

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАВОРОТНИЙ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ



УДК 004.942:625:7/8

**МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ТА ТРИВАЛІСТЮ
ПРОЕКТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УМОВАХ
НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

05.13.22 – управління проектами і програмами

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Харченко Анна Миколаївна,
Національний транспортний університет,
доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Криворучко Олена Володимирівна,
Київський національний торговельно-економічний університет, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки;

кандидат технічних наук, доцент
Кульбовський Іван Іванович,
Державний університет інфраструктури та технологій,
доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій транспорту.

Захист відбудеться «21» квітня 2021 р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.01 у Національному транспортному університеті за адресою: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, ауд. 333.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42.

Автореферат розіслано «19» березня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.І. Мельниченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основна мережа автомобільних доріг України була сформована 60 – і – 70-і роки минулого століття, в період найбільш активного становлення дорожньої галузі Радянського Союзу. Найвищі темпи будівництва спостерігалися в 1971-1973 роки – за цей час було збудовано 18,1 тис. км автомобільних доріг. Але, після 1986 року будівництво доріг почало скорочуватися і до кінця 1991 року темпи будівництва становили 2,45-3 тис. км за рік, а в останні роки – скоротились до 1,85 тис. км за рік.

На балансі Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодору) станом на 2020 рік перебуває мережа автомобільних доріг загального користування протяжністю 169,1 тис. км, з яких 20,1 тис. км – це дороги державного значення. Проте, слід зазначити, що забезпеченість автомобільними дорогами в Україні найнижча серед країн Європи. Також велику стурбованість викликає стан автомобільних доріг – близько 65 % працюють на межі допуску, а середня швидкість на цих дорогах не більше 32 км/год. в той час, коли в країнах Європи – 57 км/год. Дороги державного значення не відповідають сучасним вимогам технічного стану на 39,2% – за показником міцності та на 51,1% – за рівністю.

В умовах обмеженого фінансування і нестабільної економіки головна увага поступово переміщується до експлуатаційного утримання доріг. Внаслідок цього фаза експлуатаційного утримання в життєвому циклі інфраструктурного проекту починає відігравати ключову роль функціонування дорожнього господарства і має безпосередню матеріальну цінність для суспільства, як і в інших країнах Європи. З цієї позиції виникає необхідність розгляду процесів управління вартістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг в контексті теорії управління проектами.

Розвитком теоретико-методологічної бази управління проектами у свій час займалися С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, А.О. Білощицький, В.І. Воропаєв, О.Б. Данченко, П.Р. Левковець, Т.А. Воркут, С.В. Цюцюра, О.В. Криворучко, І.І. Кульбовський, Ю.С. Грисюк, І.В. Кононенко, В.І. Максимова, А.І. Рибак, В.Б. Силова, Є.К. Корноушенко, О.Г. Тімінський, В.І. Прангшвілі, І.В. Чумаченко, Ю.М. Тесля, Долорес Шервуд Стайгер, Паула Мартін, Карел Тейт, Л.А. Заде та інші. Поглибленим вивченням управління процесами вартості та тривалості проектів займалися Р.М. Вайдман, М.Л. Разу, І.І. Мазур, В.Д. Шапіро, Н.Г. Ольдерогге, Д.З. Милошевич, В.А. Рач та їх послідовники. Інфраструктурні проекти з позиції теорії управління проектами розглядали С.Д. Бушуєв, Д.А. Бушуєв, Б.Ю. Козир, О.Б. Зачко, А.І. Лантух-Лященко, О.П. Канін, В.О. Хрутьба, А.М. Харченко, О.О. Давиденко та ін.

Слід зазначити, що розгляду процесів управління вартістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг, які засновані на кінцевих показниках (показниках якості), приділена недостатня увага в науковому середовищі. Враховуючи можливості управління вартістю та тривалістю дорожньою організацією відповідати рівню складності і якості робіт з експлуатаційного утримання шляхом моделювання процесів, тобто, є можливість адекватно обґрунтувати виробничу потужності організації виконавця, а також створити здорову конкуренцію і

забезпечити якість на тривалій термін, без втрат як зі сторони замовника, так і підрядника. Таким чином, актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг в умовах невизначеності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Наукові результати роботи одержані в процесі виконання:

- плану науково-дослідних робіт Національного транспортного університету «Удосконалення системи управління станом автомобільних доріг та методів їх оцінки» (РК 0116U002491);

- плану науково-дослідних робіт Державного агентства автомобільних доріг України «Провести дослідження та розробити національні стандарти щодо експлуатаційних рівнів обслуговування елементів автомобільних доріг та їх обґрунтування при реалізації довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування» (договір № 98-17, РК 0117U005111).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг в умовах невизначеності, що ґрунтується на теорії графів із застосуванням генетичних алгоритмів.

Для досягнення мети дисертаційного дослідження були поставлені такі **задачі**:

- провести дослідження проблем обґрунтування вартості та тривалості проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг, визначити сучасні вітчизняні та зарубіжні підходи до управління вартістю та тривалістю таких проектів;

- розробити факторіальну модель управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках;

- розробити модель оптимізації часу, вартості та якості контрактів на основі розподілу ресурсів для їх реалізації;

- запропонувати методичний підхід до забезпечення процесів формування оптимального складу параметрів моделі управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг;

- розробити практичні рекомендації для удосконалення програмного забезпечення реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг на основі моделювання процесів управління вартістю та тривалістю проектів у дорожній галузі.

Об'єкт дослідження – проекти (довгострокові контракти) на експлуатаційне утримання автомобільних доріг.

Предмет дослідження – процес управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг.

Методи дослідження – підходи теорії управління проектами (визначення предметної області вирішення прикладної задачі в контексті стандартів управління проектами); аналітичні (проведення теоретико-практичного аналізу методів оптимізації); теорії систем та системного аналізу (визначення вагомих параметрів та факторів впливу на модель); моделювання (вивчення процесу оптимізації відношення «час-вартість» із застосуванням генетичних алгоритмів, базуючись на теорії графів);

порівняння (виконання зіставлень результатів моделювання).

Наукова новизна:

Основний науковий результат дисертації полягає у розробці моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг, які реалізуються у фазі експлуатаційного утримання життєвого циклу інфраструктурного проекту.

Вперше:

- розроблено модель управління вартістю, якістю та тривалістю проектів автомобільних доріг на підставі теорії графів із застосуванням генетичних алгоритмів, яка дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо співвідношення тривалості, якості та вартості довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання доріг;

- запропоновано використання основних положень так званого «срібного трикутника» у якості методичного підходу до процесів формування параметрів моделі управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг;

Удосконалено:

- модель обґрунтування вартості та тривалості на стадії ініціації проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, яка на відміну від попередніх заснована на завданому передпроектному рівні якісних показників;

- метод визначення тривалості проектів автомобільних доріг, який на відміну від існуючих доповнено коефіцієнтами впливу, що дозволяє варіювати тривалість проекту залежно від зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на час його реалізації;

Отримали подальший розвиток:

- математична модель обґрунтування рівня обслуговування автомобільних доріг при реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках;
- окремі алгоритмізовані рішення для вдосконалення програмного комплексу реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

Практичне значення отриманих результатів:

Дисертаційна робота отримала такі практичні результати:

- Розроблена модель управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг, яка дозволяє оптимізувати процес обґрунтування розподілу фінансових ресурсів між проектами фази експлуатаційного утримання життєвого циклу автомобільних доріг.

