

Катаєв Дмитро Сергійович

Кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інформаційних технологій проектування,

<https://orcid.org/0009-0001-3055-6451>

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

Бугайчук Валентин Олександрович

Аспірант кафедри інформаційних технологій проектування,

<https://orcid.org/0009-0003-4149-5601>

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

Калмиков Андрій Володимирович

Магістрант кафедри інтелектуальної власності та управління проектами

<https://orcid.org/0009-0009-8749-2581>

Національний університет науки і технологій, Дніпро

ОСОБЛИВОСТІ МАТРИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ У СФЕРІ ДІЯЛЬНОСТІ ІТ-ПІДПРИЄМСТВ

Анотація. Представлена в статті матрична модель управління трудовими ресурсами в компаніях, що являють собою проектно-орієнтовані організації, діяльність яких пов'язана, переважно, зі сферою інформаційних технологій, для ефективного управління якими бажано створювати таку єдину систему, що об'єднувала б проектну та операційну діяльність. Виокремлено основну задачу ІТ-компаній з оптимального завантаження трудових ресурсів, включаючи наявні проблеми управління цими ресурсами в проектній і операційній діяльності, та намічено шляхи їх вирішення передусім за допомогою впровадження ітеративної методології управління проектом Agile, що надає ефективні інструменти для планування й управління трудовими ресурсами, але які не завжди повною мірою є оптимальними. У результаті проведеного аналізу виникла необхідність розроблення нових підходів до управління трудовими ресурсами проектно-операційної діяльності компаній, а саме – потрібно спробувати скоординувати методи проектного планування з методами планування операційної діяльності компаній з оптимальним забезпеченням цією діяльністю в процесі реалізації проектів. Для реалізації ефективної системи управління трудовими ресурсами в проектній та операційній діяльності ІТ-компаній пропонується використовувати матричний підхід, де необхідно так розподілити роботу наявних підрозділів за проектами, щоб кожен із проектів закінчувався якнайшвидше, дешевше і з необхідною якістю. Методи розподілу робіт підрозділів збалансованої компанії за проектами є матричними методами управління проектною й операційною діяльністю компаній. Якщо множини робіт з проектів не перетинаються, ми маємо класичну проектну модель управління. Якщо ж у всіх проектах реалізуються однакові роботи, то отримаємо модель управління операційною діяльністю. Саме матричні моделі управління трудовими ресурсами проектів допоможуть оптимально управляти трудовими ресурсами організації в проектах та краще використовувати робочий час фахівців, мінімізувати простой, а отже, значно покращити організацію роботи в ІТ-компанії, що зазвичай вимагає ефективного використання ресурсів та чіткого контролю за плануванням і реалізацією тих чи інших проектів.

Ключові слова: управління трудовими ресурсами; проектна діяльність; операційна діяльність; планування; ІТ-компанія

Постановка проблеми

Розширення сфер застосування методології управління проектами все частіше потребує інтеграції специфічних інструментів, що використовуються для управління проектами, з непроектними підходами, методами та засобами, і

насамперед – з інструментами управління операційною діяльністю компаній. Операційна і проектна діяльність відрізняються, але, виходячи з філософських переконань, вони утворюють єдине ціле. І це проявляється у проектно-орієнтованих компаніях, у яких частина діяльності пов'язана з ініціацією та реалізацією проектів, а частина є постійною. Для ефективного управління цими

видами діяльності потрібно не просто вдосконалювати їх, а створити єдину систему управління, що об'єднує проєктну й операційну діяльність. Таке бачення спонукало до багатьох ініціатив, пов'язаних із взаємозбагаченням способів управління проєктною й операційною діяльністю [1].

Незважаючи на те, що питання організації управління проєктами відіграє ключову роль у існуванні компаній під проєкт та збалансованих компаній, центральною проблемою управління проєктами ІТ-компаній завжди була проблема оптимального завантаження трудових ресурсів. Ресурси завжди обмежені і потребують планового використання. Тому дуже важливо знайти в цих умовах наукове розв'язання задачі оптимального завантаження трудових ресурсів, що використовуються в проєктах та операційній діяльності.

