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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАКОВСЬКА ЮЛІЯ АНТОНІВНА

УДК 334.7:338.47:625.7

МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Спеціальність 08.00.04 – економіка та управління підприємствами
(за видами економічної діяльності)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Маковська Ю. А.

Науковий керівник:
кандидат економічних наук, доцент
Соколова Наталія Михайлівна

Ідентичність всіх примірників дисертації
засвідчую
Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради Д 26.059.04

_____ Л. М. Волинець

Київ – 2021

*

АНОТАЦІЯ

Маковська Ю. А. Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). – Національний транспортний університет, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі узагальнено та по-новому розв'язано важливе науково-практичне завдання, що полягає в дослідженні теоретичних основ і розробці методичних положень та практичних рекомендацій щодо механізму стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств в умовах застосування довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг загального користування за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів та оцінюванням економічної ефективності заходів із забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

На основі аналізу понятійного апарату стратегічного розвитку підприємств та категорії «механізм» стосовно забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств визначені їх авторські дефініції, які враховують специфіку утримання автомобільних доріг.

Аналіз основних положень сучасної теорії контрактів, сутності та світового досвіду реалізації довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг за принципом забезпечення їх експлуатаційних якостей дозволив визначити головні особливості довгострокових контрактів порівняно з традиційними однорічними договорами, предметом яких є обсяги робіт, що надаються і контролюються замовником, тоді як предметом довгострокових контрактів є експлуатаційні якості доріг, які контролює замовник, не втручаючись у діяльність дорожньо-експлуатаційних підприємств. Це стимулює дорожньо-експлуатаційні підприємства зменшувати витрати при постійній щомісячній оплаті на підтримку

експлуатаційних якостей, що створює можливості для стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства.

Встановлено, що основною причиною незадовільного стану автомобільних доріг України є недостатній рівень фінансування ремонтів та утримання доріг, значно менший від мінімальних потреб, в той час коли розвиток мережі доріг та поліпшення її транспортно-експлуатаційного стану є необхідною передумовою подальшого соціально-економічного розвитку держави і суспільства.

На основі системного аналізу умов і факторів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, підпорядкованих меті і завданням Національної транспортної стратегії, цілям і задачам розвитку дорожнього господарства, з'ясовані відповідні мета, цілі та завдання дорожньо-експлуатаційних підприємств у системі дорожньої інфраструктури автомобільного транспорту. Глобальні інтереси цієї системи представляє замовник, який впливає на діяльність дорожньо-експлуатаційних підприємств через довгострокові контракти. Критерієм оптимальності означеної системи є суспільний добробут, який включає суспільні вигоди і враховує прибуток дорожньо-експлуатаційного підприємства. Виходячи з неможливості кількісної оцінки впливу більшості дефектів елементів доріг на суспільні вигоди, запропонована концепція забезпечення заданого експлуатаційного рівня утримання, підтримка якого гарантує отримання необхідного рівня суспільних вигод.

Для розв'язання задачі стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства на основі механізму його забезпечення запропонований концептуальний підхід, у якому основна увага зосереджена на інструментах і засобах механізму, необхідних для обґрунтування раціональних економічних рішень з управління стратегічним розвитком. Запропонована імітаційна модель стохастичного процесу утримання автомобільних доріг, для чого здійснений змістовний її опис з частковою формалізацією складових імітаційної моделі, достатній для подальшої алгоритмізації і розробки комп'ютерної програми. Вхідними параметрами імітаційної моделі є головні параметри довгострокового

контракту: протяжність ділянок доріг, що є об’єктами контракту; тривалість контракту; розмір щомісячної виплати дорожньо-експлуатаційному підприємству за виконання робіт та надання послугу з утримання доріг; вартість одного штрафного балу, які нараховуються за несвоєчасне усунення дефектів; специфікація експлуатаційних рівнів обслуговування; рівень вимог до експлуатаційного стану ділянок доріг; контрактний рівень утримання. Випадкові величини моделюються за трикутними законами розподілу, параметри яких встановлюються експертним методом, через повну відсутність статистичних спостережень. Виходом імітаційної моделі є оцінки ймовірнісних розподілів випадкових величин вартості робіт та послуг, сум утримань з виплати дорожньо-експлуатаційному підприємству (штрафів), збитку або прибутку, динаміки цих величин у контрактному періоді та динаміки показника рівня утримання, а також похідні від них показники.

