

**МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЕКТАМИ**

**І. Ю. Івченко<sup>1</sup>, к.е.н, доцент; І. Л. Михелєв<sup>2</sup>, к.т.н., доцент; Т. А. Фаріонова<sup>2</sup>, к.т.н, доцент;  
Н. Р. Книрик<sup>2</sup>, к.т.н., доцент; О. І. Маршак<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет «Одеська політехніка»,

<sup>2</sup>Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню математичних моделей оптимізації бізнес-процесів управління проектами в ІТ-компаніях. Розглянуті математичні підходи до оптимізації складу команд, розподілу завдань, управління ресурсами та бюджету з метою підвищення ефективності та продуктивності роботи. Запропоновано сфокусуватися на дослідженні та розробці динамічних багатокритеріальних оптимізаційних моделей управління кадрами, приділяючи увагу задачам розподілу ІТ-проектів між командами-виконавцями. Дослідження спрямоване на підвищення стратегічного та операційного рівня управління ІТ-персоналом. Представлені результати досліджень можуть слугувати основою для подальших наукових досліджень та практичного застосування в управлінні ІТ-проектами.*

***Ключові слова:** моделювання, оптимізація, бізнес-процеси, управління проектами, трудові ресурси, ІТ-проекти*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями**

Глобальна фінансова нестабільність, насичення ІТ-ринку та інтенсифікація конкуренції, а також зростання вимог споживачів до якості ІТ-послуг вимагають пріоритетного вирішення завдань оптимізації управління проектами в ІТ-компаніях. Застосування системного аналізу в цьому контексті надає можливість глибшого розуміння взаємодій та вдосконалення процесів управління проектами.

Зростання масштабів та складності ІТ-проектів потребує вдосконалення процесів керування людськими ресурсами за допомогою застосування сучасних методів та технік управління. Через розширення функціоналу та кількості даних сучасні ІТ-проекти стають більш масштабними, що призводить до збільшення обсягів робіт та вимагає підвищення координації використання ресурсів. Важливо створювати ефективні ІТ-команди, здатні вирішувати завдання відповідно до своєї кваліфікації та спеціалізованих знань, адаптуватися до вимог ринку та швидко реагувати на зміни. Ефективне управління кадрами включає завдання чіткого розподілу ролей та задач в ІТ-командах, що забезпечує спрощення координації та підвищення продуктивності.

В даному контексті вирішальне значення відіграє оптимальний розподіл та ефективне використання ІТ-спеціалістів протягом всього життєвого циклу проекту. Тому оптимальний розподіл проектів-замовлень по командам-виконавцям є актуальною задачею.

Важливим інструментом ефективного управління проектами в ІТ-компаніях є математичне моделювання. Використання математичних методів дозволяє провести оптимізацію планування та розподілу ресурсів, вирішити завдання оптимізації управління кадрами, а також налагодити бізнес-процеси в ІТ-компаніях [1].

В науковій літературі по математичному програмуванню існує чітка класифікація методів та моделей управління бізнес-процесами підприємствами, яку можна застосувати і до ІТ-компаній. Ці підходи включають календарне планування, економетричне, оптимізаційне, імітаційне моделювання та інші методи [2]. Однак існуючі моделі виявляються або занадто узагальненими у розумінні досліджуваної проблеми, або, навпаки, надто деталізованими, ускладнюючи збір вхідних даних. До того ж важливо врахувати, що ІТ-підприємства мають свою унікальну специфіку, що відрізняється від промислових підприємств.

Аналіз щодо проблем моделювання бізнес-процесів в ІТ-сфері дає підставу для висновку про недостатньо вивчення деяких аспектів у цій області. Зокрема, важливо розробляти моделі, які точно відображають бізнес-процеси в ІТ-компаніях, враховуючи їхню специфіку та

динаміку. Актуальним є розробка формалізованих методів для оптимального розподілу завдань між командами на ІТ-підприємстві, а також процесів взаємодії між ІТ-підприємством і замовником. Методи, пов'язані із задачами планування проекту, зазвичай не мають чітких формалізацій. Крім того, оцінка вартості і часу часто є приблизною і, як правило, базується на досвіді проведення аналогічних робіт в інших проектах. У реальній практиці процес моделювання завдань, пов'язаних із управлінням проектами в умовах обмежених ресурсів, часто обмежується використанням евристичних методів або наближеної відповідності бюджету робіт та термінів проекту до встановленого значення. Для підвищення ефективності управління ІТ-проектами необхідно використовувати методи математичного моделювання при організації процесів формування плану замовлень та розподілу завдань серед членів ІТ-команд.

### **1. Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких розпочато вирішення даної проблеми**

Управління бізнес-процесами в складних динамічних системах повинно базуватися на теоретичних засадах математики, логіки, системного аналізу з використанням обчислювальної техніки. Основними інструментами наукового вивчення будь якого підприємства як системи є математичні моделі та методи їх вирішення.

Функціонування підприємства, як об'єкт математичного моделювання та оптимізації, представляє собою комплексне поєднання різноманітних процесів і заходів. Для опису цих процесів у науковій літературі розроблені спеціальні математичні моделі, які вирішують наступні завдання:

- планування виробничих обсягів продукції чи послуг;
- оптимізація трудових та матеріальних ресурсів;
- управління логістичними процесами;
- управління фінансами підприємства;
- прогнозування ринкових тенденцій;
- оптимізація маркетингових стратегій;
- управління ризиками;
- підтримка прийняття управлінських рішень [3].

Математичні моделі, призначені для вирішення таких задач, дозволяють абстрактно висловлювати взаємозв'язки та закономірності між різними компонентами системи і становлять

ефективний інструмент для управлінського прийняття рішень. Вони сприяють спрощенню опису складних бізнес-процесів та досягненню оптимальної продуктивності та ефективності підприємства.

Моделювання бізнес-процесів ІТ-компаній відрізняється від звичайних підприємств через низку специфічних аспектів. Зростаюча складність ІТ-операцій, у поєднанні з потребою відповідати вимогам, що швидко змінюються, вимогам клієнтів та динамікою ринку, ставить перед ІТ-компаніями завдання постійної оптимізації їхніх бізнес-процесів. Розробка інформаційних систем та програмного забезпечення часто включає творчий підхід, нестандартні рішення та необхідність взаємодії команд у креативному середовищі. ІТ-проекти часто використовують гнучкі методології, такі як Scrum чи Kanban. Усі ці особливості роблять математичне моделювання важливим інструментом для аналізу та оптимізації функціонування ІТ-компаній, оскільки воно надає можливість використовувати системний та кількісний підхід при ухваленні управлінських рішень.