Одна із сучасних ітеративних методологій управління проєктами, яка базується на розбитті проєкту на кілька динамічних фаз (спринти), є Agile. Вона надає ефективні інструменти для планування й управління трудовими ресурсами. Однак впровадження Agile не завжди вирішує проблему оптимального завантаження трудових ресурсів, що використовуються в проєктах та операційній діяльності [2].

Отже, саме від ефективності використання трудових ресурсів залежить успіх проєкту і успіх операційної діяльності компаній. Тому управління трудовими ресурсами проєктів є ключовим елементом проєктного менеджменту. І тут дуже важливо, як реалізована функція планування. Саме вирішенню цієї проблеми присвячено цю статтю.

Аналіз останніх досліджень

У роботі [1] розглянуто метод управління ресурсами, що придбаються і виготовляються в портфелях проєктів і програм на основі матричних моделей. Цей метод зарекомендував себе як ефективний інструмент управління ресурсами, але сфера його застосування обмежується лише матеріально-технічними ресурсами, що не вирішує проблему ресурсного управління в повному обсязі.

Починаючи із середини минулого століття, було розроблено безліч моделей і методів розподілу трудових ресурсів. У перших [3] допускалося, що функція щільності розподілу тривалості кожної роботи не залежить від кількості виділених трудових ресурсів. У багатьох випадках таке припущення було невиправданим. Планування розподілу трудових ресурсів за умов невизначеності при фіксованих ресурсах – це оптимізаційна проблема, та її ефективне рішення з урахуванням використання лише одного апарату імітаційного моделювання не може бути отримано [4].

На сьогодні дуже мало ефективних робіт, присвячених проблемам планування проєктів при обмежених трудових ресурсах. Більшість із них ґрунтуються на правилах пріоритетів [5 – 11]. У них розширення для мультипроєктного середовища досягаються за рахунок того, що проєкти вважаються незалежними та пов'язаними лише через обмежені трудові ресурси. Цільова функція в моделях таких завдань включає показники кожного з проєктів (як правило, застосовується згортання критеріїв на основі використання вагових коефіцієнтів). При цьому серед обмежень є залежності, що відображають логічні зв'язки між роботами проєктів [4; 10 – 12].

Виокремлення не вирішених раніше частин загальної проблеми, якій присвячується стаття

У переважній більшості випадків проблема планування трудових ресурсів пов'язана з їх використанням і в проєктній, і в операційній діяльності компанії. Ресурсне планування вимагає знання обсягів робіт, видів трудових ресурсів, здатних ці роботи виконати, наявних ресурсів, ризиків, можливості появи додаткових робіт тощо. І тому завдання оптимального розподілу трудових ресурсів між операційною та проєктною діяльністю є дуже складним. Для його вирішення необхідне розроблення та збалансований аналіз комплексів робіт і наявних трудових ресурсів, спрямованих на досягнення цілей проєкту; розроблення системи розподілу трудових ресурсів; контроль за ходом робіт – порівняння планових показників роботи з фактичними, вироблення коригувальних впливів.

У традиційних методах управління проєктами з кожною роботою можна пов'язати функцію потреби в трудових ресурсах і розрахувати методами календарного планування потреби в ресурсах за проєктом загалом. А методами вирівнювання забезпечити відповідність потреб наявності чи можливостям забезпечення ресурсами. Але, на жаль, ці методи не дають змоги планувати завантаження трудових ресурсів у тому випадку, якщо частина їх діяльності спрямована на проєкт, але виконується не в рамках проєкту.

Потрібно розробити нові підходи до управління трудовими ресурсами проєктно-операційної діяльності компанії, у межах яких операційна діяльність забезпечується для проєктної. Потрібно спробувати ув'язати методи проєктного планування з методами планування операційної діяльності компанії з оптимальним забезпеченням цієї діяльності ходу реалізації проєктів.

