

Голові разової спеціалізованої вченої ради ДФ 17.051.064
в Запорізькому національному університеті,
д.е.н., проф. Аніну Віктору Івановичу

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, професора кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури,

Поколенка Вадима Олеговича на дисертаційну роботу

Коваленка Максима Григоровича на тему: **«Розробка оптимізаційної моделі вирішення задач організації забезпечення будівельних об'єктів»**, представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 – Архітектура та будівництво.

1. Оцінка актуальності обрання теми дослідження. Проблеми матеріально-технічного забезпечення будівельних об'єктів на сьогодні виступають пріоритетним завданням будівельного девелопменту та запорукою успішного виживання будівельної галузі як проектно-орієнтованої. На сьогоднішній день, переважно, більша кількість будівельних майданчиків знаходиться в щільній забудові в містах або на досить великих відстанях від матеріальної бази з якої відбувається постачання матеріальних ресурсів. На порядок денний висувають проблеми структуризації та наступної формальної оптимізації системи взаємозв'язку між учасниками будівельного проекту в межах приоб'єктної структури, що в підсумку забезпечить кращу ритмічність потоків проекту та досягнення розрахункових функціональних, технологічних, організаційно-управлінських та кошторисної-вартісних характеристик у відповідності із задумом проекту, відображеним в остаточно затвердженій документації (паспорту) будівельного об'єкту.

Виходячи з цього, на процес транспортування та використання матеріальних ресурсів впливає досить велика кількість різних випадкових факторів та чинників, які призводять до збільшення часу даних процесів та викликають додаткові витрати, що впливають на повну вартість об'єкта будівництва.

На сьогоднішній день існує безліч робіт вітчизняних та зарубіжних вчених присвячених оптимізаційно-організаційних процесам, до яких належать: Денисенко М. П., Дадиверина Л.Н., Івакін Е. К., Кірнос В.М., Павлов

І. Д., Кравчуновська Т.С., Пшінько О.М., Радкевич А. В., Тугай О.А. та ін., на основі яких був зроблений висновок, що в сучасних умовах, раніше розроблені методи оптимізації, потребують удосконалення за рахунок сучасного інструментарію логістики. Незважаючи на велику кількість математичних моделей організації забезпечення матеріально-технічними ресурсами будівельних об'єктів, вони не враховують вплив випадкових факторів та додаткові витрати пов'язані з ними.

Передумови проведення даного дослідження актуалізовані з врахуванням наступних міркувань:

- оновлення формалізованого базису логістичних зв'язків між учасниками проекту будівництва та пошук «раціонального варіанту матеріалопотоку, за висловом професора Кравчуновської Т.С., «суттєво змінюють взаємодію потоків, сприяють підвищенню ефективності роботи підприємств та зростанню конкурентних переваг» [Кравчуновська Т.С., джерело: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/38787/35121>];

- потребою подолання концептуально-онтологічних та методико-аналітичних проблем щодо використання підсистеми постачання в межах технологічної та виробничо-господарської системи будівельного проекту;

- вдосконалення аналітичного підґрунтя для супроводу матеріально-технічних, організаційно-управлінських компонент логістики в системі управління будівельного проекту та в процесах формування інтегрального матеріального потоку проекту;

- обґрунтована автором роботи потреба «складання нового алгоритму та методики вирішення задач забезпечення будівельних об'єктів матеріальними ресурсами з врахуванням часових факторів. Даний алгоритм дає змогу визначити цільову функцію на забезпечення будівельних об'єктів матеріальними ресурсами, з врахуванням додаткових витрат від простою транспортної, будівельної чи обох організацій одночасно» [Коваленко М.Г. та ін. <http://btttrp.diit.edu.ua/article/view/204999/204888>];

- на підставі ґрунтового аналізу існуючих алгоритмів щодо визначення цільової функції на постачання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, автором було зроблено висновок, що «існуючі алгоритми не враховують всіх особливостей будівельної галузі, особливо можливості втрати матеріальними ресурсами своїх фізичних характеристик, а тому виникає необхідність у складанні цільової функції, яка б давала можливість визначити вартість транспортування матеріальних ресурсів з

можливістю повторного або ж часткового постачання матеріальних ресурсів» [Коваленко М.Г. та ін. <http://btttrp.diit.edu.ua/article/view/258209/255040>];

Існуючі методи економіко-математичного програмування дозволяють досить добре розподілити кількість матеріальних, інформаційних та людських ресурсів з метою збільшення прибутку чи зменшення витрат. Але зважаючи на особливості різних видів підприємств та галузей, кожна з них має свої особливості. Автор зазначає, що «інколи «випадкові фактори» впливають на кінцевий результат, приводячи його до негативного чи навіть критичного, що несе за собою додаткові витрати та збитки. Врахування цих факторів при постановці економіко-математичної моделі допоможе уникнути додаткових витрат чи збитків, або ж звести їх до мінімуму» [Коваленко М.Г. та ін. <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/196390/196636>].