На основі змістовного опису та алгоритмізації імітаційної моделі створити достатній для практичного застосування діючий прототип комп’ютерної програми імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг, реалізований в Excel Microsoft Office з використанням Visual Basic for Application. Відсутність можливості емпіричного обґрунтування адекватності імітаційної моделі спричинила обґрунтування достовірності моделі з позицій раціоналізму і абсолютного прагматизму. Виконане тестування комп’ютерної програми дозволило визначити мінімальну достатню кількість 1000 прогонів імітаційної моделі для розрахунку значень шуканих економічних показників.

Розроблені методичні положення і практичні рекомендації щодо порядку використання імітаційної моделі для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, що включають п’ять послідовних етапів, ітеративне застосування яких дозволяє виконати необхідні комп’ютерні експерименти для визначення ціни, тривалості, комплексності, кількості і довжини ділянок доріг контракту з оцінюванням економічних ризиків контракту. Комп’ютерні експерименти дають можливість кількісної оцінки здійсненності та економічної привабливості довгострокового

контракту для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. На прикладі ділянки дороги Р-15 виконано і продемонстровано застосування запропонованих методичних положень для порівняння двох стратегій утримання автомобільної дороги: стратегії підтримки (корективної) і стратегії випередження (превентивної). Порівняння результатів імітаційного моделювання означених стратегій дозволяє стверджувати про безумовну перевагу превентивної стратегії. Розрахункова економічна ефективність корективної стратегії склала 3,1 %, а превентивної стратегії – 27,8 %. Встановлено, що отриманий розрахунковий економічний ефект є завжди суто індивідуальним і відображує творчий підхід експерта та його схильність до ризику або неприйняття ризику.

Обґрунтовані джерела економічної ефективності засобів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств: 1) впровадження інноваційних технологій (превентивної стратегії утримання автомобільних доріг, застосування матеріалів і конструкцій з більш тривалим гарантійним строком служби тощо); 2) підвищення виробничої потужності дорожньо-експлуатаційного підприємства і зменшення таким чином параметру максимального значення у трикутному законі розподілу коефіцієнту випередження / затримки тривалості усунення дефектів. Обидва джерела, перш за все, зменшують кількість штрафних балів, отже сум утримань із щомісячної виплати дорожньо-експлуатаційному підприємству.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці теоретичних та методичних положень щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. У процесі дослідження автором отримані такі найбільш суттєві наукові результати, які розкривають його особистий внесок у розробку науково-рикладного завдання і конкретизують новизну дисертації:

вперше:

– розроблені науково-методичні положення щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, сутність яких полягає у створенні імітаційної моделі процесу утримання

автомобільних доріг, що дає можливість прогнозування оцінок ймовірнісних законів розподілу економічних результатів – вартості, штрафів, прибутку від застосування заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства;

удосконалено:

– підхід до формування довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг як основи для стратегічного розвитку, який відрізняється від існуючих використанням експлуатаційних рівнів обслуговування, рівнів вимог до стану доріг та експлуатаційних рівнів утримання, що дозволяє дослідити та оцінити вплив головних параметрів довгострокових контрактів на економічні результати забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– методичний підхід до обґрунтування ціни довгострокового контракту, який, на відміну від існуючого, передбачає отримання та використання оцінок законів розподілу економічних показників, що дозволяє отримати кількісні значення економічних ризиків стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– методичний підхід до обґрунтування вартості штрафного балу для обчислення сум утримань з виплат ДЕП за несвоєчасне усунення дефектів, що відрізняються від запропонованих раніш підходів урахуванням пріоритетності впливу дефектів на безпеку, собівартість і комфорт руху та збереження доріг з метою зменшення вартості їх життєвого циклу;

