє знизити ризики проектів і підвищити життєздатність не тільки проектів, але й проектною організації.

Збільшення кількості проектів, що їх здійснює організація, використання мультипроектного середовища призводить до необхідності застосування нових підходів до формування команд проектів і програм. Класичний підхід до формування команд, описаний у працях [1–4], не дозволяє враховувати необхідність резервування як компетенцій, так і функцій, можливість залучення виконавців у різні проекти, можливість формування адаптивних і резильєнтних команд. Тому актуальним питанням є розроблення нових формальних методів формування команд проектів з урахуванням заданих обмежень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якісний і кількісний склад людських ресурсів, задіяних у реалізації проектів і програм, може змінюватися під час виконання проекту та залежить від його специфіки. Р. Арчибальд, В. Воропаєв, Г. Секлетова розрізняють такі структурні моделі відповідальності: команда проекту, виконавці робіт, команда управління проектом, до складу якої входить команда керуючого проектом, команди управління основними учасниками проекту, команда розробника системи управління проектами та програмами [5]. Відповідно до специфіки команди визначаються вимоги до компе-

тентностей (технічних, поведінкових, контекстуальних) [6].

Доцільність використання певних методів формування команди проекту визначається корпоративними стандартами та вимогами як до проекту, так і до команди проекту, підходом до управління проектами (гнучкий або класичний підхід).

Поступове впровадження Agile-методологій у компаніях, що застосовували PMI PMBoK, свідчить про необхідність урахування емоційного інтелекту, розвитку Soft Skill, уміння ефективно працювати в команді, застосування Scrum Team під час управління людськими ресурсами проектів і програм [7]. У гнучких методологіях управління проектами Scrum Team є основним людським ресурсом, що забезпечує виконання гнучкого проекту [8].

Застосування «рефлексивних» теоретико-ігрових моделей під час формування команди проектів дозволяє узгодити дії членів команди з ієрархією взаємних уявлень про них [9].

Із метою узгодження вимог до людських ресурсів, що їх висувають стейкхолдери проектів, запропоновано використовувати метод управління людськими ресурсами з урахуванням впливу зацікавлених сторін [10].

Слід зазначити, що на ефективність використання людських ресурсів під час управління проектами впливає метод формування команд, оскільки саме на етапі планування проектів визначаються вимоги й обмеження до людських ресурсів. Застосування методів формування адаптивних команд для мультипроектного середовища дозволяє забезпечити гнучкість команд і

можливість подальшої адаптації до змін під час виконання проектів [11].

Постановка завдання. Зростання кількості проектів, що реалізуються в компанії, необхідність урахування специфічних вимог і потреб стейкхолдерів призводить до необхідності формалізації процесу формування та функціонування проектних команд.

Таким чином, для вирішення задач формування команд проектів і програм, мультипроектів, розподілу ресурсів та ін. і з метою зниження впливу суб'єктивного чинника необхідно розробити математичний апарат, який би дозволив здійснювати формальні перетворення під час формування команди проектів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Термінологія й позначення.

Під час опису методу використовується термін «виконавець». Для задач формування команд проекту під цим терміном розуміється потенційний виконавець або претендент у команду, а під час вирішення задач перерозподілу ресурсів, побудови адаптивних команд та ін. – це «фактичний виконавець», або член команди.

Основні позначення:

Основні позначення:

n – кількість виконавців;

m – кількість функцій;

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ – множина виконавців;

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – множина функцій.

Введемо до розгляду матрицю компетенцій R , яка відображає можливості виконавців щодо виконання відповідних функцій (табл. 1) [11].

Якщо i виконавець здатний виконати функцію a_j (що позначається $q_i^{a_j}$ або q_i^j), то $r_{ij} = 1$, в іншому випадку $r_{ij} = 0$.

Таблиця 1

Матриця компетенцій R

P\A	a_1	a_2	...	a_j	...	a_m
q_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1j}	...	r_{1m}
...
q_i	r_{i1}	r_{i2}	...	r_{ij}	...	r_{im}
...
q_n	r_{n1}	r_{n2}	...	r_{nj}	...	r_{nm}

Матриця характеристик C відображає характеристики виконавців (кваліфікація, наявність компетенцій, рівень компетентностей та ін.) під час реалізації відповідних функцій (табл. 2). Значення c_{ij} відповідає характеристикам i виконавця під час реалізації j функції ($c_{ij} = 0$, якщо i виконавець не здатний реалізувати j функцію).