Отже, є всі належні підстави вважати, що дисертаційна робота Коваленка М.Г. спрямована на вирішення важливого для галузі будівництва науково-методичного та аналітико-прикладного завдання організації забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів з врахуванням впливу випадкових факторів та врахуванні додаткових витрат у проєктно-кошторисній документації. *Це, в чергу, дозволяє вважати актуальними вибір теми, предмету, об'єкту, мети та завдань дослідження.*

2. Оцінка належного зв'язку змісту роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано згідно з планами наукових досліджень кафедри промислового і цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, відповідно до плану держбюджетних науково-дослідних робіт на 2021-2025 роки за темою «Систематологія селективної концепції активізації та адаптації організаційно-технологічних рішень будівництва, реконструкції та експлуатації до сучасних умов інтегрованого розвитку» Державний реєстраційний номер: 0121U108178, 2021 -2025 р.р..

3. Оцінка рівня обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірність та новизна.

Дисертаційна робота має необхідний науково-методичний рівень, оскільки в роботі використовуються сучасні методи та методики, зокрема методи аналізу, систематизації, метод чисельного моделювання та експерименту за допомогою сучасних програмних комплексів. Представлені наукові положення і результати досліджень, що були сформульовані в дисертаційній роботі, є науково обґрунтованими, а висновки достовірні.

Науковий рівень результатів досліджень, що виконав здобувач Коваленко Максим Григорович є відповідним для дисертації на здобуття ступеня доктора філософії.

4. Оцінка наукової новизни окремих результатів та дослідження в цілому.

Найважливішим висновком роботи, що актуалізував проведення дослідження, є наступні висновки автора про те, що існуючі алгоритми задач маршрутизації автотранспорту не можуть в повній мірі відповідати всім вимогам будівельної галузі, що викликає необхідність у формування нового алгоритму задач організації забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів з врахуванням впливу різних детермінованих та недетермінованих факторів.

Висновком, який визначив траєкторію науково-методичних та аналітичних досліджень, є висновок автора про наступне : а) математична модель задачі організації забезпечення матеріальним ресурсами, може бути складена за допомогою як лінійного так і нелінійного(динамічного) програмування;б) при формуванні моделей формалізації завдань забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів доцільно інтегрувати переваги лінійного та нелінійного (динамічного) програмування.

Висновком, що визначає можливості розширеного застосування наукового доробку автора, є висновок про те, що величина простою транспортної організації, майже двічі менша за будівельну. Це наводить на висновок, що при проектуванні дорожніх мап, для зменшення збитків від простоїв, більш доцільно робити запас часу в бік простою транспортної організації. У відсотковому відношенні цільових функцій з простоями до проектної цільової функції, простій транспортної організації склав $P_{\text{трансп},\%} = 0,894\%$, а простій будівельної організації склав $P_{\text{буд},\%} = 1,815\%$.

Найважливішими результатами здобувача, які були висвітлені в друкованих працях здобувача та апробовані на науков-практичних конференціях, на думку офіційного опонента, слід визнати наступні:

- вихідні дані, що входять у склад цільової функції на транспортування матеріальних ресурсів, від матеріальної бази до об'єкту будівництва, та роботи по ним;

- побудована цільова функція на постачання та використання матеріальних ресурсів від постачальника до споживача, до складу обмежень якої, зокрема, включено максимальним та мінімальним часом транспортування матеріальних ресурсів;

- при формуванні моделі формалізації матеріально-технічного забезпечення (логістики) будівельного об'єкту було *запропоновано введення нових змінних $\pm\varphi(T)$ та $\pm\omega(T)$* (які відображають часові затримки транспортної та будівельної організацій) та визначено чотири можливих випадків перетину графіків постачання та використання матеріальних ресурсів. При перетині сукупностей точок графіків постачання та використання матеріальних ресурсів, додаткові витрати від простою транспортної чи будівельної організацій будуть приближатися до мінімуму. А у випадку розбіжностей сукупностей точок графіків постачання та використання матеріальних ресурсів, додаткові витрати від простою транспортної чи будівельної організацій будуть приближатися до максимуму.