– методичні положення обґрунтування превентивної стратегії утримання доріг, яка відрізняється від корективної стратегії усуненням чинників зростання серйозності та розповсюдження дефектів, що виключає нарахування штрафних балів і зменшує економічні втрати дорожньо-експлуатаційного підприємства;

набули подальшого розвитку:

– методи оцінювання ефективності заходів із забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, що, на відміну від існуючих, передбачають застосування у імовірнісному прогнозі значень розмірів витрат,

штрафів, прибутковості, показника рівня утримання та відношення ціна / якість, що дозволяє підтримувати необхідний рівень суспільного добробуту;

– інформаційна аналітична система управління довгостроковими контрактами, що відрізняється від існуючої застосуванням імітаційного моделювання для обґрунтування економічних рішень щодо забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що основні положення дисертаційної роботи доведені до рівня методичних розробок та практичних рекомендацій, які спрямовані на впровадження у дорожньому господарстві України інноваційних важелів механізму забезпечення ефективної довгострокової стратегії розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, які захищені свідоцтвом авторського права на твір.

Основні здобутки дисертаційного дослідження, що характеризуються практичною значимістю:

– імітаційна модель процесу утримання автомобільних доріг та діючий прототип комп'ютерної програми розрахунку основних показників економічної ефективності реалізації стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства на основі довгострокових контрактів;

– методичні положення та практичні рекомендації обґрунтування стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств на ринку послуг з утримання автомобільних доріг.

Матеріали дослідження були використані в Національних стандартах України 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» (наберуть чинності 01.07.2021 р. за наказом Національного органу стандартизації від 02 березня 2020 р., Київ, № 50).

Матеріали дослідження були впроваджені в Державному агентстві автомобільних доріг України (довідка від 05.01.2021 № 01/09), ТОВ «ГРАНБУД ЛІДЕР» (довідка від 22.12.2020 № 12-22-01) та в учбовому процесі НТУ (довідка

від 10.06.2020 № 895/11).

Ключові слова: дорожньо-експлуатаційне підприємство, стратегічний розвиток, механізм забезпечення, довгостроковий контракт, концептуальний підхід, імітаційна модель процесу утримання доріг, автомобільні дороги.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у наукових виданнях іноземних держав з напряму:

1. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Підхід до імітації довгострокового контракту на утримання доріг. Systemy i rodki transportu samochodowego, wybrane zagadnienia. Rzeszow. 2016. С. 419–428. (Особистий внесок автора: запропонована імітаційна модель).

2. Makovska, J. (2020). Method of evaluation of road routine maintenance strategies. Economics, Finance and Management Review, (4), 106–112. https://doi.org/10.36690/2674-5208-2020-4-106.

Публікації у наукових фахових виданнях України:

3. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Досвід антикризового управління в умовах державно-приватного партнерства. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. К. : 2012. Вип. 10. С. 552–556 с. (Особистий внесок автора: проаналізований досвід антикризового управління в умовах державно-приватного партнерства).

4. Маковська Ю. А. Концесійні договори, майбутнє для будівництва автомобільних доріг України. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. Київ. 2012. Вип. 11. С. 123–127 с.

5. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Аналіз світового досвіду державно-приватного партнерства та шляхи розвитку в Україні *Вісник Національного транспортного університету.* Київ. 2012. Вип. 26. С. 510–515. (Особистий внесок автора: на основі проведеного дослідження сформульовано напрями розвитку ДПП в Україні).

6. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Імітаційна модель обґрунтування ціни довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг. *Ефективна*

економіка. Дніпро. 2016. Вип. 6. URL: http://www.nbuv.gov.ua, http://www.economy.nayka.com.ua. (Особистий внесок автора: розроблено імітаційну модель обґрунтування суми щомісячного платежу підряднику в ДККП на роботи з поточного дрібного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування).

7. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Обґрунтування рівнів обслуговування у довгострокових контрактах на утримання автомобільних доріг. *Ефективна економіка*. Дніпро. 2017. Вип. 12. URL: http://www.economy.nayka.com.ua (Особистий внесок автора: розроблено програму в Excel імітаційної моделі обґрунтування рівнів обслуговування елементів доріг і фіксованої щомісячної суми оплати в ДККП).

8. Даценко В. М., Маковська Ю. А., Соколова Н. М. Механізм забезпечення якості в довгострокових договорах з експлуатаційного утримання доріг. *Ефективна економіка*. 2020. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7991. (Особистий внесок автора: проаналізовано можливості застосування аналітичної моделі «принципал – агент» для обґрунтування оптимального механізму стимулювання забезпечення якості утримання автомобільних доріг підрядником і оцінювання підрядником – учасником тендеру свого потенціалу з огляду на не прийняття ним ризику на стадії ex ante контракту).

9. Маковська Ю. А. Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8362.

Праці в інших виданнях України:

10. Соколова Н. М., Харченко К. Г., Маковська Ю. А Використання концесійних угод на основі державно-приватного партнерства в дорожньому будівництві. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 89. С. 137–145. (Особистий внесок автора: висвітлено важливість договорів концесії в дорожній галузі для залучення приватного капіталу на засадах державно-приватного партнерства).

11. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Шкарівська Н. Ю. Державно-приватне партнерство як механізм залучення коштів на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 90. С. 154–162. (Особистий внесок автора: проаналізовано світовий досвід схем проектного фінансування в дорожній галузі на умовах використання механізмів державно-приватного партнерства (ДПП). Узагальнено основні характерні риси проектного фінансування).

12. Маковська Ю. А. Рівні обслуговування в довгострокових контрактах на поточний дрібний ремонт та утримання автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2017. № 3 (251). С. 39–44.

13. Маковська Ю. А. Модель визначення ціни довгострокового контракту на поточний ремонт та утримання автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2018. № 1 (253). С. 30–32.

14. Безуглий А.О., Печончик Т. І., Мудриченко Н. С., Маковська Ю. А. Механізм оцінки ефективності енергосервісу в дорожньому господарстві. *Економіка. Менеджмент. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність ISSN 2524-0994. Dorogi i mosti*. 2018 (18). (Особистий внесок автора: проаналізовано механізм оцінки ефективності енергосервісу в дорожньому господарстві).

Опубліковані праці апробаційного характеру:

15. Канін О. П., Маковська Ю. А. Процес та якість менеджменту в дорожньому будівництві. Тези доповідей LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2012. С. 140. (Особистий внесок автора: проаналізовано процес та якість управління що стосується суто дорожнього будівництва).

16. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Фактори впливу елементів і конструкцій на безпеку руху автомобільного транспорту. Тези доповідей LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ :

НТУ, 2012. С. 184. (Особистий внесок автора: сформовано та узагальнено вплив елементів і конструкцій безпеку руху транспорту).

17. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Антикризове управління, поняття кризових явищ. Тези доповідей LXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2013. С. 143–144. (Особистий внесок автора: досліджено поняття кризових явищ та антикризового управління відносно дорожнього господарства).

18. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Досвід реалізації проектів державно-приватного партнерства на будівництво автомобільних доріг в Україні. Тези доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2014. С. 131. (Особистий внесок автора: проаналізовано досвід державно приватного партнерства в Україні та проведено порівняння із зарубіжним досвідом реалізації контрактів ДПП).

19. Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Транспортна безпека України: актуальні питання реалізації. Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2015. С. 228–229. (Особистий внесок автора: проаналізовано та систематизовано дані про фактори, які суттєво впливають на транспортну безпеку України).