- Результати дослідження були основою для розробки ДСТУ 8992:2020 «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування під час експлуатаційного утримання» та ДСТУ 8993:2020 «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування під час експлуатаційного утримання».

- Отримані результати впроваджено в: Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор); ТОВ «Науково-технічна компанія «Дорекспо»»; ТОВ «Торговий дім Арон».

Особистий внесок здобувача.

Отримані автором результати теоретичних досліджень, які виносяться на

захист, відображені в публікаціях, що оприлюднені у фахових виданнях та виданнях іноземних держав. У публікаціях [1, 3-5, 7, 10-12] автором визначено основні фактори, що впливають на час, вартість і якість в проектах експлуатації автомобільних доріг; досліджено основні методи і моделі оптимізації відношення «час-вартість» в управлінні проектами автомобільних доріг [2, 6, 13-16]. За результатами досліджень [8, 9, 17-21] було розроблено модель управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг на прикладі реалізації довгострокових контрактів з їх експлуатаційного утримання.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Національного транспортного університету №№ 72-76 в 2016-2020 рр.; на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: Інновації, Нелінійність, Синергетика» в 2015 р., на XIII Міжнародній конференції «Управління проектами у розвитку суспільства» в 2016 р., на XII Міжнародній науковій конференції «Наука та освіта. Секція: проблем економіки і управління» в 2018 р., на конференції «Сучасні тренди підготовки фахівців з управління проектами та програмами» в 2018 р., на I Міжнародній науково-практичній конференції «Наука. Інновації. Якість» (SIQ) в 2020 р., на XII всеукраїнській заочній науково – практичній конференції «Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії» в 2020 р.

Публікації. Основний зміст дисертаційної роботи викладено у 21 публікації: 1 стаття у виданні іноземної держави, яке включено до міжнародної наукометричної бази, 8 статей у фахових виданнях, 12 праць апробаційного характеру. За матеріалами дисертаційних досліджень отримано 3 охоронних документів (свідоцтва України про реєстрацію авторського права).

Структура дисертації. Дисертація включає вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел із 163 найменувань та трьох додатків. Основний текст викладений на 173 сторінках. Текст ілюструється 54 рисунками і містить 32 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** визначено актуальність досліджень; приведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами; обґрунтовано мету, задачі, об'єкт, предмет, наукову новизну та методи дослідження; наведені отримані практичні результати, особистий внесок здобувача та подано інформацію про апробацію результатів та основні публікації за темою дисертації.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений проблемам обґрунтування вартості та тривалості проектів автомобільних доріг. В розділі розглянуто види проектів та контрактів на дорожньо-ремонтні роботи та проблеми обґрунтування їх основних параметрів. Автором доведено важливість віднесення сфери управління експлуатацією автомобільних доріг до проблемної області управління проектами. В цьому полягає резерв підвищення ефективності використання дорожньої інфраструктури та її збереження.

Введено поняття проекту експлуатаційного утримання автомобільної дороги з

точки зору теорії управління проектами, який визначається сукупністю всіх взаємопов'язаних процесів, що ініціюються та протікають у фазі експлуатації автомобільної дороги, за допомогою впливу на які, шляхом застосування методів управління, розв'язується завдання в досягненні поставленої цілі – обґрунтування якості, тривалості та вартості, при завданих ресурсних обмеженнях.

За основний напрямок подальших досліджень прийнято вивчення процесів управління вартістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг, які базуються на кінцевих показниках якісного стану.

У другому розділі виконані теоретичні дослідження методів та моделей оптимізації часу та вартості проектів, зокрема, розглянуті підходи Каніна О.П., Ігнатюк В.В., Kelly E., James Jr., Hendrickson C., Pagnoni A., Butcher W.S., Robinson D. R., Moselhi El., Rayes K., Elmaghraby S. E., De P., Dunne E. J., Wells C. E., Mayer W. L., Shaffer L.R., Patterson J. H., Huber D., Burns S.A., Liu L., Feng C.W., Fondahl J. W., Prager W., Siemens N., Moselhi O., Hegazy T., Shabeeb A.K., Elbeitagi E., Cheema T., Zheng H., Li H., Tan C.M., Li H., Love P., Hegazy T., Chen P.H., Weng H. A., Narayanan A.S., Suribabu C.R., Yang I.T., Xiong Y., Kuang Y., Ng S.T., Zhang Y., Geem Z. W., Shrivastava R., Singh S., Dubey G.C., Sultana P., Surajit K. S.

Виконане дослідження наукових праць дозволило зробити узагальнення сучасного стану проблеми управління процесами часу та вартості проектів, а також виявило необхідність врахування параметру «якість» в моделі обґрунтування вартості та тривалості на стадії ініціації проектів. В результаті автором запропоновано використання основних положень так званого «срібного трикутника» у якості методичного підходу до процесів формування параметрів моделі управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

Автором проаналізовано праці М. Барнса, Р.М. Вайдмана, М.Л. Разу, І.І. Мазур, В.Д. Шапіро, Н.Г. Ольдерогге, Д.З. Милошевича, В.А. Рача та інших дослідників, які вивчали параметри моделі «срібного трикутника» та розроблено факторіальну модель управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках (рис.1).

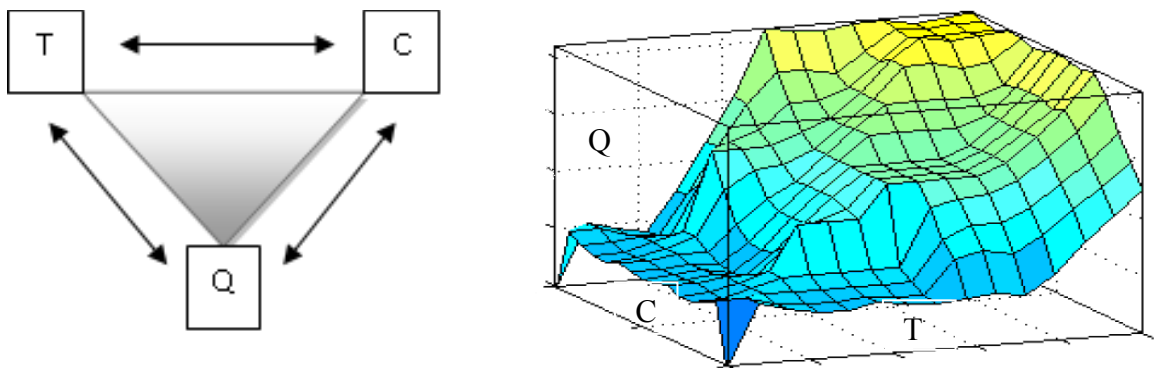


Рисунок 1 – Графічна модель взаємозв'язку часу, вартості та якості контрактів за «срібним трикутником» (TCQ)

У третьому розділі розглянуто побудову моделі управління вартістю, якістю та тривалістю проектів автомобільних доріг на підставі теорії графів із застосуванням генетичних алгоритмів, яка дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо співвідношення тривалості, якості та вартості довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання доріг.