Таблиця 2

Матриця характеристик C

P\A	a_1	a_2	...	a_j	...	a_m
q_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1j}	...	c_{1m}
...
q_i	c_{i1}	c_{i2}	...	c_{ij}	...	c_{im}
...
q_n	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nj}	...	c_{nm}

Таксономія компетентностей визнається специфікою організації та є початковою інформацією для застосування методів формування команд. Характеристикою також може виступати вартість. Залежно від виду характеристик визначаються критерії оптимізації.

У результаті вирішення задачі формується розподіл функцій між виконавцями в команді проекту (табл. 3). Якщо i виконавець реалізує в команді функцію a_j , то $d_{ij} = 1$, в іншому разі $d_{ij} = 0$.

Таблиця 3

Матриця розподілу функцій у команді D

P\A	a_1	a_2	...	a_j	...	a_m
q_1	d_{11}	d_{12}	...	d_{1j}	...	d_{1m}
...
q_i	d_{i1}	d_{i2}	...	d_{ij}	...	d_{im}
...
q_n	d_{n1}	d_{n2}	...	d_{nj}	...	d_{nm}

Результат відбору виконавців у команду проекту описується за допомогою множини $D^* = \{d_1^*, \dots, d_n^*\}$, де

$$d_i^* = \sum_{j=1}^m d_{ij}; \quad i = 1, \dots, n.$$

Якщо i виконавець обраний у команду, то $d_i^* = 1$, в іншому разі $d_i^* = 0$.

Для проведення формальних перетворень на множині виконавців і множині функцій введені константи 0 і 1, а також логічні операції:

– диз'юнкція:

$$q_i^\alpha \vee q_i^\beta = q_i^{\alpha \vee \beta}; \quad q_i \vee q_i = q_i;$$

$$q_i^\alpha \vee q_j^\alpha = (q_i \vee q_j)^\alpha;$$

$$q_i^\alpha \vee 0 = q_i^\alpha; \quad q_i \vee 0 = q_i;$$

$$q_i^\alpha \vee 1 = 1; \quad q_i \vee 1 = 1;$$

– кон'юнкція (в описі знак «&» може не наводитися):

$$q_i^\alpha \& q_i^\beta = q_i^{\alpha \& \beta}; \quad q_i \& q_i = q_i;$$

$$q_i^\alpha \& 0 = 0; \quad q_i \& 0 = 0;$$

$$q_i^\alpha \& 1 = q_i^\alpha; \quad q_i \& 1 = q_i;$$

– \otimes – множення, що визначається таким чином:

$$q_i^* \otimes q_j^* = \begin{cases} q_i^* \& q_j^*, & \text{якщо } i \neq j; \\ 0, & \text{якщо } i = j. \end{cases}$$

Розглянемо застосування визначених операцій до вирішення деяких задач управління людськими ресурсами в проектах.

Задача формування команди проектів (обмеження на суміщення функцій) може бути сформульована таким чином:

для заданих Q, A, R, C визначити D так, що

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot C_{ij}) \rightarrow \text{extr};$$

при $\sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot R_{ij}) = 1; i = 1, \dots, n.$

Метод розв'язання поставленої задачі складається з етапів.

Етап 1. Для кожної функції a_1, a_2, \dots, a_m сформувати множину виконавців, що реалізують відповідні функції. Логічні функції, які визначають виконавців, здатних виконати відповідні функції, визначаються таким чином:

$$A(Q, 1) = q_1^1 r_{11} \vee \dots \vee q_i^1 r_{i1} \vee \dots \vee q_n^1 r_{n1};$$

$$A(Q, j) = q_1^j r_{1j} \vee \dots \vee q_i^j r_{ij} \vee \dots \vee q_n^j r_{nj};$$

$$A(Q, m) = q_1^m r_{1m} \vee \dots \vee q_i^m r_{im} \vee \dots \vee q_n^m r_{nm}.$$

Етап 2. Побудувати узагальнену логічну функцію F шляхом \otimes – множення логічних функцій $A(Q, j), j = 1, \dots, m.$

$$F = \otimes_{j=1}^m A(Q, j).$$

Етап 3. Узагальнену логічну функцію привести до бездужкового вигляду та перетворити за допомогою вищенаведених операцій. Одержаний результат відображає можливі варіанти побудови команди та розподілення функцій між виконавцями.

Етап 4. Для заданої матриці C визначити характеристики кожного варіанта й вибрати оптимальний.

Розглянемо приклад.

Вихідні дані:

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_{12}\}, A = \{a_1, a_2, \dots, a_6\}$, матриця компетенцій R наведена в табл. 4, матриця характеристик (вартостей) наведена в табл. 5. Визначити склад команди проекту з мінімальними характеристиками.