Зміст публікацій українських та зарубіжних вчених з моделювання бізнес-процесів у сфері інформаційних технологій носить багатоаспектний характер. Зокрема, в них відображені переваги, які надають ІТ-послуги в підвищенні прибутковості підприємств, в покращенні якості та продуктивності робочих процесів, шляхи зниження витрат на розробку проектів і т.д. [4, 5].

Але математичні моделі управління повинні враховувати гнучкість, динаміку та інноваційність сфери ІТ, щоб успішно моделювати та оптимізувати діяльність ІТ-компаній.

Враховуючи особливості діяльності ІТ-підприємств, важко знайти такий універсальний математичний апарат для вирішення їхніх проблем, який не вимагав би адаптації до конкретних умов. При створенні моделі для такої складної економічної системи, як ІТ-підприємство, рекомендується використовувати принципи системного підходу. Це передбачає поетапне створення моделі, узгодження різноманітних характеристик, таких як інформаційні та ресурсні параметри, а також правильне встановлення взаємозв'язків між різними рівнями моделювання та цілісність окремих етапів проектування моделі.

Управління проектами — це процес керування людьми та координації їхньої

діяльності, а також матеріальних і фінансових ресурсів протягом усього життєвого циклу проекту. Цей процес включає в себе застосування сучасних методів та прийомів управління для досягнення цілей проекту.

Однією з актуальних завдань управління ІТ-проектами є моделювання розподілу ІТ-проектів в динаміці між ІТ-командами, так щоб забезпечити темпи та якість розробки на максимально високому рівні з мінімальними витратами.

## 2. Формулювання цілей статті

Мета статті - вибір математичного апарату з метою прийняття рішення щодо вибору оптимальної програми управління ІТ-проектами для підвищення ефективності роботи кожної ІТ-команди та всієї ІТ-компанії.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати можливість застосування відомих в теорії управління формалізованих методів моделювання для завдань управління ІТ-проектами;

- побудувати постановку задачі для математичної моделі розподілу ІТ-проектів по ІТ-командам на підприємствах, зайнятих в сфері інноваційних технологій та провести вибір математичних засобів для оптимізації складу команд, розподілу завдань, управління ресурсами та бюджету на проекти з метою підвищення ефективності та продуктивності роботи ІТ-компанії.

## 3. Виклад основного матеріалу

### 3.1 Теоретичні питання вибору математичних моделей організації процесів проектної діяльності на ІТ-підприємстві.

Найбільший інтерес для побудови математичних моделей, які описують бізнес-процеси підприємств, представляють оптимізаційні моделі. Такі моделі можуть бути засновані на таких методах математичного програмування, як лінійний або нелінійний методи, статичний або динамічний, стохастичний або детермінований підхід, залежно від конкретних вимог та характеристик бізнес-процесів. В оптимальних моделях будується цільова функція і задається критерій оптимальності. А для опису найважливіших умов функціонування підприємства та взаємозв'язку його параметрів будуються відповідні умови обмеження. В залежності від виду змінних серед оптимізаційних моделей розрізняють цілочисленні і змішані моделі.

На відміну від описових моделей, які використовуються моделі для деталізації та відтворення реальних аспектів функціонування підприємства, в оптимізаційних знаходиться оптимальне рішення за допомогою пошуку екстремуму заздалегідь вибраних критеріальних параметрів. Вибір оптимального рішення здійснюється відповідно до прийнятого критерію оптимальності.

У цільовій функції оптимізаційної моделі можуть використовуватися нормативні коефіцієнти, які відображають показники якості роботи підприємства. У загальному вигляді оптимізаційна модель має наступний вигляд (див., наприклад, [2]):

$$F = \sum c_i x_i \rightarrow \text{Extr}, \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \{ \leq; =; \geq \} b_j, j = \overline{(1, m)} \\ d_i \leq x_i \leq D_i, i = \overline{(1, n)} \end{cases} \quad (2)$$

де

$F$  – цільова функція;

$c_i$  – коефіцієнти цільової функції;

$x_i$  – змінні моделі;

$b_j$  – праві частини обмежень;

$a_{ij}$  – коефіцієнти в умовах-обмеженнях;

$d_i$  та  $D_i$  – мінімально та максимально можливі значення змінних.

Прикладами таких моделей є моделі визначення оптимальної виробничої програми, моделі оптимального змішування компонентів, оптимального розкрою матеріалу, оптимального розміщення підприємств на заданій території, транспортні моделі, пошук найкращих маршрутів, оптимального розподілу виконавців по ділянках робіт (задача про призначення), моделі оперативного і календарного планування та інші. [3, 5]. Моделі можуть бути однокритеріальні та багатокритеріальні. Більшість розроблених і використовуваних на практиці оптимізаційних моделей є моделями планування і мають один критерій оптимальності.

Але для застосування оптимізаційних задач к моделюванню бізнес-процесів ІТ-підприємств необхідно враховувати особливості цієї предметної області. Зокрема, актуальною для управління проектами ІТ-підприємства є задача оптимального розподілу ІТ-проектів між виконавчими командами. Вибір правильної команди має вирішальне значення для якісного та своєчасного виконання завдань. Однією з

відомих у фаховій літературі моделей для вирішення подібних завдань є «Задача про призначення» [3]. Ця модель будується для вибору оптимального управління в різних сферах економіки і фінансів, таких як розподіл бюджету відділу між проектами та інші.

Задача оптимального управління ІТ-командами, яка вивчається в даному дослідженні, має на меті планування процесів розробки ІТ-проектів, формування команд розробників та оптимальний розподіл завдань між командами-виконавцями з урахуванням фактору часу. Тому розглянемо ще можливість використання для побудови моделі оптимального управління ІТ-командами, моделей з класу календарного планування [6].