Запропоновано принципову схему застосування генетичного алгоритму (рис. 2) та структуру хромосоми з описом переходу на другий рівень (табл.1).

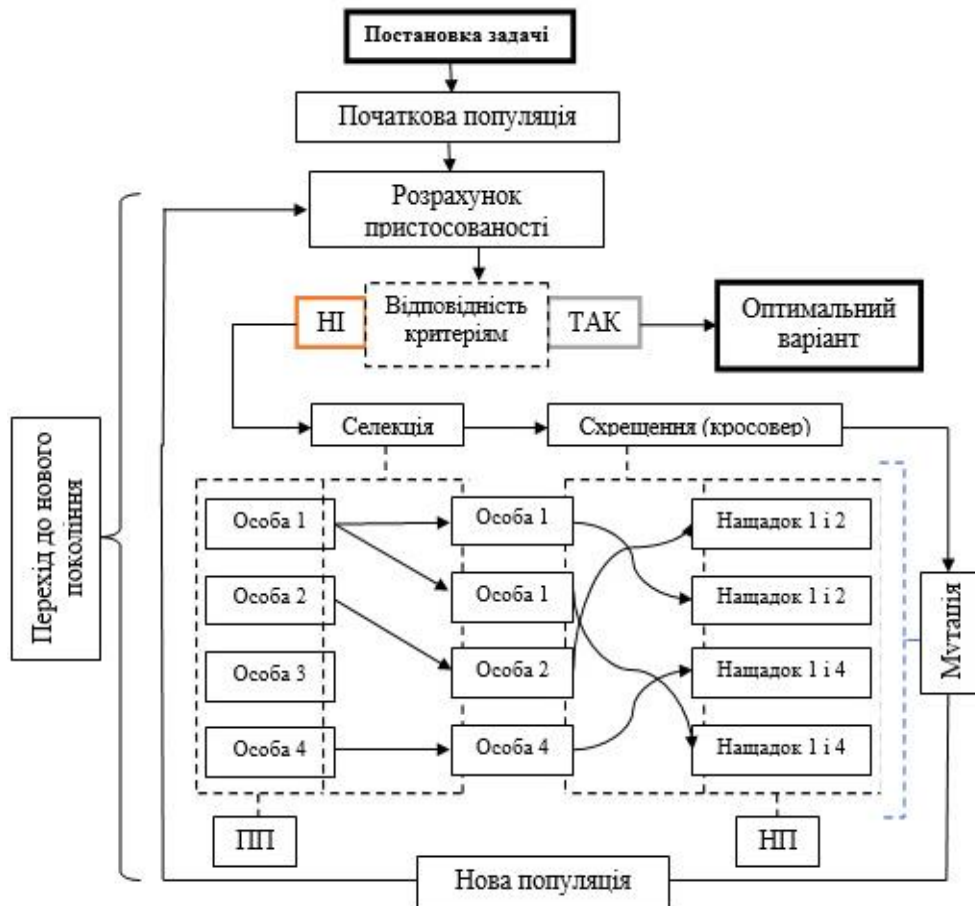


Рисунок 2 – Принцип роботи генетичного алгоритму

Кожна хромосома являє собою спосіб вирішення задачі і формується у вектор випадкових ключів (чисел). Кожне рішення закодоване, як початкова хромосома (перший рівень) i має $mn+n$ генів, де n – кількість дорожніх активів, а m – кількість режимів виконання.

Перехід між першим та другим рівнями полягає у виборі варіанту дорожньо-ремонтних робіт t_j для кожної діяльності j для кожного активу. Внаслідок переходу отримуємо хромосому, яка складається з $2n$ генів (другий рівень). В даному випадку не враховуються вимоги до типу, кількості та якості ресурсів, які необхідні для реалізації задачі.

Декодування виконується за допомогою формули (1):

$$PRIORIT_j = \frac{LLP_j}{LCP} \times \left[\frac{1+gene_{mj}}{2} \right], \quad (1)$$

де LLP_j – є найдовшим шляхом від початку роботи j до кінця контракту; LCP – довжина критичного шляху контракту; m_j – є вибраним режимом роботи j ; $j = 1, \dots, n$.

Таблиця 1 – Структура хромосоми та перехід на другий рівень

Рівень перший			Перехід	Рівень другий		
Робота 1	Режим 1	Ген $_{11}$	1	Робота 1	Режим 1	Ген $_{11}$
	Режим 2	Ген $_{12}$			Затримка 1	Ген $_{1m+1}$
				
	Режим m	Ген $_{1m}$				
	Затримка 1	Ген $_{1m+1}$				
Робота 2	Режим 1	Ген $_{21}$	1	Робота 2	Режим 2	Ген $_{22}$
	Режим 2	Ген $_{22}$				
				
	Режим m	Ген $_{2m}$				
	Затримка 2	Ген $_{2m+1}$				
.....	
Робота n	Режим 1	Ген $_{n1}$	1	Робота n	Режим 1	Ген $_{n1}$
	Режим 2	Ген $_{n2}$				
				
	Режим m	Ген $_{nm}$				
	Затримка n	Ген $_{nm+1}$				

Примітка: 1 – ген обирається за найвищим пріоритетом; 2 – автоматично переходить на другий рівень.

Ген $_{jm+1}$ тривалості затримки при плануванні робіт. Тривалість затримки, які потрібні для кожного виду робіт, визначається за допомогою формули (2):

$$Delay\ time = gene_{jm+1} \times 1,5 \times MaxDur, \quad (2)$$

де $MaxDur$ – максимальна тривалість всіх видів робіт; 1,5 – коефіцієнт затримки (визначається експериментально).

Схема генерування розкладу (СГР) є основою більшості евристичних підходів. В дослідженні запропоновано використовувати пропорційну модель (колесо рулетки). Для даного підходу характерний стохастичний відбір претендентів. Якщо f_i – придатність індивідуума i до популяції, його ймовірність обрання визначається за допомогою формули (3):

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}, \quad (3)$$

де $i = 1, \dots, n$.

Після відбору претендентів схрещення проходить між заново відібраними (відтвореними) хромосомами випадковим чином. Оператор мутації застосовується до

кожного нащадка популяції із заздалегідь визначеною ймовірністю, яка в дослідженні прийнята 5%.