Таблиця 4

Задана матриця компетенцій R

Q/A	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
q ₁	1	0	0	1	0	0
q ₂	1	0	1	0	0	1
q ₃	0	1	0	1	0	0
q ₄	0	0	1	0	1	1
q ₅	1	0	1	0	0	1
q ₆	1	0	1	0	1	0
q ₇	0	1	0	1	0	1

q ₈	0	0	1	0	1	0
q ₉	0	0	1	1	1	0
q ₁₀	1	0	0	0	1	0
q ₁₁	0	1	0	1	0	0
q ₁₂	0	0	0	1	1	0

Розв'язання задачі.

Етап 1. Визначаємо логічні функції, які описують виконавців, здатних виконати відповідні функції:

$$A(Q,1) = (q_1^1 \vee q_2^1 \vee q_5^1 \vee q_6^1 \vee q_{10}^1);$$

$$A(Q,2) = (q_3^2 \vee q_7^2 \vee q_{11}^2);$$

$$A(Q,3) = (q_2^3 \vee q_4^3 \vee q_5^3 \vee q_6^3 \vee q_8^3 \vee q_9^3);$$

$$A(Q,4) = (q_1^4 \vee q_3^4 \vee q_7^4 \vee q_9^4 \vee q_{11}^4 \vee q_{12}^4);$$

$$A(Q,5) = (q_4^5 \vee q_6^5 \vee q_8^5 \vee q_9^5 \vee q_{10}^5 \vee q_{12}^5);$$

$$A(Q,6) = (q_2^6 \vee q_4^6 \vee q_5^6 \vee q_7^6).$$

Таблиця 5

Задана матриця характеристик

Q/A	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
q ₁	300	0	0	280	0	0
q ₂	290	0	330	0	0	300
q ₃	0	140	0	240	0	0
q ₄	0	0	350	0	180	230
q ₅	310	0	260	0	0	260
q ₆	300	0	310	0	160	0
q ₇	0	170	0	260	0	290
q ₈	0	0	290	0	190	0
q ₉	0	0	280	295	170	0
q ₁₀	250	0	0	0	200	0
q ₁₁	0	190	0	320	0	0
q ₁₂	0	0	0	290	210	0

Етап 2. Побудова узагальненої логічної функції F:

$$F = F = (q_1^1 \vee q_2^1 \vee q_5^1 \vee q_6^1 \vee q_{10}^1) \otimes (q_3^2 \vee q_7^2 \vee q_{11}^2) \otimes (q_2^3 \vee q_4^3 \vee q_5^3 \vee q_6^3 \vee q_8^3 \vee q_9^3) \otimes (q_1^4 \vee q_3^4 \vee q_7^4 \vee q_9^4 \vee q_{11}^4 \vee q_{12}^4) \otimes (q_4^5 \vee q_6^5 \vee q_8^5 \vee q_9^5 \vee q_{10}^5 \vee q_{12}^5) \otimes (q_2^6 \vee q_4^6 \vee q_5^6 \vee q_7^6).$$

Етап 3. Перетворення узагальненої логічної функції до бездужкового вигляду:

$$F = q_1^1 q_2^3 q_3^2 q_4^5 q_5^6 q_7^4 \vee q_1^1 q_2^3 q_3^2 q_4^6 q_5^5 q_7^4 \vee q_1^1 q_2^6 q_3^2 q_5^3 q_6^5 q_7^4 \vee q_1^1 q_3^2 q_4^6 q_5^3 q_6^5 q_7^4 \vee q_2^1 q_3^2 q_4^6 q_5^3 q_6^5 q_7^4 \vee q_1^4 q_3^2 q_4^6 q_5^3 q_6^5 q_{10}^1 \vee q_3^2 q_4^6 q_5^3 q_6^5 q_7^4 q_{10}^1.$$

Етап 4. Для заданої матриці C (вартість) визначаємо сумарну вартість реалізації функцій командою C_{ком.} У табл. 6 наведено характеристики варіантів і функції, що їх реалізують виконавці в кожному варіанті.

Відповідно до значення характеристик найкращим є варіант розподілу за номером 7. У команду обрані виконавці з номерами 3, 4, 5, 6, 7, 10. Розподіл функцій між виконавцями для обраного варіанта наведений у табл. 7.