Сутність математичної задачі календарного планування полягає в оптимізації використання часових ресурсів для вирішення планових завдань, враховуючи обмеження та вимоги, пов'язані з термінами виконання проектів та з плановим періодом. Ця задача може бути сформульована як оптимізаційна проблема, де потрібно знайти оптимальний графік виконання завдань чи проектів. В задачі календарного планування важливим є урахування таких обмежень як дедлайни, пріоритети завдань, включення (чи ні) замовлень в план, можливість використання конкретних ресурсів та інші фактори, що впливають на планування. В якості критерію оптимальності частіше за все виступають мінімізація часу виконання, або максимізація використання трудових ресурсів. Для вирішення задач календарного планування використовують такі математичні методи, як лінійне та нелінійне програмування, теорія графів, динамічне програмування та інші [7].

В науковій літературі створено досить велика кількість спеціалізованих методів та алгоритмів, що вирішують питання розподілу формування проектної команди при обмежених ресурсах [2, 9, 10]. Так, наприклад, в [2] запропонована математична модель формування портфеля замовлень. Сутність полягає у формуванні плану замовлень для підприємства на заданий період. Задача відноситься до класу об'ємно-календарного планування та полягає в розподілі виробничої програми підприємства, знайденої на етапі формування портфеля замовлень, за календарними підперіодами (місяцями).

Більшість оптимізаційних задач характеризуються підходом, де присутній лише один критерій, що піддається оптимізації. Однак варто зазначити, що однокритеріальний метод

може бути виправданим лише в тому випадку, якщо обраний критерій є абсолютно домінуючим, а неточності у вихідних даних є досить незначними. Застосування ж однокритеріального підходу не завжди є доцільним в для моделювання управління проектами таких складних системах, як ІТ-компанії, оскільки він ґрунтується на спрощеному, односторонньому уявленні про оптимізаційні завдання, відірваному від реального виробничого середовища. Недоліком такого підходу є зниження ефективності в результаті впровадження отриманих результатів у практику роботи окремих виробничих підрозділів і підприємства в цілому.

Враховуючи це, використання однокритеріального підходу стає невиправданим, оскільки він спрощує уявлення про сутність оптимізаційних задач. В задачах управління проектами вирішення завдань оптимізації управління вимагає врахування одночасно декількох критеріїв оптимальності. Отже, виникає необхідність у багатокритеріальних методах оптимізації, які дозволяють знаходити компроміс для вибору найкращих рішень. Спроба вирішення задач з урахуванням двох або більше критеріїв одночасно дозволяє покращити ефективність управління та впровадження отриманих рішень у практиці роботи підрозділів та підприємства в цілому.

У загальному вигляді, модель багатокритеріальної оптимізації:

$$F_i(x) = f_i(\varphi(x)), \quad (3)$$

де  $x$  - множина альтернатив;

$f_i$  - множина показників якості (критеріїв);

$\varphi(x)$  - функція, яка відображає множину

альтернатив в множину наслідків  $\varphi(x) \rightarrow Y$ ;

$Y$  - множина наслідків.

Якщо є множину альтернативних рішень задачі управління задаємо як  $X$ , то кожен варіант рішення ( $x \in X$ ) оцінюється як:

$$\bar{y} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}, \quad (4)$$

де  $y_i = f_i(x)$  - окремі критерії [11].

Варіант рішення – конкретне значення векторів параметра управління, т. е. Це може бути план виробництва або варіант завантаження устаткування, або розроблена стратегія управління.

Багатоцільовий підхід до рішення оптимізаційних задач можна розглядати як

двоетапний процес. На першому етапі будується багатоцільова економіко-математична модель задачі, а на другому – розробляється (або обирається з уже відомих) метод її реалізації.

Майже всі складні задачі прийняття рішення є багатоцільові, оскільки при виборі найкращого варіанту доводиться враховувати багато різних вимог і серед цих вимог зустрічаються такі, які суперечать одна одній. Наприклад, коли кількість замовлень на розробку програмного забезпечення зростає на ІТ-підприємствах, це призводить до збільшення витрат, хоча бажаний сценарій полягає у максимізації кількості замовлень та мінімізації використання ресурсів.

Практичний інтерес представляє пошук варіантів, що наближаються до оптимальних. Варіант  $X$  вважається Парето-оптимальним, якщо для кожного приватного критерію і неможливо покращити його значення, не погіршуючи при цьому хоча б одного іншого приватного критерію. Таким чином, Парето-оптимальні варіанти визначаються тим, що не існує іншого варіанту, який би був у всіх аспектах кращим за них.  $x' \in X$  такого, для якого  $y_i(x') \leq y_i(x), (i = \overline{1, m})$ , причому, хоча б для одного і виконується умова:  $y_i(x') < y_i(x)$  [12].

Іншим прикладом моделі розподілу трудових ресурсів для проектних завдань, є модель, яка описана в [13]. Модель побудована для управління людськими ресурсами в ІТ-сфері та ґрунтується на мультиагентному підході, який передбачає моделювання системи як сукупності автономних агентів. Автор обрала цей підхід для формування проектної команди, де агенти можуть мати власні цілі та здатності приймати рішення, враховуючи своє оточення. Основний принцип полягає у можливості швидкого розподілу проектних завдань серед агентів в реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на постановку нових завдань чи інших подій, які можуть виникнути під час виконання проекту. В цій моделі використовується концепція визначення мінімальних кваліфікаційних вимог для персоналу, враховуючи параметри для кожної ролі та функціональні вимоги до поставлених завдань. Гнучкість мультиагентного підходу досягається за допомогою ітераційних методів [14], що використовуються в управлінні проектом. Цей підхід дозволяє ефективно адаптувати команду до змінних умов під час виконання проекту, але має і свої недоліки, а саме: в ІТ-компаніях, які є складними системами, створення реалістичних моделей, що враховують поведінку кожного

агенту та їх взаємодію, може бути вкрай складним завданням, що приводить до неоднозначних взаємодій між агентами, до виникнення неочікуваних результатів або недостатньо передбачуваних сценаріїв, особливо при великій кількості агентів [15].

Варто звернути увагу ще на одну концепцію, яка може бути застосована у контексті оптимізації та управління людськими ресурсами. Її пропонує теорія масового обслуговування. Сутність концепції полягає в вивченні процесів обслуговування, які виникають при обробці великої кількості запитань або клієнтів. ІТ-компанії можуть використовувати теорію масового обслуговування для оптимізації розподілу ресурсів у ситуаціях, коли завдання або проекти ставляться в чергу та обробляються послідовно. За допомогою теорії масового обслуговування ІТ-компанії можуть визначити оптимальну кількість ресурсів, таких як сервери чи обслуговуючий персонал, необхідних для мінімізації часу очікування та максимізації пропускної здатності.