Не звертаючи увагу на складність налаштування параметрів генетичного алгоритму, за допомогою даного методу отримано гарні результати: розмір популяції – 5 x кількість видів діяльності; ймовірність мутації – 0,05; 1% попередніх хромосом переходять в наступного покоління; критерій зупинки - 50 поколінь.

Об'єктивність оцінки та перевірка ефективності даного методу виконана за допомогою порівняння з схожими методами інших провідних спеціалістів з генетичного алгоритмування Gen M., Cheng R., Zheng D. X.M., Ng, S.T. та Kumaraswamy M.M., шляхом проведення оптимізації реальної задачі (рис.3).

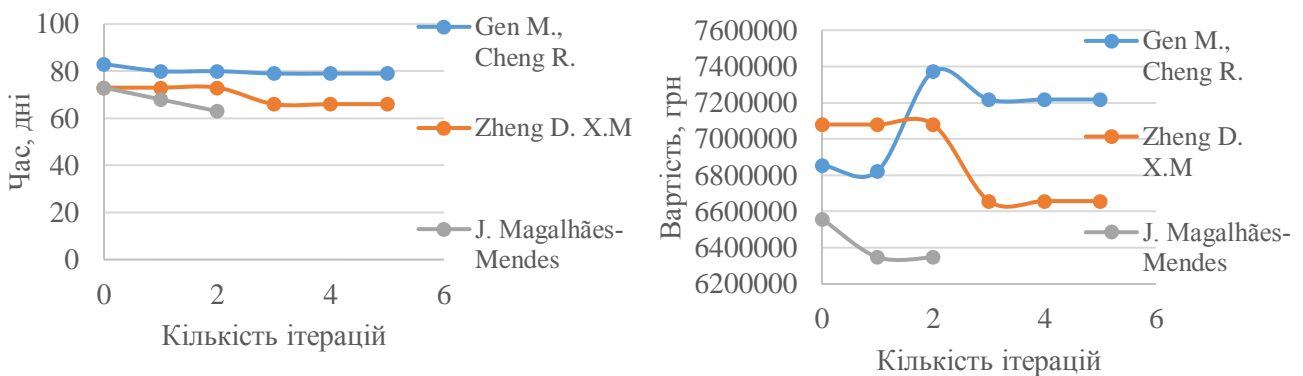


Рисунок 3 – Апробація запропонованого удосконаленого методу

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що удосконалений метод вже на 3 покоління дає кращі результати ніж інші методи.

Найбільшими викликами щодо реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг є підбір раціональних параметрів виходячи з впливу різного роду факторів, іншими словами – здійснення оптимізації параметрів «срібного трикутника» проекту експлуатаційного утримання доріг.

Цільову функцію, що визначає час, можна виразити за допомогою формули:

$$\text{Min } T = \max_{L_p \in L} \sum_{i \in L_p} \sum_{j=1}^{M_j} d_{ij} x_{ij}, \quad (4)$$

де d_{ij} – тривалість i -тої роботи при виконанні j -го варіанту;

x_{ij} – індексна змінна активності i -тої роботи при виконанні j -го варіанту. Якщо $x_{ij} = 1$, тоді діяльність i виконує j варіант, якщо $x_{ij} = 0$ – діяльність i виконується; L – це набір усіх можливих шляхів мережі $\{1, 2, \dots, p\}$; L_p – послідовність дій на p -му шляху; m_i – номер варіанту підряду для діяльності i , для $i = 1, \dots, N$.

Вартість проектів складається з прямих (всі витрати в рамках проекту) та непрямих витрат (витрати на підчас реалізації проекту).

Цільову функцію, що відображає загальну вартість проекту, можна виразити за допомогою формули (5):

$$\text{Min } C = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{m_j} c_{ij} + IC \times T, \quad (5)$$

де c_{ij} – вартість i -тої роботи j -го варіанту; IC – непрямі витрати робіт, що приходяться на один день.

Визначення кількісної оцінки якості є дуже складною задачею. Цільова функція, що виражає якість проекту, може бути виражена за допомогою формули (6):

$$\text{Max } Q = \sum_{i=1}^N w_{ti} \sum_{l=1}^L w_{ti,l} g_{i,j,l} x_{ij}, \quad (6)$$

де $g_{i,j,l}$ – показник якості роботи l в роботі i , використовуючи j -ий варіант використання ресурсів; $w_{ti,l}$ – кількісне значення показника якості (l) порівняно з іншими показниками в роботі i ; w_{ti} – значення роботи i порівняно з іншими видами робіт проекту.

В роботі запропоновано здійснювати багатоцільову оптимізацію моделі за двома методами. Цільова функція за першим методом визначається за формулою (7):

$$\text{Min } Z = \left[W_t * \left[\frac{T - T_{\min} + \gamma}{T_{\max} - T_{\min} + \gamma} \right] + W_c * \left[\frac{C - C_{\min} + \gamma}{C_{\max} - C_{\min} + \gamma} \right] + W_q * \left[\frac{Q_{\max} - Q + \gamma}{Q_{\max} - Q_{\min} + \gamma} \right] \right], \quad (7)$$

де W_t , W_c та W_q – адаптивні значення часу, вартості та якості.

Адаптивні значення часу, вартості, якості визначаються за формулами:

$$W_t = \frac{V_t}{V}, \quad (9)$$

$$W_c = \frac{V_c}{V}, \quad (10)$$

$$W_q = \frac{V_q}{V}, \quad (11)$$

де V_t , V_c та V_q – критерії часу, вартості та якості.

Критерій часу визначаються за формулами:

$$V_t = \frac{T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}; \quad (12)$$

$$V_c = \frac{C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}}; \quad (13)$$

$$V_q = \frac{Q_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}, \quad (14)$$

де T_{\min} , C_{\min} , Q_{\min} , T_{\max} , C_{\max} та Q_{\max} – це мінімальна та максимальне значення часу, вартості та якості.

Сукупний критерій V визначається за формулою:

$$V = V_t + V_c + V_q; \quad (15)$$

де T , C та Q – цільове значення часу, вартості та якості у відповідній послідовності рішення.

Цільова функція за другим методом має вигляд:

$$\text{Min } U = \left[W_t * \left[\frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \right]^2 + W_c * \left[\frac{C - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}} \right]^2 + W_q * \left[\frac{Q_{\max} - Q}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right]^2 \right]^{1/2}, \quad (16)$$

де W_t , W_c та W_q – адаптивні значення часу, вартості та якості, які визначаються за формулами (9-11).

На основі запропонованих методів оптимізації параметрів було виконано математичний експеримент, який базувався на прикладі проекту довгострокового утримання автомобільних доріг за кінцевими показниками якості.

На рис.4-5 показано середнє значення показників часу, вартості та якості згідно розрахунків за запропонованими методами.