- складено проектну цільову функцію на постачання та використання матеріальних ресурсів по встановлених вихідних даних;

- розроблено дві цільові функції в лінійному програмуванні, що враховують додаткові витрати від простою або транспортної або будівельної організацій, та дві цільові функції для випадків коли виникає необхідність у повторному повному чи частковому постачанні матеріальних ресурсів;

Визначені вище складові особистого внеску здобувача дали підстави структурувати окремі складові наукової новизни роботи за рубриками «вперше», «удосконалено», «набуло подальшого розвитку».

В даній дисертаційній роботі вперше:

- були розроблені цільові функції прямих витрат при транспортуванні та використанні матеріальних ресурсів з врахуванням впливу детермінованих та недетермінованих факторів;

- було розроблено математичну модель задачі організації забезпечення будівельних об'єктів матеріально-технічними ресурсами з врахуванням впливу детермінованих та недетермінованих факторів, що притаманні будівельній галузі;

– було визначено значення додаткових витрат від впливу різних факторів та врахування їх в проектно-кошторисній документації.

В даній дисертаційній роботі удосконалено:

– методику розв'язання задачі забезпечення будівельних об'єктів матеріально-технічними ресурсами на основі лінійного програмування;

– методику визначення оптимальності кінцевого результату задачі «організації забезпечення будівельних об'єктів матеріально-технічними ресурсами».

В дисертації набули подальшого розвитку:

– система та методика визначення пріоритетних параметрів для формування вихідних умов задач з організації забезпечення будівельних об'єктів матеріально-технічними ресурсами;

– методика визначення оптимальності оптимізаційно-організаційної моделі за кінцевим результатом на основі лінійного програмування.

Наукова новизна дисертаційної роботи в цілому полягає в наступному. Надано суттєве вдосконалення науково-методичного підходу та аналітичного апарату організації будівництва в підсистемі логістики будівництва - як складової наукової дисципліни «Будівництво та цивільна інженерія»: одержані автором результати, дають змогу розширити сферу застосування методів та моделей задач маршрутизації автотранспорту в лінійній та нелінійній постановці. Дана математична модель задачі організації забезпечення будівельних об'єктів може бути використана в різних галузях, враховуючи їх особливості. При розгляді недетермінованих факторів в будівництві, було визначено, що більша частина з них належить до стохастичних та інтервальних факторів. Це було враховано при побудові оновлених математичної моделі та алгоритму формалізованого опису та оптимізації рішень щодо матеріально-технічного забезпечення будівництва, інтегруючи підходи та можливості лінійного, нелінійного та динамічного програмування. На підставі оновленого науково-методичного підходу автором розроблено аналітичний базис складання графіків на постачання матеріальних ресурсів з врахуванням динамічних показників в будівельній галузі, складено цільові функції вартості постачання матеріальних ресурсів з врахуванням особливостей динамічної задачі.

5. Практична цінність отриманих результатів дисертаційної роботи полягає в розробці алгоритму, який забезпечує успішну формалізацію процесу матеріально-технічного забезпечення провідним я будівництва та дозволяє провідному видавцеві проекту одержати кращі для умови проекту рішення щодо його логістики, при чому ці рішення позбавлені суб'єктивізму та є задовільними для девелопера, організацій-виконавців робіт та організацій-постачальників ресурсів. Представлені в роботі алгоритми та створений на їх базі комплекс прикладних програм дозволив учасникам проекту належно врахувати вплив випадкових факторів на процеси транспортування та використання матеріальних ресурсів, за допомогою якого було визначено додаткові витрати від простою транспортної чи будівельної організації в ряді підприємств, що дало змогу оцінити його ефективність при використанні в будівельному виробництві.

Важливим прикладним висновком автора слід визнати думку про те, що наявні підходи до складання проектно-кошторисної документації будівельного проекту не враховують додаткових витрат при транспортуванні матеріальних ресурсів від впливу випадкових факторів. Було запропоновано розширити перелік глави 9 «Кошти на інші роботи і витрати», проектно-кошторисної документації для врахування цих додаткових витрат. Величину додаткових витрат, можна встановлювати шляхом визначення їх за допомогою розробленого алгоритму, або додаванням до глав 1-9 додаткових, резервних коштів, величиною від 0,5 до 1%, на основі проведених в даній роботі наукових досліджень. Величина відсотка залежить від виду робіт.