Для відтворювання ходу функціонування системи в часі науковці часто використовують алгоритм імітаційного моделювання. При цьому відбувається імітація компонентів процесу, що вивчається, зберігаючи їх логічну структуру та послідовність подій в часі. Цей підхід дозволяє отримати інформацію про стани процесу в конкретні моменти часу на основі вихідних даних, що сприяє оцінці характеристик системи. Основною перевагою імітаційного моделювання у порівнянні з аналітичним моделюванням є здатність ефективно розв'язувати складні задачі. Імітаційні моделі дозволяють легко враховувати такі аспекти, як нелінійні характеристики складових системи, наявність дискретних і безперервних елементів, численні випадкові впливи та інші фактори, які часто ускладнюють аналітичні дослідження [16].

Використання імітаційного моделювання для прийняття рішень щодо вибору оптимальної програми управління ІТ-командами полягає у створенні віртуальної моделі функціонування ІТ-системи та її команд. Це дозволяє аналізувати різні сценарії та програми управління без реального впровадження, забезпечуючи можливість оцінки їхнього впливу на ефективність роботи команд та вирішення задач. Але, незважаючи на численні переваги, імітаційне моделювання для прийняття рішень щодо вибору оптимальної програми управління ІТ-командами також має свої недоліки. Модель завжди буде спрощенням реальності, оскільки

неможливо абсолютно точно врахувати всі аспекти та нюанси роботи ІТ-команд в умовах реального світу. Створення ж реалістичної моделі може бути витратними та складним завданням, особливо якщо враховувати багатоаспектність роботи ІТ-команд та важливість урахування людського фактору, такого як взаємодія між членами команди, мотивація, емоції, що може впливати на результати та прийняття рішень. Саме тому імітаційне моделювання слід використовувати з усією обізнаністю щодо його обмежень та переваг, а також урахувати його разом із іншими методами прийняття рішень для отримання більш повного та достовірного аналізу.

Враховуючи великий рівень невизначеності, що впливає з особливостей управління ІТ-проектами та при відсутності чіткої інформації на різних етапах управління проектом сучасні дослідники рекомендують використовувати апарат нечіткої логіки та інтегрувати нечіткі експертні системи у сферу інформаційних технологій [17].

У дослідженні [18, 19] автор запропонував ідею аутсорсингової моделі управління ІТ-проектами, що включає оптимізацію структури нечіткої бази знань та модифікацію алгоритму нечіткого виведення. Основна концепція цієї моделі полягає в розділенні процесу розробки на етапи та окремі кроки з необхідним рівнем деталізації. Експертна діагностика та прийняття рішень здійснюються на межі цих етапів в умовах неповної та/або нечіткої інформації. Автор використав технологію експертних консультацій для оцінки поточного стану ІТ-проектів, які були передані аутсорсинговою компанією для розробки. Головною метою було підвищення ефективності процесу розробки програмного забезпечення та зменшення фінансової залежності від замовника. Структура та склад нечіткої бази знань експертної оболонки є досить типовими для завдань ІТ-аутсорсингу. Основна перевага процедури полягає в збалансованому поєднанні експертного та формального моделювання експертних знань. Проте ця модель є доцільною для використання в контексті управління портфелем проектів ІТ-компаній для оцінки поточного стану портфеля ІТ-проектів, але не розглядає питань розподілу проектів серед виконавців. Крім того, вона потребує використання спеціалізованої нечіткої експертної системи. Розглянуті підходи к моделюванню управління ІТ проектами вимагають дбайливого вибору та адаптації до

конкретних вимог та умов застосування. Визначення того, який підхід більше підходить, залежить від конкретного завдання та характеристик системи, яку слід оптимізувати чи управляти.

### 3.2 Аналіз об'єкту дослідження

Головним завданням діяльності будь-якого ІТ-підприємства є розробка та впровадження інформаційних систем та технологій. Завданням ефективного функціонування ІТ-підприємств в умовах ринку організація їхньої діяльності таким чином, щоб забезпечити високий рівень конкурентоспроможності та відповідати змінам у технологічному середовищі. Сучасні економічні умови ставлять перед будь-яким ІТ-підприємством завдання впровадження нового інструментарію підвищення ефективності своєї діяльності. У зв'язку з цим виникає необхідність концентрувати увагу керівників на основних бізнес-процесах ІТ-підприємства та вдосконалювати їх за рахунок сучасних наукових методів оптимізації.

В ІТ-компаніях усі проектні роботи з розробки та впровадження інформаційних систем безпосередньо залежать від якісного та кількісного складу фахівців, що становлять проектну команду. Виконання ІТ-проектів можуть зазнати провалу через некваліфікований персонал, не якісно підібрану ІТ-команду. До того ж, завдання управління людськими ресурсами включає в себе ряд стратегічних та операційних аспектів, пов'язаних з впровадженням новітніх технологій, запровадженням гнучких методологій розробки ІТ-проектів та реалізацією проектних кроків. Ефективне управління проектами з розробки та впровадження ІТ, особливо коли вони залучають фахівців різного рівня кваліфікації від junior до senior, вимагає дбайливого планування, коректного розподілу завдань та виваженого залучення ресурсів. Тому при управлінні людськими ресурсами потрібно вирішувати не тільки завдання розподілу персоналу по ІТ-проектам, а й завдання ефективного розподілу ресурсів, включаючи час та бюджет, визначення потенціалу та компетентностей членів команди проекту для максимізації їхнього внеску в проект а також формувати план замовлень.

В залежності від виду ІТ-компанії та інформаційних систем, що розробляються, розміру проектів, специфікацій, термінів виконання, потреб бізнесу та власних уподобань чи культури компаній можливі різні методології управління проектами від Waterfall до Agile та

їхніх комбінацій. Різні підходи до реалізації проектів включають залучення спеціалістів різних рівнів та компетенцій, що призводить до ситуації, коли визначення оптимальної кількості ресурсів, їхнього типу, часу та обсягу проекту стає завданням з високим ступенем невизначеності [9].