20. Маковська Ю. А. Концептуальна системи управління контрактами з урахуванням кризових явищ. Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2015. С. 377.

21. Маковська Ю. А. Життєвий цикл контракту та кризові явища. Тези доповідей LXXII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2016. С. 162.

22. Маковська Ю.А. Моделювання довгострокового контракту на утримання автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2017. С. 231.

23. Маковська Ю. А. Нормування рівнів обслуговування в довгострокових контрактах на поточний та дрібний ремонт автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2017. С. 231.

24. Маковська Ю. А. Обґрунтування рівнів обслуговування у довгострокових контрактах на утримання автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2018. С. 402.

25. Маковська Ю. А. Підхід до імітації довгострокового контракту на утримання доріг. Аналіз існуючих підходів. Основні результати. Тези доповідей LXXV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2019. С. 238.

26. Рутковська І. А., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. До створення моделі управління екологічними ризиками в інвестиційних проектах будівництва та реконструкції доріг. Тези доповідей LXXV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2019. С. 232. (Особистий внесок автора: проаналізовано можливих екологічних ризиків при визначенні інвестиційної привабливості в проектах будівництва та реконструкції автомобільних доріг).

27. Маковська Ю. А. Особливості застосування OPRC контрактів в дорожньому господарстві України. Міжнародна науково-практична конференція

«Актуальні питання наукових досліджень» Том 1. Науково-видавничий центр «Лабораторія думки», м. Чернівці, 29–30 червня 2016 р. С. 23–25.

28. Маковська Ю. А. Моделювання довгострокового контракту на утримання автомобільних доріг. Інноваційна економіка. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 7–8 жовтня 2016 р.). Херсон : ISBN978-966-916-143-7. С. 55–58.

29. Маковська Ю. А. Механізм обґрунтування параметрів довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг. VIII Міжнародна конференція «Літні наукові читання» : Київ, 2020. С. 34–41.

Свідоцтва та патенти:

30. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72566 Комп'ютерна програма «Імітаційна модель довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг за критеріями рівнів обслуговування (ІМ-ДККП)» / Н. М. Соколова, Ю. А. Маковська (Україна). № 773148; заявл. 12.04.2017; зареєстр. 27.06.2017.

ABSTRACT

Makovska Yu. A. Mechanism for ensuring the strategic development of road maintenance enterprises. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of economic sciences on a specialty 08.00.04 – economics and management of the enterprises (on kinds of economic activity). – National Transport University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation generalizes and solves in an important way an important scientific and practical task, which is to study the theoretical foundations and develop guidelines and practical recommendations for the mechanism of strategic development of road maintenance enterprises in terms of long-term contracts for the maintenance of public roads. The principle of ensuring their operational condition in accordance with regulations, norms and standards and assessing the economic efficiency of measures to ensure the strategic development of road maintenance enterprises.

Based on the analysis of the conceptual apparatus of strategic development of enterprises and the category "mechanism" to ensure the strategic development of road maintenance enterprises, their author's definitions are determined, which take into account the specifics of road maintenance.

Analysis of the main provisions of modern contract theory, the essence and world experience of long-term contracts for road maintenance on the principle of ensuring their performance allowed to identify the main features of long-term contracts compared to traditional one-year contracts, which are the scope of work provided and controlled by the customer the subject of long-term contracts are the operational qualities of roads, which are controlled by the customer, without interfering in the activities of road maintenance enterprises. This encourages road maintenance companies to reduce costs with a constant monthly payment to maintain performance, which creates opportunities for strategic development of the road maintenance company.

It is established that the main reason for the unsatisfactory condition of roads in Ukraine is the insufficient level of funding for repairs and maintenance of roads much less than the minimum needs, while the development of the road network and improving its transport and operational condition is a necessary prerequisite for further socio-economic development.