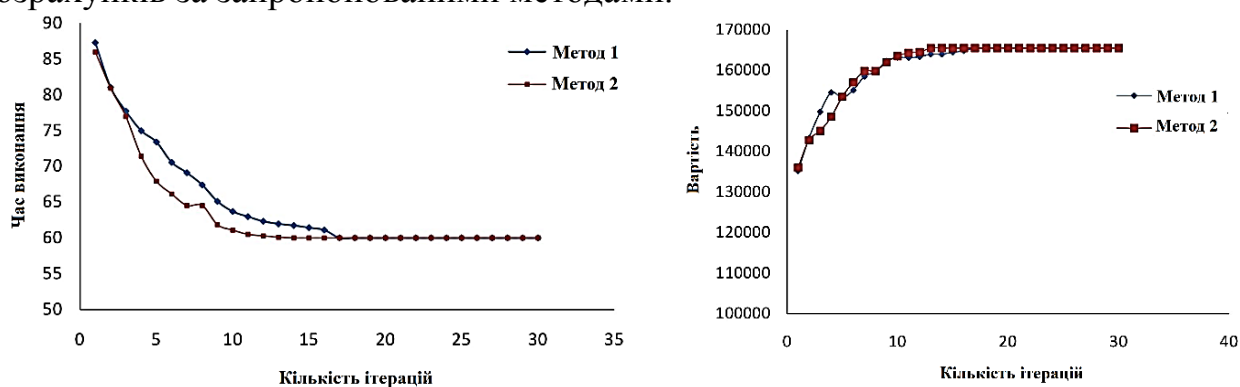


Рисунок 4 – Середнє значення тривалості та вартості проекту

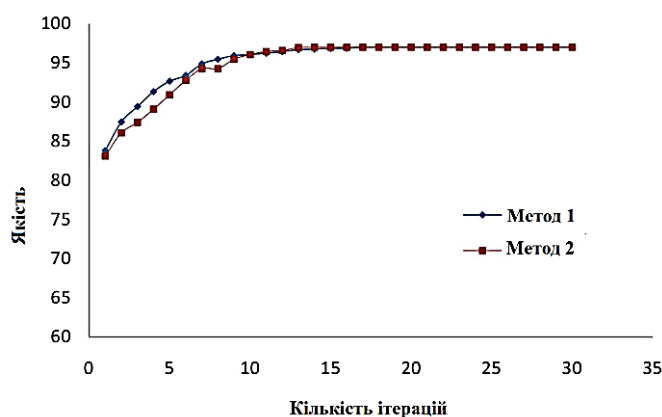
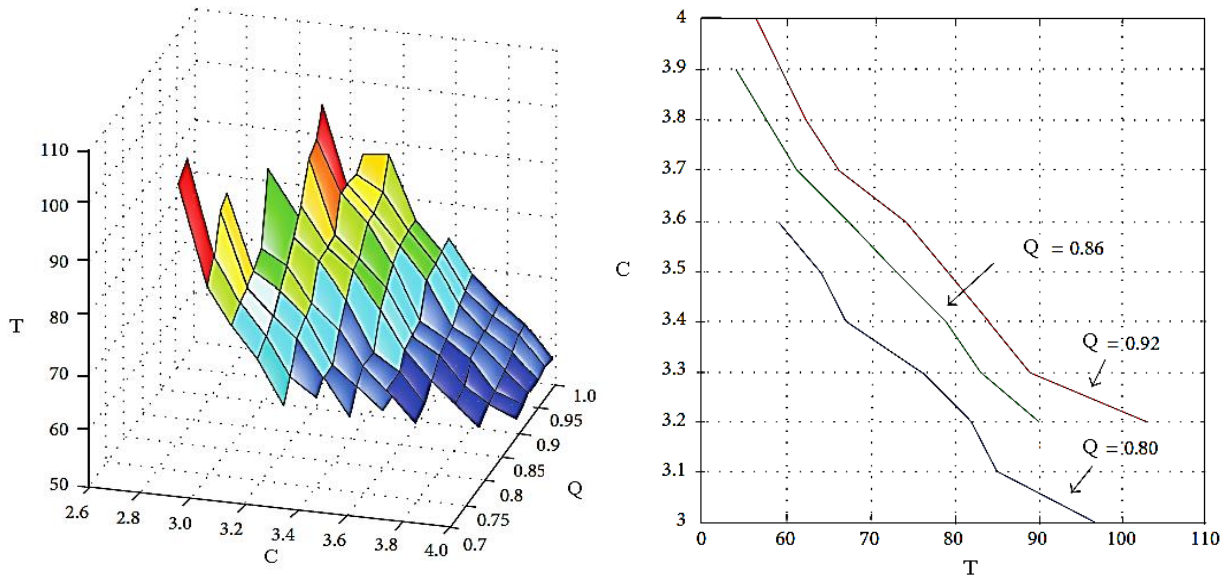


Рисунок 5 – Середнє значення параметру «якість» проекту

Відповідно до рис.4-5 математичний експеримент за методом №2 показує досягнення кращих показників щодо мінімізації часових параметрів порівняно з методом №1 з середнім квадратичним відхиленням у 5%. Середня оптимізована вартість для обох методів порівняно рівнозначна. Проте, слід зазначити, що адаптивна здатність проектів за методом №2 менш гнучка в порівнянні з першим.

В графічному вигляді виведена залежність «срібного трикутника» TCQ для проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг зображена на рисунку 6.



Умовні позначення: T – час (дні); C – вартість (грош.од.); Q – якість.

Рисунок 6 – Графічне зображення взаємозв'язку між часом, вартістю та якістю

Проведені автором дослідження дозволили відкалібрувати математичну модель за рахунок введення додаткових параметрів та коефіцієнтів:

$$(X, Y, Z) = \begin{cases} X \in f(T_{bw(i)}; T_{aw(i)}; k_{cc(i)}; k_{pw(i)}; k_{of(i)}) \\ Y \in f(C_{W(i)}; C_P; C_A; C_{FS(i)}; k_r; k_{ir(i)}; k_{cw(i)}; k_{fp(i)}) \\ Z \in f(Q_P(i); Q_M(i); Q_E(i); Q_A(i)) \end{cases} \quad (17)$$

де X – оптимізоване значення часу (T); Y – оптимізоване значення вартості (C); Z – оптимізоване значення якості (Q); $T_{bw(i)}$ – тривалість виконання основних (запланованих) робіт; $T_{aw(i)}$ – тривалість виконання незапланованих та допоміжних робіт; $k_{cc(i)}$ – коефіцієнт, що враховує затримки через особливості кліматичних умов; $k_{pw(i)}$ – коефіцієнт, що враховує продуктивність роботи робочого персоналу; $k_{of(i)}$ – коефіцієнт, що враховує інші фактори, які впливають на час виконання робіт; $C_{W(i)}$ – вартість виконання робіт ($C_{L(i)}$; $C_{M(i)}$; $C_{E(i)}$; $C_{T(i)}$); C_P – прибуток; C_A – адміністративні витрати дорожніх служб; $C_{FS(i)}$ – обсяг (вартість) штрафів та стимулюючих виплат; k_r – коефіцієнт, що враховує ризики всіх учасників контракту; $k_{ir(i)}$ – коефіцієнт, що враховує рівень інфляції; $k_{cw(i)}$ – коефіцієнт, що враховує рівень складності виконання робіт; $k_{fp(i)}$ – коефіцієнт, що враховує пріоритет фінансування контракту; $Q_P(i)$ – рівень якості виконання робіт; $Q_M(i)$ – рівень якості матеріалів та виробів; $Q_E(i)$ – рівень якості техніки та обладнання; $Q_A(i)$ – рівень якості адміністрування.