Команда проекту звичайно створюється на період реалізації IT- проекту. Її завданням є функціональна реалізація поставлених задач для досягнення мети проекту. [9]. Склад команди залежить від особливостей та характеристик проекту, складності, масштабу, умов реалізації. Членами проектною командою є: консультанти, аналітики, інженери, розробники, дизайнери, група забезпечення, тестувальники, та інші фахівці різного рівня кваліфікації від junior до senior. Схема посад в IT- командою представлена на рисунку 1.

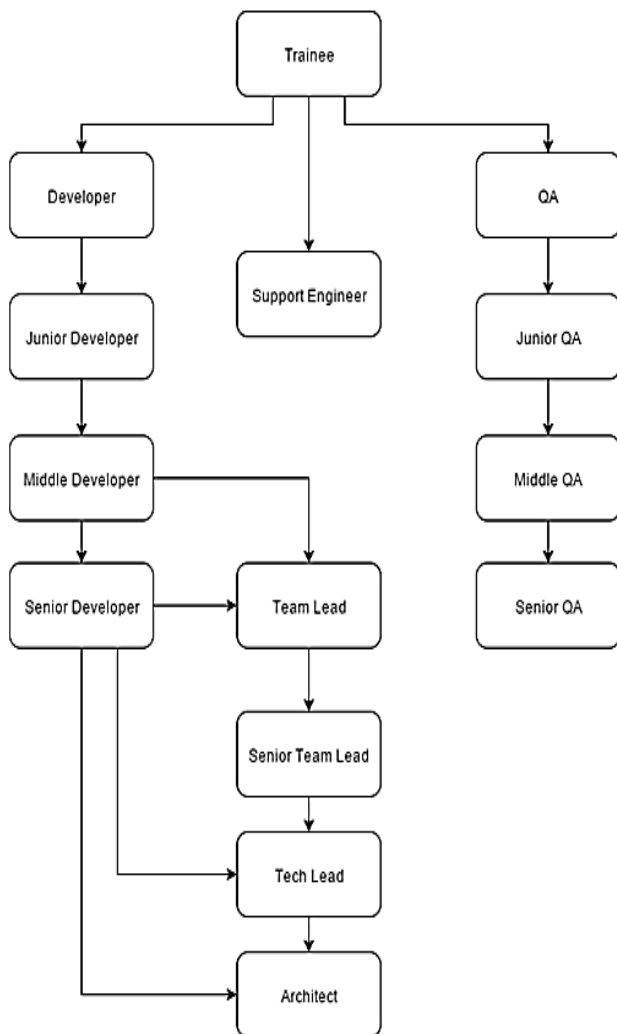


Рис. 1. Схема посад в командою IT-компанії

Оптимальне керування бізнес-процесами призводить до поліпшення функціонування IT- підприємства, підвищення ефективності окремих

процесів і підприємства в цілому. В рамках управління проектами обмеженими є трудові ресурси, необхідні для виконання робіт за проектом.

Успішність функціонування вітчизняного ринку IT - послуг визначається: здатністю IT-компаній підвищувати якість наданих послуг; відпрацьованості технологій і процедур прийняття рішень про розподіл бізнес-процесів усередині IT- компанії. Як правило, завдання, пов'язані з розподілом ресурсів відносяться до складних багатокритеріальних задач. Ефективні методи вирішення їх відомі тільки для ряду окремих випадків. З метою вивчення наявних на реальному IT- підприємстві властивостей і закономірностей і пошуку оптимального управління використовують економіко-математичні моделі.

Серед розглянутих завдань вище, однією з актуальних є задача оптимального розподілу IT- проектів між виконавцями. В результаті рішення такої задачі є розроблений план виконання взаємопов'язаних IT- проектів в умовах обмежених ресурсів та термінів з оптимізованою мірою ефективності.

Для розробки математичного апарату поставленої задачі на фіксованому тимчасовому відрізку моделювання потрібно детально розглянути параметри зовнішнього та внутрішнього середовища IT-компанії. На основі цих параметрів формуються умови-обмеження математичної моделі.

Зовнішні параметри: рівень конкуренції в галузі IT, наявність конкуруючих компаній та їхні стратегії, фінансова стабільність, доступність та якість кваліфікованих трудових ресурсів в галузі IT, рівень технологічних змін та інновацій в галузі IT та доступність передових технологій.

Внутрішні параметри IT-компанії: кадровий потенціал, бюджет та фінансові показники, ефективність та оптимізація роботи IT-процесів, технічне обладнання та інфраструктура, стратегії та методології управління проектами.

Нехай виконання певної кількості проектів відбувається на заданому інтервалі планування. Він поділений на дискретні проміжки часу – такти, розмір яких визначається залежно від поставленого завдання. Основними обмеженнями моделі можуть бути:

- кількість та якість виконавців (фахівців, які можуть бути задіяні в проекті);
- кількість тактів планування в умовах наявності достатніх ресурсів;

– попередні роботи, тобто завдання, які необхідно було виконати перед початком поточної роботи;

– початковий термін, що визначає момент, до якого робота не може розпочатися, наприклад, через очікування надходження ресурсів.

При виконанні замовлень на розробку ІТ-проектів важливо приймати до уваги можливість відставання за термінами по проекту та пристосування до гнучких методологій виконання проекту. Тому важливо так розподіляти ІТ-проекти між командами, щоб гарантувати якісне та своєчасне виконання завдань. Саме тому потрібно обрати таку команду, що має фахівців з необхідними знаннями, навичками та компетенціями.

Важливими є показники, що характеризують складність проекту (у вираженні story points), ефективність роботи команди (team performance), очікуваний час на розробку проекту (Delivery time) та розподілений фонд робочого часу.

Також необхідно враховувати фінансові аспекти, такі як: витрати кожної команди на проект, ціна, яку замовник готовий заплатити за проект (вартість проекту).

Виходячи зі сказаного, показниками критерію оптимізації в моделі можуть виступати:

– ефективність трудових ресурсів (наприклад, максимальна завантаженість, або максимальна продуктивність);

– інтенсивність споживання ресурсу (мінімальна кількість ресурсу, без якого робота не може виконуватися, наприклад, мінімальні витрати на проект).