Мета статті

Мета – розробити матричну модель управління трудовими ресурсами з метою підвищення ефективності проектної та операційної діяльності ІТ-компаній.

Виклад основного матеріалу

Можна проілюструвати основну проблему, пов'язану з управлінням трудовими ресурсами у проектній та операційній діяльності збалансованих компаній, на рис. 1. На рис. 1 показано лінійні графіки трьох проектів Π_1 , Π_2 і Π_3 . Нехай роботи R_{13} , R_{23} і R_{33} спрямовані на виділення працівників, які можуть брати участь у будь-якому з трьох проектів.

Якщо в роботі R_{13} виділити команду працівників тільки для проекту Π_3 , то вона закінчиться в момент часу t_1 . Отже, вивільниться деякий трудовий ресурс для виконання інших робіт. Але при цьому роботи будуть розпочато: R_{15} – в момент часу t_3 ; R_{24} – в момент часу t_4 ; R_{34} – в момент часу t_5 . Якщо ж в роботі R_{13} виділити команду працівників для всіх проектів, то вона закінчиться в момент t_2 ($t_2 > t_1$). Але тоді роботи інших проектів розпочнуться раніше. Дійсно, тоді роботи будуть розпочато: R_{15} – в момент часу t_3 ; R_{24} – в момент часу t_{23} ; R_{34} – в момент часу t_{45} . ($t_3 = t_3$; $t_4 > t_{23}$; $t_5 > t_{45}$). І є загальне скорочення термінів завершення проектів. Але лише в одному випадку – якщо додаткові ресурси роботи не затримують виконання інших робіт. При великій кількості робіт відповісти на це питання без повного моделювання

всіх процесів в управлінні трудовими ресурсами проектів неможливо.

Для реалізації ефективної системи управління трудовими ресурсами в проектній та операційній діяльності збалансованих компаній пропонується використовувати матричний підхід [13]. Ідея матричного підходу буде застосована для побудови систем управління матеріальними ресурсами портфелів проектів і програм [1]. Розглянемо у чому він полягає.

Нехай на збалансованій компанії існує k підрозділів, що беруть участь у проектній діяльності, і цими підрозділами реалізується m проектів. Необхідно так розподілити роботу підрозділів за проектами, щоб кожен із проектів закінчувався якнайшвидше, дешевше і з необхідною якістю. Методи розподілу робіт підрозділів збалансованої компанії за проектами називатимемо матричними методами управління проектною й операційною діяльністю компаній. Якщо множини робіт з проектів не перетинаються, то маємо класичну проектну модель управління, а точніше – модель управління портфелем проектів. Якщо у всіх проектах реалізуються однакові роботи, то отримаємо модель управління операційною діяльністю, а отже, в цьому разі краще використовувати операційні методи управління. Але в загальному випадку для проектно-орієнтованої ІТ-компанії частина робіт з проектів одна і та сама (підтримка компонентів), а частина різна – розробка компонентів, що є продуктом проектної діяльності.