Граф моделі описується формулою (18) із структурою вузлів, приведеною у вигляді таблиці (табл. 2).

$$G(K) = \left\{ \begin{array}{l} \{T_{W(1)} \dots T_{W(i)} \dots T_{W(n)}\} \\ \{C_{L(1)}; C_{M(1)}; C_{E(1)}; \dots C_{L(i)}; C_{M(i)}; C_{E(i)}; C_P; C_A \dots C_{L(n)}; C_{M(n)}; C_{E(n)}\}; \\ \{Q_{L(1)}; Q_{M(1)}; Q_{E(1)}; \dots Q_{L(i)}; Q_{M(i)}; Q_{E(i)}; \dots Q_{L(n)}; Q_{M(n)}; Q_{E(n)}\} \end{array} \right\}, \quad (18)$$

де $K = \{0, \dots, n+1\}$ – кількість вузлів (дій, активів); P – це сума всіх шляхів в мережі activity-on-node. Починаючи від діяльності 0 і закінчуючи $n+1$; P_l – це сума дій (робіт, активів), які знаходяться на шляху $l \in P$.

Таблиця 2 – Характеристика вузлів графа моделі

Проект (Контракт)									
Роботи (W)					Загальні виробничі витрати (C _T)	Всього по роботах Σ	Прибуток (C _P)	F адміністративні витрати дорожніх служб (C _A)	Всього по контракті Σ
W ₍₁₎	W _(i)			W _(n)					
Ресурси робіт (R _w)					загально-виробничі витрати	Σ Час	прибуток	адміністративні витрати дорожніх служб -	Σ Час
R _{WL(1)} ; R _{WM(1)} ; R _{WE(1)} ; R _{WA(1)}	Робоча сила R _{WL(i)}	Матеріали і вироби R _{WM(i)}	Техніка та обладнання R _{WE(i)}	R _{WL(n)} ; R _{WM(n)} ; R _{WE(n)} ; R _{WA(n)}					
Основні показники (фактори) ресурсів (F _{rw(i)})				F _{rw(n)}					
F _{rw(1)}	-продуктивність праці; -вартість праці; -трудомісткість робіт; -якість робіт.	-вартість матеріалів і виробів; -якість матеріалів і виробів	-продуктивність обладнання; -вартість обладнання; -кількість одиниць обладнання; -якість обладнання	F _{rw(n)}					
Час-Вартість-Якість									
T _{w(1)}	Час T _{w(i)}			T _{w(n)}	Не враховується	Σ Час	Не враховується	Σ Час	
C _{L(1)} ; C _{M(1)} ; C _{E(1)} ;	Вартість C _{L(i)}	Вартість C _{M(i)}	Вартість C _{E(i)}	C _{L(n)} ; C _{M(n)} ; C _{E(n)} ;	C _T	Σ Вартість	C _P ; C _A	Σ Вартість	
Q _{L(1)} ; Q _{M(1)} ; Q _{E(1)} ;	Якість Q _{L(i)}	Якість Q _{M(i)}	Якість Q _{E(i)}	Q _{L(n)} ; Q _{M(n)} ; Q _{E(n)} ;	Не враховується	Σ Якість	Не враховується	Σ Якість	

На основі досліджень побудовано алгоритм застосування моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг в умовах невизначеності.

У четвертому розділі запропоновано підходи до удосконалення математичної моделі обґрунтування рівня обслуговування автомобільних доріг при реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, на основі розробленої моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг.

Автором запропоновано в якості алгоритму пошуку оптимального значення рівня обслуговування автомобільних доріг для вибраної групи елементів застосувати генетичний алгоритм за розробленим підходом у третьому розділі. Крім того, автором запропоновано окремі зміни в алгоритмізованих рішеннях програмного комплексу

реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг (ІАСУ-ДККП).

Результати приведених досліджень були основою для розробки ДСТУ 8992:2020 «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування під час експлуатаційного утримання» та ДСТУ 8993:2020 «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування під час експлуатаційного утримання».

Практичну реалізацію результатів дослідження було здійснено на базі Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор), ТОВ «Науково-технічна компанія «Дорекспо»», ТОВ «Торговий дім Арон».

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі були вирішені актуальні науково-прикладні задачі в області управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Досягнення мети та задач дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Дослідження проблем обґрунтування вартості та тривалості проектів автомобільних доріг показало, що ефективне управління станом доріг через довгострокові контракти з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показниками рівня їх обслуговування можливе лише за допомогою моніторингу транспортно-експлуатаційного стану, який надає своєчасну, релевантну, надійну і повну інформацію про фактичний стан доріг, що зберігається належним чином в історичному розрізі (для встановлення тенденцій і кількісного зв'язку між зовнішніми та внутрішніми факторами та експлуатаційним станом доріг), для чого необхідно обґрунтувати вимоги з усунення дефектів елементів автомобільних доріг державного значення, тобто, їх рівні обслуговування.

2. Розроблено факторіальну модель управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, яка базується на основних положеннях теорії «срібного трикутника». На відміну від існуючих підходів використання «срібного трикутника», запропоновано використати підходи множинної оптимізації, що базуються на зміні усіх трьох параметрів моделі. В подальшому дослідженні пропонується оптимізувати відношення «час-вартість» при варіації параметра «якість». Проведений аналіз методів оптимізації відношення «час – вартість» для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках якості, визначив, що кінцеві показники та їх параметри (рівень обслуговування, критерії втручання, час реагування) широко варіюють в різних контрактах ДККП. Тому можна стверджувати, що ці показники все ще розвиваються і продовжують бути предметом подальшого аналізу та обговорення.