### 3.3 Постановка задачі дослідження

Існують такі відомості про виконавців:

– кількість та склад ІТ-команд в компанії;  
– ефективність виконання проектів для кожної команди. Ефективність залежить від рівня володіння технологіями, кваліфікації, досвіду роботи і т. д. (наприклад, швидкість роботи, трудомісткість, зарплата).

Існує така інформація про проекти:

– опис та складність проекту, пріоритизація;

– вартість, яку замовник готовий заплатити за проект;

– час початку проекту;

– термін виконання проекту (тривалість);

– проекти бувають зовнішні і внутрішні.

Зовнішні проекти обов'язкові до виконання, внутрішні - не обов'язкові.

Планування часу:

– команда не може починати проект, не закінчивши попередній проект.

– переривання процесу обслуговування заявки ІТ-командою заборонено.

– кожна ІТ-команда одночасно виконує не більше одного проекту, для кожного проекту його виконання повинне починатися не раніш, ніж завершиться виконання на попереднім етапі.

При створенні плану необхідно обов'язково враховувати такі фактори та обмеження, як тривалість виконання робіт, обмеження використання ресурсів (особливо трудових в ІТ-проектах), взаємозв'язок та послідовність завдань, а також особливості виконання та реалізації робіт. Цей розподіл вирішується за допомогою чіткого опису параметрів кожної окремої роботи в умовах-обмеженнях моделі.

Необхідно оптимізувати план виконання замовлень:

– найефективнішим способом виконати найбільшу кількість ІТ-проектів, призначивши кожній команді-розробників свої проекти на заданому проміжку часу. Іншими словами, потрібно оптимально розподілити між командами проекти, беручи до уваги персональні можливості кожної команди. Під оптимальним розподілом будемо розуміти максимальне завантаження команд проектами та мінімальні сумарні витрати на проекти.

– мінімізувати сумарні витрати на проект.

Сформульована постановка задачі оптимізації управління ІТ-командами задає цілком визначений шлях побудови математичної моделі для управління проектами на ІТ-підприємстві (шляхом зміни вербальної моделі до математичної форми).

### 4. Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямі

У ході дослідження був проведений аналіз наукової літератури, для моделювання управління людськими ресурсами в ІТ-компанії. Результатом проведеного аналізу став висновок, що не дивлячись на переваги всіх вище перерахованих методів математичного моделювання, жоден з них у чистому виді не дозволяє побудувати математичну модель необхідної деталізації. Методи та моделі, спрямовані на вирішення проблем моделювання ІТ-підприємства, можуть подавати проблему в надмірно узагальненому вигляді або, навпаки, деталізувати її в надмірну складність, ускладнюючи вибір вхідних даних.

При проведенні аналізу функціонування ІТ-підприємства були проаналізовані системи

зовнішніх та внутрішніх показників з позиції розв'язуваного завдання. Побудована вербальна модель розподілу ІТ-проектів по командах з урахуванням фактору часу, в рамках якої сформульована система базисних понять та уявлень, що дозволяє пов'язати воедино з використанням загальноприйнятих лінійних оптимізаційних моделей динамічну постановку задачі. Це дозволить знайти оптимальні рішення для завдань розподілу ІТ-проектів по командах на певний період часу.

Наступним кроком даного дослідження буде побудова математичної моделі для сформульованої в даному дослідженні постановки задачі. Планується побудувати багатокритеріальну динамічну модель розподілу ІТ-проектів по командах з урахуванням фактору часу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вибір методу розв'язання моделі та на реалізацію побудованої математичної моделі інструментальними засобами.

#### Список використаної літератури

1. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посібник. / К. О. Сорока. Харків : ХДАМГ, 2004. 291 с.
2. Івченко І.Ю. Математичне програмування: навч. посібник. К.: ЦУЛ, 2007. 232 с.
3. Математичне та комп'ютерне моделювання економічних процесів: [монографія] / З. М. Соколовська, В. М. Андрієнко, І. Ю. Івченко [та ін.]; за заг. ред. З. М. Соколовської. Одеса: Астропринт, 2016. 308 с.
4. Перспективи розвитку інформаційних технологій в Україні. [Електронний ресурс] URL: [http://www.rusnauka.com/17\\_AND\\_2010/Informatica/68784.doc.htm](http://www.rusnauka.com/17_AND_2010/Informatica/68784.doc.htm).
5. Івченко І. Ю., Будорацька Т.Д. Розробка моделі розподілу ІТ-проектів на підприємствах галузі інформаційних технологій //Маркетинг і цифрові технології – ТЕС: Одеса Том 2, №3, 2018, С. 64-76 URL: [http://mdt-opu.com.ua/files/download/mdt2.3.2018-16.09\\_1.pdf](http://mdt-opu.com.ua/files/download/mdt2.3.2018-16.09_1.pdf)
6. Яхно В. М. Математична модель та метод аналізу узагальненої задачі календарного планування / В. М. Яхно // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей III-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (10 жовтня 2019 р., м. Київ) / відп. за вип. М. А. Зенкін. Київ : КНУТД, 2019. С. 106-107.
7. Hrypynska N.V., Dykha M.V., Korkuna N.M., Tsehelyk H.H. Applying dynamic programming method to solving the problem of optimal allocation of funds between projects. Journal of Automation and Information Sciences. 2020. 52 (1), P. 56–64. <http://www.dl.begellhouse.com/-ru/journals/2b6239406278e43e,75d55a6a64148f84,344c557a386fd328.html>.
8. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 336 с.
9. Сазонець І. Л., Ковшун Н. Е. Управління науковими проектами, Київ: «Центр учбової літератури», 2021. 208 с.
10. Боровік О. В. Дослідження операцій в економіці : навч. посіб. / К. : Центр навчальної літератури, 2007. 424 с.
11. Моделі і методи прийняття управлінських рішень: навч. посіб. для студентів ВНЗ / К. Ф. Ковальчук [та ін.] ; Нац. металург. акад. України. Дніпропетровськ: Герда, 2014. 115 с.
12. Любченко В. В. Алгоритм знаходження парето-оптимального рішення задачі наступного релізу / В. В. Любченко, Є. В. Берлізов // Електротехнические и компьютерные системы. 2015. № 19. С. 165-168. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks\\_2015\\_19\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks_2015_19_38)
13. Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Miroslava Gladka. Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature. Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. Pp. 59-63 DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357. Видання індексовано в Scopus
14. Гладка, Мирослава Вікторівна. Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в ІТ проектах в умовах невизначеності [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.22 / Гладка Мирослава Вікторівна ; Нац. трансп. ун-т. Київ, 2021. 25 с.
15. Коробова М. В. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів / М. В. Коробова, І. М. Ляшенко, А. М. Столяр. Тернопіль : “Навчальна книга – Богдан”, 2006. 304 с.
16. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. М34 Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. К. : НАУ, 2017. 392 с.