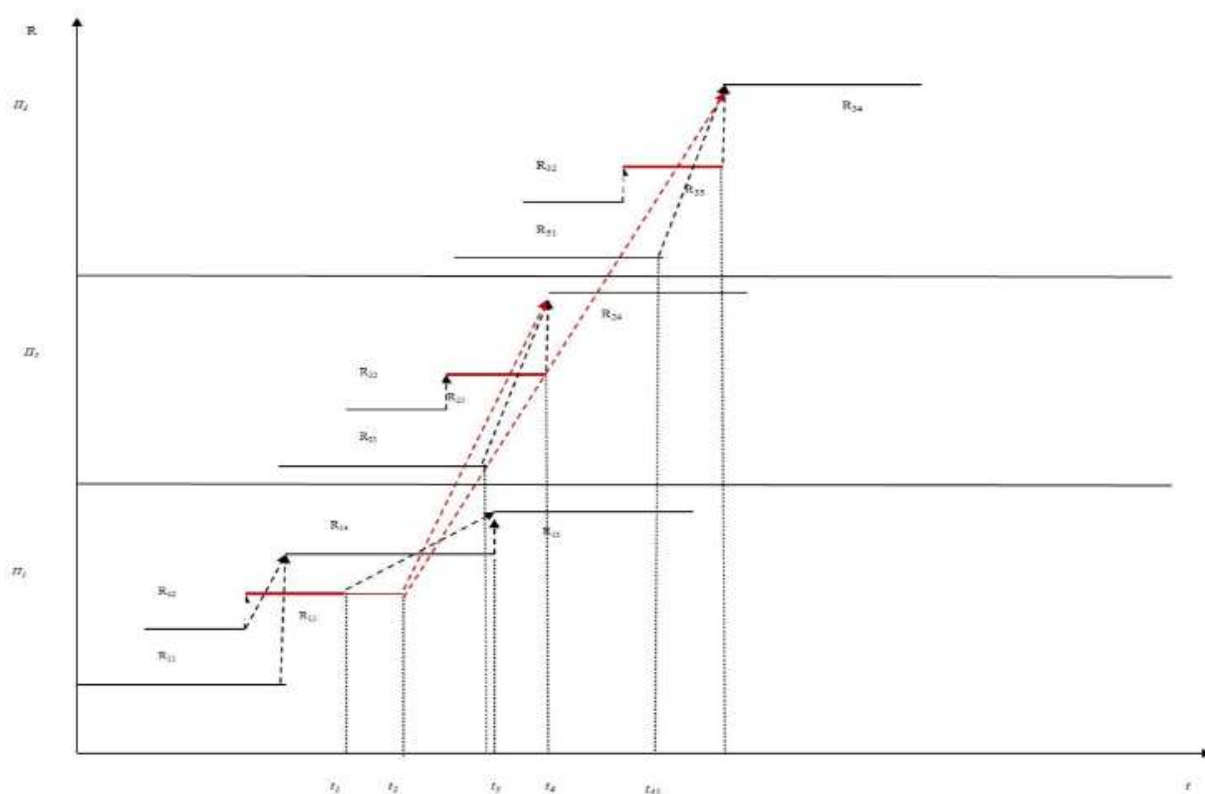


Рисунок 1 – Приклад взаємозв'язку робіт і зайнятості трудових ресурсів різних проектів

Оптимальним будемо вважати таке матричне управління, для якого:

1. Мінімізується час реалізації проектів компанії

$$\forall \Pi_j: \max(\tau^F(f_{ij})) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де f_{ij} – робота з проекту $\Pi_j (F_j = \{f_{ij}\}, i = \overline{1, m})$; $\tau^F(f_{ij})$ –

момент завершення роботи f_{ij} ,

при обмеженнях:

- технологія та нормативи на час і трудовитрати по роботах проектів;
- множинність проектів і операційних задач.

2. Мінімізуються витрати на проекти компанії

$$\sum_{D_i} \sum_{R_j \in R^{\Pi}} S \left[\sum_{q=1}^m T_{qj}(D_i) \right] + \sum_{D_i} \sum_{R_j \in R^O} S \left[\sum_{q=1}^m T_{qj}(D_i) \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

при обмеженнях:

- розподіл команд розробників між проектною й операційною діяльністю;
- вартість трудових ресурсів;
- команди працівників;
- множинність проектів та операційних задач.

Отже, для досягнення цілей (1) і (2) необхідно:

1. Оптимально розподілити діяльність між проектами й операційними задачами.

2. Знайти спосіб максимального та рівномірного завантаження трудових ресурсів з метою мінімізації витрат на розроблення компонентів.

3. Визначити оптимальний (у сенсі виразів (1) і (2)) порядок виділення команд працівників та формування продуктів проектів.

Усі ці завдання можна вирішити з використанням матричного підходу до керування. Матричний підхід до управління проектами – підхід, реалізація якого здійснюється у функціонально-орієнтованих управлінських структурах, що забезпечує досягнення цілей проекту мінімальними витратами компанії.