3. Розроблена модель оптимізації часу, вартості та якості контрактів на основі розподілу ресурсів для їх реалізації базується на теорії графів з використанням генетичних алгоритмів. Генетичний алгоритм, в даному випадку – це ефективні глобальні алгоритми і методи пошуку та оптимізації, які ґрунтуються на законах природного відбору та подальшого використання найбільш оптимальних варіантів вирішення задач за допомогою накопичення інформації з простору пошуку та адаптації до найбільш оптимального варіанту. Проведений аналіз закордонного

досвіду використання генетичних алгоритмів для вирішення задач оптимізації вказує на його гнучкість та ефективність, що може дозволити вирішити проблему оптимізації параметрів «срібного трикутника» проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

4. Запропоновано методичний підхід до забезпечення процесів формування оптимального складу параметрів моделі управління вартістю та тривалістю проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Визначено основні підходи до оптимізації параметрів та розроблено математичну модель управління процесами вартості, тривалості та якості в довгострокових контрактах. На основі моделі розроблено два методи математичного вирішення задачі оптимізації запропонованих параметрів. Виконано математичний експеримент на основі прикладу проекту довгострокового утримання автомобільних доріг за кінцевими показниками якості, результати якого показали, що адаптивна здатність проектів за другим методом менш гнучка в порівнянні з першим, проте, за другим методом було досягнуто кращих показників щодо мінімізації часових параметрів з середнім квадратичним відхиленням у 5%. Оптимізація параметрів довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг має мультиплікативний ефект, який виражається у зменшенні адміністративних витрат замовника, зменшенні відповідальності дорожніх служб, створенні передумов до стабільного фінансування дорожніх робіт, задоволеності користувачів доріг, створенні міцних партнерських відносин між замовником та підрядником. Модель перевірена на адекватність з розрахунковою похибкою алгоритму біля 3%. Результати розрахунків мають практичну цінність та можуть слугувати інструментом прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо визначення основних параметрів довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг, заснованих на якості.

5. Розроблено практичні рекомендації для удосконалення алгоритму пошуку оптимального значення рівня обслуговування автомобільних доріг та програмного забезпечення реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання доріг. В таблиці бази даних, які відносяться до складових автомобільної дороги, видів і типів їх елементів, дефектів елементів доріг за їх типами та таблиці рівнів обслуговування були внесені класифікаційні ознаки, які дозволяють належним чином класифікувати рівні обслуговування, зменшити об'єм вихідних форм.

Результати досліджень було покладено в розробку ДСТУ 8992:2020 «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування під час експлуатаційного утримання» та ДСТУ 8993:2020 «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування під час експлуатаційного утримання».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях іноземних держав, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Kanin A.P., Kharchenko A.N., Sokolova N.M., Sphyh A.U., Zavorotnyi S.M. Modern approaches to road maintenance on performance long-term contracts based on the operating condition principle. *International Scientific Periodical Journal "Modern*

Technology and Innovative Technologies". Vol. 152, No. 14, November. 2020. P. 12-22.
URL: <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit14-03-062>.

Статті у фахових виданнях:

2. Заворотний С.М., Харченко А.М. Оптимізація відношення «час – вартість» для реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ, 2016. Вип. 18. С. 54-61.
URL: http://publications.ntu.edu.ua/uprav1_progect/2016_18_tech/054.pdf

3. Заворотний С.М. Основні проблемні питання та особливості використання довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, в дорожній галузі. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2016. Вип. 96. С. 111-120. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/96/111-120.pdf

4. Харченко А.М., Заворотний С.М. Історія розвитку та переваги використання контрактів ДККП в дорожній галузі. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2016. Вип. 97. С. 124-135. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/97/124-135.pdf

5. Заворотний С.М. Моніторинг показників якості довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2016. Вип. 98. С. 61-68.
URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/98/061-068.pdf

6. Заворотний С.М., Харченко А.М. Аналіз методів оптимізації відношення «час – вартість» для реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2017. Вип. 101. С. 57-67. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/101/057-067.pdf

7. Заворотний С.М., Харченко А.М. Фактори, які впливають на час, вартість та якість реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ, 2017. Вип. 20. С. 41-49.

8. Заворотний С.М. Algorithm justification of dependence "time-cost-quality" into long-term contracts with maintenance of roads. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2019. Вип. 106. С. 87-96.

9. Заворотний С.М., Харченко А.М. Genetic algorithm as optimization method relationship "time - cost" to implement performance based road maintenance contracts. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2020. Вип. 108. С. 31-38.
URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/108/31.pdf

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Заворотний С.М. Довгострокові контракти засновані на кінцевих показниках. *VI Міжнародна науково-практична конференція магістрів, аспірантів та науковців «Управління проектами: Інновації, Нелінійність, Синергетика»*: матеріали конференції. Одеса, 2015. С. 69-70.

11. Харченко А.М., Заворотний С.М. Основні положення використання довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках в дорожній галузі. *LXXII Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету*: тези доповідей. К.: НТУ, 2016. С. 161.

12. Заворотний С.М., Мелешук Т.П. Управління проектами та програмами в умовах невизначеності. *XIII Міжнародна конференція «Управління проектами у розвитку суспільства»*: тези доповідей. К.: КНУБА, 2016. С. 108-111.

13. Заворотний С.М. Проблеми оптимізації відношення час-гроші для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках. *LXXIII Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету*: тези доповідей. К.: НТУ, 2017. С. 173.

14. Заворотний С.М. Аналіз методів оптимізації відношення «час-вартість» для реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *LXXIV Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету*: тези доповідей. К.: НТУ, 2018. С. 190.

15. Харченко А.М., Заворотний С.М. Аналіз особливостей взаємозв'язку часу, вартості та якості реалізації контрактів з метою створення математичної оптимізаційної моделі. *XII Міжнародна наукова конференція. Наука та освіта. Секція: проблем економіки і управління*. Київ, 2018. С. 84-85.

16. Заворотний С.М. Особливості та методи оптимізації відношення «час-вартість» для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках. *Підсумкова науково - практична конференція «Сучасні тренди підготовки фахівців з управління проектами та програмами»*: матеріали конференції. Луцьк, 2018. С. 60-64.

17. Заворотний С.М. Інноваційна модельна основі розподілу ресурсів, як метод оптимізації часу, вартості та якості ДККП для експлуатаційного утримання автомобільних доріг. *V міжнародна науково-практична конференція «Економічний розвиток: теорія, методологія, управління»*: збірник наукових праць та тез наукових доповідей. Прага, 2018. С. 184-187.

18. Заворотний С.М.. Модель оптимізації часу, вартості та якості ДККП для експлуатаційного утримання автомобільних доріг України в умовах невизначеності *LXXV Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету, присвячена 75-річчю з дня заснування університету*: тези доповідей. К.: НТУ, 2019. С. 157-158.

19. Харченко А.М., Заворотний С.М. Оптимізація часу, вартості та якості в довгострокових контрактах на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування. *LXXVI Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету*: тези доповідей. К.: НТУ, 2020. С. 190.

20. Заворотний С.М. Аналіз сучасного досвіду визначення загальної вартості контрактів для успішної реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *I Міжнародна науково-практична конференція «Наука. Інновації. Якість» (SIQ) в онлайн-режимі*: збірник матеріалів. Бердянськ, 2020. С. 144-145.