6. Повнота відображення основних положень дисертації в опублікованих роботах. За результатами виконаних досліджень було опубліковано 9 наукових праць, із яких 4 публікації в наукових фахових виданнях України; 1 – в іноземному періодичному виданні, проіндексованому у базі даних SCOPUS; 4 праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації. Опубліковані праці досить повно відображають основні положення, результати, висновки та положення, що були сформульовані в дисертаційній роботі.

У публікаціях, виконаних у співавторстві, особистий внесок здобувача відображено відповідно до отриманих ним особисто результатів.

7. Оцінка змісту і структури дисертаційної роботи.

Представлена дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 141 найменувань на 14 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 320 сторінок. Сторінок основного тексту – 133, рисунків – 27, таблиць – 6, 4 додатки на 157 сторінках.

У *вступі* виконано обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет дослідження дисертації, обґрунтовано вибір методів дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача, надано відомості про апробацію матеріалів дисертації, представлено публікації, а також структуру та обсяг роботи.

У *першому розділі* «Аналіз сучасних задач організації забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів» було виконано аналіз особливостей будівельної галузі для формування вихідних умов моделей задач з організації забезпечення будівельних об'єктів матеріальними ресурсами.

Визначено випадкові фактори, що впливають на процес транспортування та використання матеріальних ресурсів, враховуючи особливості будівельної галузі виконано їх систематизацію. Виконано аналіз існуючих методів та моделей задач з організації забезпечення матеріально-технічними ресурсами об'єктів, визначено їх недоліки при використанні в будівельній галузі.

У *другому розділі* «Методологічна платформа впливу випадкових факторів на час транспортування матеріальних ресурсів та врахування їх в цільових функціях» визначено вихідні дані, враховуючи особливості будівельної галузі, відповідно до нормативних документів, для формування моделі задачі організації забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів з врахуванням впливу випадкових факторів. Побудовано графічні моделі процесів транспортування та використання матеріальних ресурсів з врахуванням впливу випадкових факторів, а також графічні моделі з можливістю втрати матеріальними ресурсам своїх вихідних показників. Виконано аналіз побудованих графічних моделей, на основі якого, було складено цільові функції прямих витрат на транспортування та використання матеріальних ресурсів з врахуванням впливу випадкових факторів, тобто було враховано можливий простій транспортної чи будівельної організації від впливу випадкових факторів.

В *третьому розділі* «Розробка алгоритму задачі забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів. Визначення додаткових витрат та їх врахування в проектно-кошторисній документації» було розроблено алгоритм задачі організації забезпечення матеріальними ресурсами з врахування впливу випадкових факторів на процес транспортування та використанні матеріальних ресурсів. Виконано перевірочний розрахунок за розробленим алгоритмом за допомогою розробленої програми «Калькулятор транспортування». Після чого було виконано аналіз отриманих цільових функцій з врахуванням впливу випадкових факторів, визначено величини простоїв транспортної та будівельної організацій, їх графічне порівняння. Визначено шлях оптимізації максимальних додаткових витрат від впливу випадкових факторів. Виконано аналіз державних нормативів проектно-кошторисної документація для можливості впровадження розрахунку додаткових витрат від впливу випадкових факторів на процеси транспортування та використання матеріальних ресурсів.

У *четвертому розділі* «Впровадження розробленого алгоритму постачання матеріальних ресурсів на будівельний об'єкт з урахуванням додаткових витрат» викладено результати апробації та впровадження

результатів дослідження. На основі реального об'єкту будівництва було виконано розрахунок можливих додаткових витрат від простою транспортної чи будівельної організацій через вплив випадкових факторів, виконано їх аналіз і порівняння, та запропоновано шляхи оптимізації максимальних додаткових витрат для їх зменшення.

У загальних висновках автор виконує підсумки проведеної роботи. Загальні висновки відповідають поставленим задачам дослідження.

У додатках відображено: креслення об'єкту будівництва, на основі якого виконувалося впровадження розробленого алгоритму; проектно-кошторисна документація на даний об'єкт будівництва; довідки, що підтверджують апробацію дисертаційної роботи; список публікацій здобувача за темою дисертації та відомість про апробації результатів дисертації.