Реалізація матричного підходу управління вказує на характер реалізації проектів у підрозділах компанії, зайнятість трудових ресурсів на тих чи інших проектах з розроблення компонентів із технологічного ланцюга, визначає організаційні та технологічні особливості будови проектно-орієнтованої компанії як об'єкта управління.

У матричних моделях управління трудовими ресурсами збалансованих компаній розглядають його діяльність як набір проектів, упорядкованих або пов'язаних один з одним, що реалізуються через діяльність компанії, яка зосереджена на розробці компонент для проектів. У табл. 1, 2 та 3 наведено умовне уявлення матричної моделі управління трудовими ресурсами [14]. Подані матриці

утворюють куб, що включає відносини зазначених категорій (рис. 2).

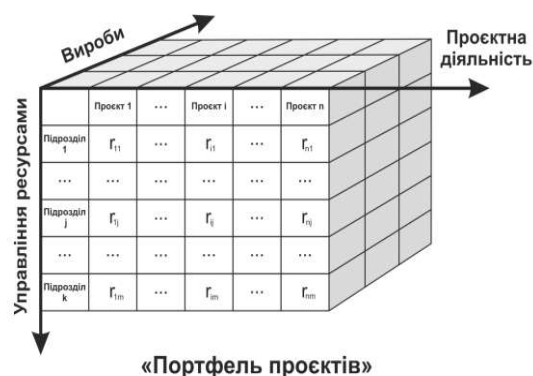


Рисунок 2 – Куб трудових витрат по проектах і підрозділах збалансованої ІТ-компанії

У кубі відображається структура потреб у ресурсах у часі та по проектах:

1. Розподіл потреби в трудових ресурсах за проектами.
2. Розподіл потреби в трудових ресурсах у межах підрозділів компанії.
3. Технологія виготовлення комплектуючих.

Таблиця 1 – Матриця розподілу потреби в ресурсах на проекти

Підрозділ	Проект 1	...	Проект j	...	Проект m
Підрозділ 1	r_{11}	...	r_{1j}	...	r_{1m}
...	...	...	...	...	...
Підрозділ i	r_{i1}	...	r_{ij}	...	r_{im}
...	...	...	...	...	...
Підрозділ k	r_{k1}	...	r_{kj}	...	r_{km}

Примітка: r_{ij} – об'єм трудових витрат підрозділу в проекті.

Таблиця 2 – Матриця потреби в компонентах, що виготовляються, по проектам

Компонент	Проект 1	...	Проект j	...	Проект m
Компонент 1	v_{11}	...	v_{1j}	...	v_{1m}
...	...	...	...	...	...
Компонент g	v_{g1}	...	v_{gj}	...	v_{gm}
...	...	...	...	...	...
Компонент s	v_{s1}	...	v_{sj}	...	v_{sm}

Примітка: v_{gi} – об'єм трудових витрат підрозділу в проекті.

Таблиця 3 – Порядок взаємодії підрозділів у процесі розроблення компонентів по проектах

Компонент	Підрозділ 1	...	Підрозділ j	...	Підрозділ k
Компонент 1	n_{11}	...	n_{1j}	...	n_{1m}
...	...	...	...	...	...
Компонент g	n_{g1}	...	n_{gj}	...	n_{gm}
...	...	...	...	...	...
Компонент s	n_{s1}	...	n_{sj}	...	n_{sm}

Примітка: n_{gi} – номер згідно порядку, що визначає порядок розроблення компоненту.

Вимірами куба по кожному портфелю проектів є:

1. Трудовий ресурс (функціональний підрозділ компанії).
2. Проекти.
3. Компоненти.

Перша проблема, яку потрібно вирішити, це проблема оптимізації витрат на проекти, виходячи з формули (2).