17. Dudnyk, O., Sokolovska, Z. (2022). Application of Fuzzy Expert Systems in IT Project Management. In M. Mircea, & T. M. M. Nguyen (Eds.), *Project Management - New Trends and Applications*. IntechOpen.
18. Дудник Олексій, Соколовська Зоя, "Devising a technology for managing outsourcing IT-projects with the application of fuzzy logic" // *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies (Scopus)*, DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224529, <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224529>, Indexing: Scopus, CrossRef, American Chemical Society, EBSCO, Index Copernicus, MIAR, CNKI, Ulrich's Periodical Directory, Neliti, Ifindr, BASE, WorldCat, Polska Bibliografia Naukowa
19. Дудник Олексій, Зоя Соколовська, "Forecasting development trends in the information technology industry using fuzzy logic" // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1, 74–85 (2023). (Scopus) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.267906>, Indexing: Scopus, CrossRef, American Chemical Society, EBSCO, Index Copernicus, MIAR, CNKI, Ulrich's Periodical Directory, Neliti, Ifindr, BASE, WorldCat, Polska Bibliografia Naukowa

### References

1. Soroka K. O. *Fundamentals of systems theory and system analysis: teaching. manual.* / K. O. Soroka. Kharkiv: KhDAMG, 2004. 291 p.
2. Ivchenko I.Yu. *Mathematical programming: education. manual.* K.: TsUL, 2007. 232 p.
3. *Mathematical and computer modeling of economic processes: [monograph]* / Z. M. Sokolovska, V. M. Andrienko, I. Yu. Ivchenko [and others]; in general ed. Z. M. Sokolovska. Odesa: Astroprint, 2016. 308 p.
4. *Prospects for the development of information technologies in Ukraine.* [Electronic resource] URL: [http://www.rusnauka.com/17\\_AND\\_2010/Informatica/68784.doc.htm](http://www.rusnauka.com/17_AND_2010/Informatica/68784.doc.htm).
5. Ivchenko I.Yu., Budoratska T.D. *Development of a model for the distribution of IT projects at enterprises in the field of information technologies //Marketing and digital technologies - TES: Odesa Volume 2, No. 3, 2018, P. 64-76* URL: [http://mdt-opu.com.ua/files/download/mdt.2.3.2018-16.09\\_1.pdf](http://mdt-opu.com.ua/files/download/mdt.2.3.2018-16.09_1.pdf)
6. V. M. Yakhno *Mathematical model and method of analysis of the generalized problem of calendar planning* / V. M. Yakhno // *Mechatronic systems: innovations and engineering: abstracts of reports of the III International. science and practice*

conf. (October 10, 2019, Kyiv) / resp. for issue M. A. Zenkin. Kyiv: KNUTD, 2019. P. 106-107.

7. Hrypynska N.V., Dykha M.V., Korkuna N.M., Tsehelyk H.H. *Applying dynamic programming method to solve the problem of optimal allocation of funds between projects.* *Journal of Automation and Information Sciences*. 2020. 52 (1), P. 56–64. <http://www.dl.begellhouse.com/-ru/journals/2b6239406278e43e,75d55a6a64148f84,344c557a386fd328.html>.

8. Voloshyn O.F., Mashchenko S.O. *Decision-making models and methods.* K.: Kyiv University Publishing and Printing Center, 2010. 336 p.

9. I. L. Sazonets, N. E. Kovshun. *Management of scientific projects,* Kyiv: "Center for Educational Literature", 2021. 208 p.

10. Borovik O. V. *Research of operations in the economy: academic. manual* / K.: Center of educational literature, 2007. 424 p.

11. *Models and methods of management decision-making: training. manual for university students* / K.F. Kovalchuk [and others]; National metallurgist. Acad. of Ukraine. Dnipropetrovsk: Gerda, 2014. 115 p.

12. V. V. Lyubchenko *Algorithm for finding the Pareto-optimal solution to the problem of the next release* / V. V. Lyubchenko, E. V. Berlizov // *Elektrotehnicheskie i kompyuternye sistemy*. 2015. No. 19. P. 165-168. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks\\_2015\\_19\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks_2015_19_38)

13. Regina Boyko, Dmitriy Shumyhai, Miroslava Gladka. *Concept, Definition and Use of an Agent in the Multi-agent Information Management Systems at the Objects of Various Nature.* *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland.* pp. 59-63 DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0> Series ISSN: 2194-5357. The publication is indexed in Scopus

14. Hladka, Myroslava Viktorivna. *Models and methods of multi-agent distribution of labor resources in IT projects under conditions of uncertainty* [Text]: autoref. thesis ... candidate technical Sciences: 05.13.22 / Hladka Myroslava Viktorivna; National transp. Univ. Kyiv, 2021. 25 p.

15. Korobova M. V. *Fundamentals of mathematical modeling of economic, ecological and social processes* / M. V. Korobova, I. M. Lyashenko, A. M. Stolyar. Ternopil: "Textbook - Bohdan", 2006. 304 p.

16. Pavlenko P. M., Filonenko S. F., Cherednikov O. M., Treytyak V. V. M34

Mathematical modeling of systems and processes: teaching manual K.: NAU, 2017. 392 p.

17. Dudnyk, O., Sokolovska, Z. (2022). Application of Fuzzy Expert Systems in IT Project Management. In M. Mircea, & T. M. M. Nguyen (Eds.), Project Management - New Trends and Applications. IntechOpen.