21. Заворотний С.М., Харченко А.М. Сучасні методи оптимізації відношення «час-вартість-якість» для реалізації довгострокових контрактів заснованих на

кінцевих показниках. *XII всеукраїнська заочна науково – практична конференція «Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії»*. Харків, 2020. С. 3-11.

Свідоцтва та патенти:

1. Свідоцтво України про реєстрацію авторського права на твір. № 102073. Україна. Літературний письмовий твір науково го характеру «Історія розвитку та переваги використання контрактів ДККП в дорожній галузі» Заворотний С.М., Харченко А.М. Дата реєстрації 27.01.2021 р.

2. Свідоцтво України про реєстрацію авторського права на твір. № 102074. Україна. Літературний письмовий твір наукового характеру «Genetic algorithm as optimization method relationship «time - cost» to implement performance based road maintenance contracts» Заворотний С.М., Харченко А.М. Дата реєстрації 27.01.2021 р.

3. Свідоцтво України про реєстрацію авторського права на твір. № 102213. Україна. Літературний письмовий твір наукового характеру «Оптимізація відношення «час-вартість» для реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках» Заворотний С.М., Харченко А.М. Дата реєстрації 01.02.2021 р.

АНОТАЦІЯ

Заворотний С.М. Модель управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг в умовах невизначеності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 «Управління проектами і програмами». – Національний транспортний університет, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі розглянуто процеси управління вартістю, якістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Відповідно до цього була визначена складність процесу управління довгостроковими контрактами з експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Для кращого розуміння процесу управління часом, вартістю та якістю було побудовано факторіальну модель управління вартістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, яка базується на основних положеннях теорії «срібного трикутника». Використано підходи множинної оптимізації до складових «срібного трикутника» проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Таким чином, удосконалено модель обґрунтування вартості та тривалості на стадії ініціації проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг для реалізації довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, яка на відміну від попередніх – заснована на завданому передпроектному рівні якісних показників.

Розроблена модель оптимізації часу, вартості та якості проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг на основі розподілу ресурсів для їх реалізації базується на теорії графів з використанням генетичних алгоритмів та запропоновано методичний підхід до забезпечення процесів формування оптимального складу параметрів.

Виконано математичний експеримент на основі прикладу проекту довгострокового утримання автомобільних доріг за кінцевими показниками якості,

результати якого показали, що оптимізація параметрів довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг має мультиплікативний ефект, який виражається у зменшенні адміністративних витрат замовника, зменшенні відповідальності дорожніх служб, створенні передумов до стабільного фінансування дорожніх робіт, задоволеності користувачів доріг, створенні міцних партнерських відносин між замовником та підрядником.

Розроблено практичні рекомендації для удосконалення програмного забезпечення реалізації довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Результати досліджень стали основою для розробки державних стандартів.

Ключові слова: управління вартістю та тривалістю, проект експлуатаційного утримання, довгострокові контракти, кінцеві показники, модель управління, срібний трикутник, генетичний алгоритм

АННОТАЦІЯ

Заворотный С.Н. Модель управления стоимостью и продолжительностью проектов автомобильных дорог в условиях неопределенности. - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.22 «Управление проектами и программами». - Национальный транспортный университет, Киев, 2021.

В диссертационной работе рассмотрены процессы управления стоимостью, качеством и продолжительностью проектов эксплуатационного содержания автомобильных дорог. В соответствии с этим была определена сложность процесса управления долгосрочным контрактам по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог. Для лучшего понимания процесса управления временем, стоимостью и качеством было построено факториальной модель управления стоимостью и продолжительностью проектов эксплуатационного содержания автомобильных дорог для реализации долгосрочных контрактов, основанных на конечных показателях, которая базируется на основных положениях теории «серебряного треугольника». Используются подходы множественной оптимизации к составляющим «серебряного треугольника» проектов эксплуатационного содержания автомобильных дорог. Таким образом усовершенствована модель обоснования стоимости и продолжительности на стадии инициации проектов по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог для реализации долгосрочных контрактов, основанных на конечных показателях, которая в отличие от предыдущих основана на заданном предпроектном уровне качественных показателей.

Разработана модель оптимизации времени, стоимости и качества проектов по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог на основе распределения ресурсов для их реализации базируется на теории графов с использованием генетических алгоритмов и предложен методический подход к обеспечению процессов формирования оптимального состава параметров.

Выполнен математический эксперимент на основе примера проекта долгосрочного содержания автомобильных дорог по конечным показателям качества,

результаты которого показали, что оптимизация параметров долгосрочных контрактов на эксплуатационное содержание автомобильных дорог имеет мультипликативный эффект, который выражается в уменьшении административных расходов заказчика, уменьшении ответственности дорожных служб, создании предпосылок к стабильному финансированию дорожных работ, удовлетворенности пользователей дорог, создании прочных партнерских отношений между заказчиком и подрядчиком.

Разработаны практические рекомендации для усовершенствования программного обеспечения реализации долгосрочных контрактов по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог. Результаты исследований стали основой для разработки государственных стандартов.

Ключевые слова: управление стоимостью и продолжительностью, проект эксплуатационного содержания, долгосрочные контракты, конечные показатели, модель управления, серебряный треугольник, генетический алгоритм

ABSTRACT

Zavorotny S. Model of cost and duration management of road projects in conditions of uncertainty. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for candidate of technical sciences degree in specialty 05.13.22 «Project and Programme Management». – National Transport University, Kyiv, 2021.

In dissertation works processes of management of cost, quality and duration of projects of operational maintenance of highways are considered. Accordingly, the complexity of the process of managing long-term contracts for the maintenance of roads was determined. To better understand the process of time, cost and quality management, a factorial model of cost and duration management of road maintenance projects was built to implement long-term contracts based on final indicators, based on the basic principles of the "silver triangle" theory. Multiple optimization approaches to the components of the "silver triangle" of road maintenance projects are used. Thus, the model of substantiation of cost and duration at the stage of initiating projects for maintenance of roads for the implementation of long-term contracts based on final indicators, which in contrast to the previous ones is based on the pre-project level of quality indicators.

The developed model of optimization of time, cost and quality of projects on operational maintenance of highways on the basis of distribution of resources for their realization is based on the theory of graphs with use of genetic algorithms and the methodical approach to maintenance of processes of formation of optimum structure of parameters is offered.

A mathematical experiment based on the example of the project of long-term maintenance of roads on the final quality indicators, the results of which showed that the optimization of long-term contracts for maintenance of roads has a multiplier effect, which is expressed in reducing customer administrative costs, reducing road transport responsibilities. stable financing of road works, satisfaction of road users, creation of strong partnership relations between the customer and the contractor.

Practical recommendations for improving the software for the implementation of long-term contracts for the maintenance of roads have been developed. The research results became the basis for the development of state standards.

Keywords: cost and duration management, maintenance project, long-term contracts, final indicators, management model, silver triangle, genetic algorithm.