Табл. 1 надає інформацію про сумарне завантаження підрозділів у проектах. Виходячи із сумарного завантаження, можна визначити залежність між кількістю працівників підрозділу та тривалістю цих робіт. Отже, якщо у комбінованому проектно-операційному плані діяльності компанії дотримується рівність

$$\frac{\sum_{q=1}^m r_{ij}}{8,2 \cdot K_i} = \tau(D_i), \quad (3)$$

де 8,2 – тривалість одного робочого дня (годин); K_i – тривалість робітників підрозділу D_i ; $\tau(D_i)$ – кількість робочих днів, під час яких підрозділ D_i зайнятий на проектах, то підрозділ оптимально завантажений.

$$\text{Але якщо } \frac{\sum_{q=1}^m V_{iq}}{8,2 \cdot K_i} < \tau(D_i), \text{ то це значить, що}$$

підрозділ D_i завантажений не рівномірно (простояє). Це не лише затягує терміни виконання проектів (1), а й збільшує його вартість, що не дає змоги мінімізувати визначення (2). Таким чином метод матричного управління має забезпечувати максимальне та рівномірне завантаження трудових ресурсів компанії, а також регулювати кількість працівників кожного підрозділу (K_i), залежно від цього завантаження:

$$\forall \tau_0, \forall R_j : V_{\text{фактична}}(R_j, \tau_0) \geq V_{\text{планова}}(R_j, \tau_0), \quad (4)$$

де $V_{\text{фактична}}(R_j, \tau_0)$ – фактична кількість завершених компонент R_j до моменту часу τ_0 ; $V_{\text{планова}}(R_j, \tau_0)$ – планова кількість завершених компонент R_j до

моменту часу τ_0 ; K_i – кількість працівників підрозділу D_i ; τ_0 – момент часу.

З формули (4) слідує, що у разі

$$\forall \tau_0, \forall R_j : V_{\text{фактична}}(R_j, \tau_0) > V_{\text{планова}}(R_j, \tau_0),$$

компанія понесла додаткові витрати на розробку «зайвих» компонент, що не дає можливості мінімізувати визначення (2).

Висновки та перспективи подальших досліджень

В основі класичного управління проектами – мережний графік. Проте він не дає змоги враховувати операційне завантаження трудових ресурсів під час залучення до кількох проектів. Крім того, при застосуванні мережного планування, не враховується інтеграція проектної та операційної діяльності проектно-орієнтованої ІТ-компанії (таб. 2 та 3), що призводить до неможливості отримання оптимальних рішень щодо визначень (1) та (2).

Враховуючи вищенаведені недоліки, необхідна розробка нового апарату, заснованого на матричних моделях для планування проектно-розробної діяльності збалансованої ІТ-компанії. Як відомо, використання методу критичного ланцюга або методу критичного шляху забезпечує ефективне управління ресурсами в проекті, тоді як матричний підхід управління застосовується для ув'язування процесів управління проектами й операційною діяльністю, спрямованою на створення компонентів у компанії.

Для цього пропонується використовувати методи імітаційного моделювання, вхідною інформацією для яких є:

1. Календарно-мережеві графіки проектів.
2. Лінійний графік операційних процесів.
3. Двудольний граф, що задає порядок створення компонентів для ІТ-проектів.

Таким чином пропонується завантажити мережеві моделі проектів, моделі процесів розроблення ПЗ, представлені двудольними графами, та моделі операційних процесів, представлені лінійними графіками, в деяке середовище імітації діяльності збалансованої ІТ-компанії, та у процесі імітації визначити оптимальне завантаження трудових ресурсів.

По суті, матричні моделі управління трудовими ресурсами проектів є інтеграцією методів критичного ланцюга, критичного шляху та імітаційних методів і уможливають оптимально керувати трудовими ресурсами організації в проектах. І що дуже важливо – краще використовувати робочий час фахівців, мінімізувати простой. Це допомагає значно покращити організацію роботи в ІТ-компанії, особливо під час розроблення програмних продуктів, враховуючи конкуренцію, яка значно підсилилася в ІТ-секторі, що вимагає ефективного використання ресурсів та чіткого контролю за плануванням і реалізацією проектів.