18. Oleksiy Dudnyk, Zoya Sokolovska, "Devising a technology for managing outsourcing IT-projects with the application of fuzzy logic" // Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies (Scopus), DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224529, <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224529>, Indexing: Scopus, CrossRef,

American Chemical Society, EBSCO, Index Copernicus, MIAR, CNKI, Ulrich's Periodical Directory, Neliti, Ifindr, BASE, WorldCat, Polska Bibliografia Naukowa

19. Oleksiy Dudnyk, Zoya Sokolovska, "Forecasting development trends in the information technology industry using fuzzy logic" // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 1, 74–85 (2023). (Scopus) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.267906>, Indexing: Scopus, CrossRef, American Chemical Society, EBSCO, Index Copernicus, MIAR, CNKI, Ulrich's Periodical Directory, Neliti, Ifindr, BASE, WorldCat, Polska Bibliografia Naukowa

## MODELING OPTIMIZATION TASKS IN IT PROJECT MANAGEMENT

I. Yu. Ivchenko<sup>1</sup>, I. L. Mykheliev<sup>2</sup>, T. A. Farionova<sup>2</sup>, N. R. Knyrik<sup>2</sup>, O. I. Marshak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Odessa National Polytechnic University

<sup>2</sup>Admiral Makarov National University of Shipbuilding

**Abstract.** *The article focuses on exploring mathematical models for optimizing business processes in project management within IT companies in the context of contemporary trends and challenges. Project management involves the process of guiding and coordinating people's activities, as well as managing material and financial resources throughout the project's lifecycle. This process encompasses applying modern management methods and techniques to achieve project goals. The dynamic allocation modeling of IT projects among teams to ensure high-quality development at maximum efficiency with minimal costs is a pertinent task in IT project management.*

*The article's objective is to select a mathematical framework for decision-making regarding the optimal IT project management program to enhance the efficiency of each IT team and the entire IT company.*

*The research involved an analysis of scientific literature on modeling project management in IT companies. The article proposes focusing on developing dynamic multi-criteria optimization models for human resource management, emphasizing the distribution of IT projects among executing teams. The research aims to elevate the strategic and operational levels of IT personnel management to achieve optimal outcomes in information technology.*

*The analysis concludes that despite the advantages of various mathematical modeling methods, none of them in isolation allows for constructing a sufficiently detailed mathematical model. Methods and models addressing IT enterprise modeling problems may oversimplify the issue or, conversely, overly complicate it, complicating the selection of input data.*

*The functioning of the IT enterprise was analyzed through the lens of external and internal indicators concerning the solved task. A verbal model of IT project distribution among teams, considering the time factor, was developed. This model formulated a system of basic concepts and ideas, allowing the dynamic formulation of the problem using widely accepted linear optimization models. This will facilitate finding optimal solutions for IT project distribution tasks over a specific period.*

*Future research should focus on selecting a solution method for the model and implementing the constructed mathematical model using appropriate tools. The research findings presented can serve as a basis for further academic exploration and practical application in the field of IT project management.*

**Keywords:** *modeling, optimization, business processes, project management, labor resources, IT projects.*

Отримано 18.03.2024



**Івченко Ірина Юріївна**, Національний університет «Одеська політехніка», кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій, E-mail: [i.y.ivchenko@op.edu.ua](mailto:i.y.ivchenko@op.edu.ua), тел. +38-093-486-54-28  
**Iryna Ivchenko**, Odessa Polytechnic National University, PhD in Economics, Associate Professor, Department of Economic Cybernetics and Information Technology, Shevchenka ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044, E-mail: [i.y.ivchenko@op.edu.ua](mailto:i.y.ivchenko@op.edu.ua), ph.: +38-093-486-54-28

**ORCID ID:** <http://orcid.org/0000-0002-1977-0342>

Research Gate: <https://www.researchgate.net/profile/Iryna-Ivchenko>



**Михелєв Ігор Леонідович**, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій, E-mail: [igor.michelev@nuos.edu.ua](mailto:igor.michelev@nuos.edu.ua); тел. +38 (067) 995-53-80

**Ihor Mykheliev**, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor, Department of Information Control Systems and Technology, Heroes of Ukraine ave., Mykolayiv, Ukraine, 54007, E-mail: [igor.michelev@nuos.edu.ua](mailto:igor.michelev@nuos.edu.ua) , ph.: +38 (067) 995-53-80

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-9579-6547>

Web of Science: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/624348>



**Фаріонова Тетяна Анатоліївна**, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем, e-mail: [tetyana.farionova@nuos.edu.ua](mailto:tetyana.farionova@nuos.edu.ua), тел. +38-067-235-67-00

**Tetyana Farionova**, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Software for Automation System, Geroiv Ukrainy ave., 9, Mykolaiv, Ukraine, 54007, E-mail: [tetyana.farionova@nuos.edu.ua](mailto:tetyana.farionova@nuos.edu.ua) , ph.: +38-067-235-67-00

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0003-3384-4712>

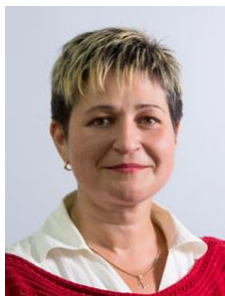
Research Gate: <https://www.researchgate.net/profile/Tetyana-Farionova>



**Книрик Наталя Ромуальдівна**, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій пр. Героїв України, 9, м. Миколаїв, Україна, 54025, E-mail: [natalya.knyrik@nuos.edu.ua](mailto:natalya.knyrik@nuos.edu.ua) , тел. +38-093-819-66-52

**Natalia Knyrik**, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Control Systems and Technologies, Heroyiv Ukrainy Ave., 9, Mykolaiv, Ukraine, 54025, E-mail: [natalya.knyrik@nuos.edu.ua](mailto:natalya.knyrik@nuos.edu.ua) , ph.: +38-093-819-66-52

**ORCID ID:** <http://orcid.org/0000-0002-9137-7625>



**Маршак Олена Іллівна**, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова; старший викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій пр. Героїв України, 9, м. Миколаїв, Україна, 54025; E-mail: [olena.marshak@nuos.edu.ua](mailto:olena.marshak@nuos.edu.ua); тел. +38-063-146-32-53

**Olena Marshak**, Admiral Makarov National Shipbuilding University, senior lecturer of the department of information management systems and technologies; Heroyiv Ukrainy Ave., 9, Mykolaiv, Ukraine, 54025, E-mail: [olena.marshak@nuos.edu.ua](mailto:olena.marshak@nuos.edu.ua), ph.: +38-063-146-32-53

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0003-4166-6207>