Based on a systematic analysis of conditions and factors to ensure the strategic development of road maintenance enterprises, subordinated to the goals and objectives of the National Transport Strategy, goals and objectives of road development, the relevant goals, objectives and objectives of road maintenance enterprises in road transport infrastructure are clarified. The global interests of this system are represented by the customer, who influences the activities of road maintenance companies through long-term contracts. The criterion for the optimality of this system is public welfare, which includes public benefits and takes into account the profits of the road maintenance company. Based on the impossibility of quantifying the impact of most defects of road elements on public benefits, the concept of ensuring a given operational level of maintenance, the support of which guarantees the required level of public benefits.

To solve the problem of strategic development of the road maintenance enterprise on the basis of the mechanism of its provision, a conceptual approach is proposed, which focuses on the tools and means of the mechanism needed to justify rational economic decisions on strategic development management. A simulation model of the stochastic process of road maintenance is proposed, for which a meaningful description is made with a partial formalization of the components of the simulation model, sufficient for further algorithmization and development of a computer program. The input parameters of the simulation model are the main parameters of the long-term contract: the length of road sections that are the objects of the contract; contract duration; the amount of monthly payment to the road maintenance enterprise for the performance of works and provision of road maintenance services; the cost of one penalty point, which is charged for late elimination of defects; specification of operational levels of service; the level of requirements for the operational condition of road sections; contractual retention rate. Random variables are modeled according to triangular distribution laws, the parameters of which are established by the expert method, due to the complete absence of statistical observations. The output of the simulation model is to estimate the probabilistic distributions of random values of costs of works and services, amounts of deductions for road maintenance (fines), loss or profit, the dynamics of these values in the contract period and the dynamics of the level of maintenance, and derived indicators.

Based on a meaningful description and algorithmization of the simulation model to create a sufficient for practical application a working prototype of a computer program simulation model of the road maintenance process, implemented in Excel Microsoft Office using Visual Basic for Application. The lack of possibility of empirical substantiation of the adequacy of the simulation model led to the substantiation of the reliability of the model from the standpoint of rationalism and absolute pragmatism. The testing of the computer program allowed to determine the minimum sufficient number of 1000 runs of the simulation model to calculate the values of the required economic indicators.

Developed guidelines and practical recommendations on how to use the

simulation model to evaluate the means of strategic development of road maintenance enterprises, which include five consecutive stages, the iterative application of which allows to perform the necessary computer experiments to determine price, duration, complexity, quantity and the length of road sections of the contract with an assessment of the economic risks of the contract. Computer experiments make it possible to quantify the feasibility and economic attractiveness of a long-term contract to evaluate the means of ensuring the strategic development of road maintenance companies. On the example of the section of the road R-15 the application of methodical provisions for comparison of two strategies of maintenance of the highway is executed and demonstrated: strategy of support (corrective) and strategy of anticipation. It was found that the obtained estimated economic effect is always purely individual and reflects the creative approach of the expert and his propensity to risk or risk aversion.

Substantiated sources of economic efficiency of means of ensuring the strategic development of road maintenance enterprises: 1) introduction of innovative technologies (preventive strategy of road maintenance, use of materials and structures with a longer warranty period, etc.); 2) increasing the production capacity of the road maintenance enterprise and thus reducing the parameter of the maximum value in the triangular law of distribution of the coefficient of advance / delay of the duration of elimination of defects. Both sources, first of all, reduce the number of penalty points, hence the amount of deductions from the monthly payment to the road maintenance company.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of theoretical and methodological provisions for the formation of a mechanism to ensure the strategic development of DEP. In the process of research the author obtained the following most significant scientific results, which reveal his personal contribution to the development of scientific and applied tasks and specify the novelty of the dissertation:

For the first time, scientific and methodological provisions have been developed for the formation of a mechanism for ensuring the strategic development of road maintenance companies, the essence of which is to create a simulation model of the

process of road maintenance, which allows forecasting estimates of probabilistic laws of distribution of economic results – value, fines measures to ensure the strategic development of the road maintenance enterprise.