Структура роботи оцінюється як належна вимогам дисертації ступеня PhD та вимогам спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» в частині логістичного забезпечення як складової організації будівництва. Виклад змісту дисертації оцінюється як логічним, послідовним, результати та висновки супроводжені належними обґрунтуванням, візуалізацією та доказовою базою. Автор продемонстрував здатність виконувати постановку задач дослідження, знаходити методи вирішення поставлених задач для їх розв'язання, доводити дослідження до практичного застосування.

8. Висновок офіційного опонента щодо відсутності (наявності) порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі Коваленко Максима Григоровича не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійне виконання дослідження та дотримання норм академічної доброчесності. Надана довідка про результати перевірки роботи на плагіат відображає, що максимальний відсоток співпадіння, виявлений за результатами перевірки, складає 5%.

9. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертація Коваленко Максима Григоровича є завершеною науковою працею. Робота виконана державною мовою із дотриманням наукового стилю. Дисертація за вимогами щодо структури, змісту, загального обсягу та кількості наукових публікацій, що висувались до здобувача наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

10. Зауваження та побажання за роботою.

1. У розділі 1 на стор. 31-32 при перерахуванні основних відмінностей будівельної галузі, доцільно було б виділити окремо обмеження та окремо

особливості будівельної галузі при складанні задач з організації забезпечення будівельних об'єктів. В цьому ж розділі на стор. 44-50 при огляді існуючих задач з розподілу матеріальних ресурсів між постачальником та споживачем, не вказано сфери застосування даних видів задач;

2. У висновках до першого розділу слід було стисло викласти думки автора (стор. 31) про те, наявні «алгоритми вирішення оптимізаційно-організаційних процесів на постачання матеріальними ресурсами об'єктів не справляються з вирішенням даних задач або вимагають багато часу для визначення ефективних рішень».

3. У розділі 2 не зазначено як саме визначається проектний час $t_{проект}$ закінчення транспортування та початку використання матеріальних ресурсів;

4. На рисунку 2.1 у розділі 2 на проектному графіку на постачання та використання матеріальних ресурсів не показано точки початку розвантаження матеріальних ресурсів, що відповідає точці початку взаємодії між транспортною та будівельною організаціями;

5. У розділі 3 при визначенні вартості одиниці часу роботи машин та механізмів з врахуванням заробітною плати робочим, зайнятим в обслуговуванні машин та механізмів, краще було окремо виділити вартість години машин та механізмів та окремо виділити заробітну плату робітників;

6. При визначенні вартості транспортування бетонної суміші, у розділі 3, не було зазначено, що вартість транспортування залежить не лише від довжини маршруту, але й від транспортного засобу та регіону транспортування;

7. У розділі 4, при визначенні відсотку резервних коштів на додаткові витрати від випадкових факторів, необхідно більш детальне обґрунтування прийнятих значень;

8. В розділі 4 при розрахунку резервних коштів, необхідно було зазначити, що резервні кошти відповідають мінімальним додатковим витратам від впливу випадкових факторів.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної дисертаційної роботи. Зміст роботи та результати впровадження дослідження дають підстави про значні можливості подальшого розвитку досліджень в обраному напрямку та їх застосування в практичній сфері.

11. Загальний висновок офіційного опонента.

Дисертаційна робота Коваленка Максима Григоровича на тему «Розробка оптимізаційної моделі вирішення задач організації забезпечення будівельних об'єктів» є завершеною науковою роботою, в якій було отримано нові наукові результати, які вирішують поставлені задачі з розробки оптимізаційної моделі вирішення задач організації забезпечення матеріальними ресурсами будівельних об'єктів з врахуванням впливу випадкових факторів та додаткових параметрів, що притаманні будівельній галузі.

Дисертація Коваленко Максима Григоровича за змістом, обсягом, актуальністю та завершеністю відповідає вимогам пп. 6,7,8,9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року та наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та заслуговує позитивної оцінки, а її автор Коваленко Максим Григорович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 – Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:  **В.О. ПОКОЛЕНКО**

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри менеджменту
в будівництві Київського
національного університету
будівництва і архітектури

«Підпис д.т.н., професора Поколенка В.О. засвідчую»

Вчений секретар КНУБА

к.т.н., доцент

М.О. Клименко