Список літератури

1. Єгорченкова, Н. Ю. Управління ресурсами портфелів проєктів на основі матричних моделей : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2013. 154 с.
2. Dzanic A., Toroman A., Dzanic A. Agile Software Development: Model, Methods, Advantages and Disadvantages. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*. 2022. Vol. 15, No. 4. P. 4–5.
3. Golenko-Ginzburg D., Gonic A. Stochastic Network Project Scheduling with Non-Consumable Limited Resources. *International Journal of Production Economics*. 1997. Vol. 48. P. 29–37.
4. Nozick L. K., Turnquist M. A., Xu N. Managing Portfolios of Projects under Uncertainty. *Annals of Operations Research*. 2004. Vol. 132. P. 243–256.
5. Burt J. M. Planning and Dynamic Control of Projects under Uncertainty. *Management Science*. 1978. Vol. 24. P. 249–258.
6. Gerchak Y. On the Allocation of Uncertainty-Reduction Effort to Minimize Total Variability. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 1985. Vol. 32. P. 403–407.
7. Ozdamar L., Alanya E. Uncertainty Modelling in Software Development Projects (with Case Study). *Annals of Operations Research*. 2001. Vol. 102. P. 157–178.
8. Leu S.-S., Chen A.-T., Yang C.-H. A GA-Based Fuzzy Optimal Model for Construction Time-Cost Trade-off. *International Journal of Project Management*. 2001. Vol. 19. P. 47–58.
9. Gutjahr W. J., Strauss C., Wagner E. Stochastic Branch-and-Bound Approach to Activity Crashing in Project Management. *INFORMS Journal on Computing*. 2000. Vol. 12. P. 125–135.
10. Kurtulus I. S., Davis E. W. Multi-Project Scheduling: Categorization of Heuristic Rules Performance. *Management Science*. 1982. Vol. 28. P. 161–172.
11. Lova A., Maroto C., Tormos P. A Multicriteria Heuristic Method to Improve Resource Allocation in Multiproject Scheduling. *European Journal of Operational Research*. 2000. Vol. 127. P. 408–424.
12. Бушуєва Н. С., Єгорченкова Н. Ю. Метод консолідації виробничих процесів підприємств в проєктній діяльності. *Управління розвитком складних систем*. 2013. № 12. С. 107–110.
13. Тесля Ю. М., Оберемок І. І., Тімінський О. Г. Системна організація управлінських взаємодій як інструмент підвищення ефективності реалізації складних проєктів. *Вісник ЧДТУ*. 2008. № 2.
14. Єгорченкова Н. Ю. Інтеграція матричних технологій і метода критичних ланцюгів і управлінні ресурсами портфелів проєктів і програм. *Зб. наук. пр. Управління розвитком складних систем*, 2012. № 7. С. 30–35.

Стаття надійшла до редколегії 29.04.2025

Kataiev Dmytro

Phd (Eng.), Lecturer, Department of information technology design,

<https://orcid.org/0009-0001-3055-6451>

Cherkasy state technological university, Cherkasy

Bugaichuk Valentyn

PhD student of the department of information technology design,

<https://orcid.org/0009-0003-4149-5601>

Cherkasy state technological university, Cherkasy

Kalmykov Andrii

MSc student of the department of intellectual property and project management,

<https://orcid.org/0009-0009-8749-2581>

National university of science and technology, Dnipro

FEATURES OF MATRIX MANAGEMENT OF LABOR RESOURCES IN THE FIELD OF IT ENTERPRISES

Abstract. This article introduces a matrix model for managing labor resources within project-oriented companies, particularly those operating in the information technology sector. For effective management in such organizations, establishing a unified system that integrates both project and operational activities is desirable. The central challenge for IT companies lies in optimally allocating labor resources. The article highlights existing issues in managing these resources across project and operational work and proposes solutions, primarily through the adoption of an iterative project management methodology known as Agile. While Agile offers effective tools for planning and managing labor resources, it is not always perfectly optimal. Consequently, the analysis reveals a need for new approaches to labor resource management in the combined project-operational activities of companies. Specifically, it is necessary to coordinate project planning methods with the planning of operational activities, ensuring optimal resource allocation during project implementation. To implement an effective human resource management system across both project and operational activities in IT companies, a matrix approach is suggested. This involves distributing the work of existing units across projects in a way that ensures each project is completed as quickly as possible, at a