Improved:

– an approach to the formation of long-term road maintenance contracts as a basis for strategic development, which differs from existing ones by using operational service levels, road condition requirements levels and operational maintenance levels, which allows to study and assess the impact of long-term contracts on economic results. development of road maintenance enterprises;

– methodical approach to substantiation of the price of a long-term contract, which differs from the existing one by obtaining and using estimates of the laws of distribution of economic indicators, which allows to obtain quantitative estimates of economic risks of strategic development of road maintenance enterprises;

– methodical approach to substantiation of the cost of the penalty point for calculating the amounts of deductions from DEP payments for late elimination of defects, which differ from the previously proposed approaches taking into account the priority of defects on safety, cost and comfort of traffic and preservation of roads to reduce their life cycle;

– methodical provisions of substantiation of the preventive strategy of road maintenance, which differs from the corrective strategy by eliminating the factors of increasing severity and spread of defects, which eliminates the calculation of penalty points and reduces the economic losses of road maintenance companies.

Got further development:

– methods of assessing the effectiveness of measures to ensure the strategic development of road maintenance enterprises, which, unlike existing ones, are based on a probabilistic forecast of costs, fines, profitability, maintenance level and price / quality ratio, which maintains the required level of public welfare;

– Information analytical system for managing long-term contracts, which, in contrast to the existing one, will allow to make sound economic decisions to ensure the strategic development of road maintenance enterprises.

The practical significance of the results is that the main provisions of the dissertation are brought to the level of methodological developments and practical recommendations aimed at introducing innovative levers in the road industry of Ukraine to ensure an effective long-term strategy for road maintenance enterprises protected by copyright.

The main achievements of the dissertation research, characterized by practical significance:

- simulation model of the process of road maintenance and the current prototype of a computer program for calculating the main indicators of economic efficiency of the strategic development of the road maintenance company on the basis of long-term contracts;

- methodical provisions and practical recommendations for substantiation of strategic development of road maintenance enterprises in the market of road maintenance services.

The research materials were used in the National Standards of Ukraine DSTU 8992: 2020 “Roads. Guidelines for substantiation of service levels during maintenance" and DSTU 8993: 2020 "Roads. Levels of service during operational maintenance” (will come into force on July 1, 2021 by the order of the National Standardization Body of March 2, 2020, Kyiv, № 50).

The materials of the research were implemented in the State Agency of Motor Roads of Ukraine (reference from 05.01.2021 №; 01/09), LLC “GRANBUD LEADER" (reference from 22.12.2020 № 12-22-01) and in the educational process of NTU (reference from 10.06 .2020 № 895/11).

Keywords: road routine maintenance enterprise, strategic development, support mechanism, long-term contract, conceptual approach, simulation model of road maintenance process, highways.

LIST OF PUBLICATIONS ON THE THESIS TOPIC

Completeness of dissertation in publications and personal contribution to them by the author.

Publications in the editions of foreign countries in the field.

1. Sokolova N. M., Makovska Y. A. An approach to simulation of a long-term road maintenance contract. *Vehicle transport systems and means, selected issues*. No. 7. Series: Transport. Rzeszow. 2016. pp. 149–428. (Personal contribution of the author deals with the offered simulation model that could be used in ex ante phase to sign a contract and in ex post phase in contract completion, risk management, anti-crisis management, revision of contract terms, etc. The task of the theory of road maintenance and its economic part must be the development of models of the cumulative impact of service levels on the magnitude of the function of public welfare.

2. Makovska, J. (2020). Method of evaluation of road routine maintenance strategies. *Economics, Finance and Management Review*, (4), 106–112. URL: https://doi.org/10.36690/2674-5208-2020-4-106.

Publications in the scientific professional publications of Ukraine

3. Sokolova N. M., Herasymenko A. V., Makovska Y. A. Anti-crisis management experience through the public and private partnership. *Project management, system analysis, and logistics: Scientific Journal*. Kyiv. 2012. Issue 10. pp. 552–556. (Personal contribution of the author is in the presentation of anti-crisis management experience through the public and private partnership).