Таблиця 6

Визначені характеристики варіантів

Номер варіанта	Виконавці									C _{ком}
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₁₀		
1	a ₁	a ₃	a ₂	a ₅	a ₆	-	a ₄	-	1470	
2	a ₁	a ₃	a ₂	a ₆	-	a ₅	a ₄	-	1420	
3	a ₁	a ₆	a ₂	-	a ₃	a ₅	a ₄	-	1420	
4	a ₁	-	a ₂	a ₆	a ₃	a ₅	a ₄	-	1350	
5	-	a ₁	a ₂	a ₆	a ₃	a ₅	a ₄	-	1340	
6	a ₄	-	a ₂	a ₆	a ₃	a ₅	-	a ₁	1320	
7	-	-	a ₂	a ₆	a ₃	a ₅	a ₄	a ₁	1300	

Таблиця 7

Матриця розподілу функцій у команді

Q/A	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
q ₃	0	1	0	0	0	0
q ₄	0	0	0	0	0	1
q ₅	0	0	1	0	0	0
q ₆	0	0	0	0	1	0
q ₇	0	0	0	1	0	0
q ₁₀	1	0	0	0	0	0

Висновки. Розглянуто питання формування та функціонування команд при заданих обмеженнях. Відзначається необхідність урахування впливу стейкхолдерів на управління людськими ресурсами в проекті для визначення необхідних вимог до команди проекту та характеристик виконавців.

Запропонований комбінаторно-логічний підхід до побудови формальних моделей формування та функціонування проектних команд. Розглянуті формальні перетворення на множині виконавців і множині функцій. Запропонований метод формування команди проектів, який базується на формальних перетвореннях і дозволяє формувати команду проектів за певних обмежень. Розглянутий приклад застосування комбінаторно-логічного підходу до формування команди проекту.

Перспективним напрямом розвитку є автоматизація процесу формальних перетворень, що дозволить знизити вплив суб'єктивного чинника.

Список літератури:

1. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами: 10-ое изд. СПб.: Питер, 2009. 848 с.
2. Управление проектами: учеб. пособие / И. Мазур и др.; под общ. ред. И. Мазура, В. Шапиро. М.: Омега-Л, 2014. 959 с.
3. Ричард Д. Столкновение команд. Успешное управление международной командой. Инфотропик Медиа, 2013. 256 с.
4. Руководство к Своду знаний по управлению проектом (РУКОВОДСТВО РМВОК, шестое издание). Project Management Institute, 2017. 726 с.
5. Арчибальд Р., Воропаев В., Секлетова Г. Системная методология управления проектами и программами. URL: http://ppm.your-assets.com.ua/publ/sistemnaja_metodologija_upravljenija_proektami_i_programmami/1-1-0-152.
6. Бушуев С., Бушуев Д. Основы индивидуальных компетенций для управления проектами, программами и портфелями (National Competence Baseline, NCB Version 4.0). Том 1. Управление портфелями проектов. К.: «Саммит-Книга», 2017. 168 с.
7. Langry J., McDaniel R. Agile preparation within a traditional project management course. Information Systems Education Journal (ISEDJ). № 14 (6), November 2016. P. 27–33.
8. Сазерленд Дж. Scrum. Революционный метод управления проектами. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 272 с.
9. Новиков Д. Математические методы формирования и функционирования команд. М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. 184 с.
10. Доценко Н. Аналіз впливу стейкхолдерів на управління людськими ресурсами в проекті. Інформаційні технології та інновації в економіці, управлінні проектами і програмами: монографія / за заг. ред В. Тімофєєва, І. Чумаченко. Харків: ХНУРЕ, 2016. С. 307–315.
11. Доценко Н., Сабадош Л., Чумаченко І. Методи управління людськими ресурсами при формуванні команд мультипроектів та програм: монографія. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. 201 с.

КОМБИНАТОРНО-ЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ФОРМАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД

Рассмотрены вопросы формирования и функционирования команд при заданных ограничениях. Предложен комбинаторно-логический подход к построению формальных моделей формирования и функционирования проектных команд. Рассмотрены формальные преобразования на множестве

исполнителей и множестве функций. Определены логические операции. Предложен метод формирования команды проектов, основанный на формальных преобразованиях. Рассмотрен пример применения комбинаторно-логического подхода к формированию команды проекта.

Ключевые слова: комбинаторно-логический подход, управление человеческими ресурсами, проект, команда проекта, формальные преобразования.

COMBINATORIAL-LOGICAL APPROACH TO CONSTRUCTION OF FORMAL MODELS FOR FORMATION AND FUNCTIONING OF PROJECT TEAMS

The questions of forming and functioning of teams under certain constraints are considered. A combinatorial-logical approach is proposed for the construction of formal models for the formation and operation of project teams. The formal transformations on a variety of performers and a variety of functions are considered. Logical operations are defined. The method of forming a project team based on formal transformations is proposed. An example of applying a combinatorial-logical approach to the formation of a project team is considered.

Key words: combinatorial-logical approach, human resources management, project, project team, formal transformations.