lower cost, and with the required quality. Methods for dividing the work of a balanced company's divisions by projects constitute matrix methods for managing both project and operational activities. If the work packages from different projects do not overlap, we have a classic project management model. Conversely, if the same tasks are implemented across all projects, we arrive at a model for managing operational activities. It is the matrix models of project labor resource management that will enable optimal management of the organization's labor resources in projects and a more efficient utilization of specialists' working time, minimizing downtime and, consequently, significantly improving the organization of work within the company's IT department, which typically demands effective resource utilization and clear control over the planning and execution of specific projects.

Keywords: human resources management; project activities; operational activities; planning; IT company

References

1. Yehorchenkova, N. Yu. (2013). *Management of project portfolio resources based on matrix models* (PhD diss.). Kyiv, Ukraine.
2. Dzanic, A., Toroman, A., & Dzanic, A. (2022). Agile Software Development: Model, Methods, Advantages and Disadvantages. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 15 (4), 4–5.
3. Golenko-Ginzburg, D., & Gonic, A. (1997). Stochastic Network Project Scheduling with Non-Consumable Limited Resources. *International Journal of Production Economics*, 48, 29–37.
4. Nozick, L. K., Turnquist, M. A., & Xu, N. (2004). Managing Portfolios of Projects under Uncertainty. *Annals of Operations Research*, 132, 243–256.
5. Burt, J. M. (1978). Planning and Dynamic Control of Projects under Uncertainty. *Management Science*, 24, 249–258.
6. Gerchak, Y. (1985). On the Allocation of Uncertainty-Reduction Effort to Minimize Total Variability. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 32, 403–407.
7. Ozdamar, L., & Alanya, E. (2001). Uncertainty Modelling in Software Development Projects (with Case Study). *Annals of Operations Research*, 102, 157–178.
8. Leu, S.-S., Chen, A.-T., & Yang, C.-H. (2001). A GA-Based Fuzzy Optimal Model for Construction Time-Cost Trade-off. *International Journal of Project Management*, 19, 47–58.
9. Gutjahr, W. J., Strauss, C., & Wagner, E. (2000). Stochastic Branch-and-Bound Approach to Activity Crashing in Project Management. *INFORMS Journal on Computing*, 12, 125–135.
10. Kurtulus, I. S., & Davis, E. W. (1982). Multi-Project Scheduling: Categorization of Heuristic Rules Performance. *Management Science*, 28, 161–172.
11. Lova, A., Maroto, C., & Tormos, P. (2000). A Multicriteria Heuristic Method to Improve Resource Allocation in Multiproject Scheduling. *European Journal of Operational Research*, 127, 408–424.
12. Bushuieva, N. S., & Yehorchenkova, N. Yu. (2013). Method of consolidation of production processes of enterprises in project activity. *Management of development of complex systems*, 12, 107–110.
13. Teslia, Yu. M., Oberemok, I. I., & Timinskyi, O. H. (2008). System organization of management interactions as a tool for increasing the efficiency of complex projects implementation. *Bulletin of ChSTU*, 2.
14. Yehorchenkova, N. Yu. (2012). Integration of matrix technologies and the critical chain method in managing project and program portfolios. *Collection of scientific papers Management of development of complex systems*, 7, 30–35.

Посилання на публікацію

- APA Kataiev D., Bugaichuk, V. & Kalmykov, A. (2025). Features of matrix management of labor resources in the field of IT enterprises. *Management of Development of Complex Systems*, 62, 72–78, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.62.72-78.
- ДСТУ Катаєв Д. С., Бугайчук В. О., Калмиков А. В. Особливості матричного управління трудовими ресурсами у сфері діяльності ІТ-підприємств. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. № 62. С. 72 – 78, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.62.72-78.