4. Makovska Y. A. Concession agreements, the future of road construction in Ukraine. *Project management, system analysis, and logistics: Scientific Journal*. Kyiv. 2013. Issue 11. pp. 123–127.

5. Sokolova N. M., Herasymenko A. V., Makovska Y. A. Analysis of the world experience in the public and private partnership and ways of its development in Ukraine. *Bulletin of the National Transport University*. Kyiv. 2012. Issue 26. pp. 510–515. (Personal contribution of the author: on the basis of the conducted research the directions for the development of Patrol Police Department in Ukraine were developed).

6. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Simulation model of price justification in a long-term contract for the maintenance of roads. *Efficient Economy*. Dnipro. 2016. Issue 6. URL: https://nbuv.gov.ua and https://www.economy.nayka.com.ua. (Personal contribution of the author is in the development of the simulation model that justifies

the amount of the monthly payment to the LCFI contractor for current minor repairs and maintenance of public roads).

7. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Justification of service levels in long-term contracts for road maintenance. *Efficient Economy*. Dnipro. 2017. Issue 12. URL: https://www.economy.nayka.com.ua. (Personal contribution of the author is in the realization of the developed Excel 2007 simulation model that justifies service levels of maintenance of road elements and fixed monthly payment in LCFI).

8. Datsenko V. M., Makovska Y. A., Sokolova N. M. Quality assurance mechanism in long-term contracts for operational road maintenance. *Efficient Economy*. 2020. #6. URL: https://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7991. (Personal contribution of the author is the analysis of the opportunity to use the analytical "principal-agent" model to justify the optimal mechanism for stimulating the quality assurance of road maintenance by the contractor and bidder's evaluation of personal potential regarding risk rejection at the ex ante contract stage).

9. Makovska Y. A. Mechanism to ensure the strategic development of road maintenance enterprises. *Efficient Economy*. 2020. #11. URL: https://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8362. .

Works in Other Ukrainian Publications

10. Sokolova N. M., Harchenko K. H., Makovska Y. A. The use of concession agreements on the basis of the public and private partnership in road construction. *Highways and Road Construction*. Kyiv. 2013. Issue 89, pp. 137–145. (Personal contribution of the author: to highlight the importance of concession agreements in the road industry that attract private capital through the public-private partnership).

11. Sokolova N. M., Makovska Y. A., Shkarivska N. Y. Public and private partnership as a mechanism of capital attraction for road construction and maintenance. *Highways and Road Construction*. Kyiv. 2013. Issue 90, pp. 154–162. (Personal contribution of the author: the analysis of world experience of project financing schemes in the road sector in terms of using public-private partnership mechanisms (PPP). Various sources of private sector raising funds were introduced. The main characteristics of project financing were generalized. State financial support for project

financing through the PPP mechanism was considered. Further research directions that address the issue of PPD contract formation were offered).

12. Makovska Y. A. Service levels in long-term contracts for current minor repairs and maintenance of roads. *Highway of Ukraine*. 2017. #3 (251). pp. 39–44.

13. Makovska Y. A. Pricing model of a long-term contract for current minor repairs and maintenance of roads. *Highway of Ukraine*. 2018. #1 (253). pp. 30–32.

14. Bezuhlyi A. O., Pechonchyk T. I., Mudrychenko N. S., Makovska Y. A. Performance evaluation mechanism of the energy service efficiency in road management. *Economy. Management. Entrepreneurship, trade, and exchange activity. ISSN 2524-0994. Roads and Bridges*. 2018 (18). (Personal contribution of the author: analysis of performance evaluation mechanisms of energy service efficiency in road management and presentation of the problem and ways for its solution).

Published Approbations

15. Kanin O. P., Makovska Y. A. Process and management quality in road construction. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2012. p. 140.

16. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Influential factors of elements and constructions on road traffic safety. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2012. p. 184.

17. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Anti-crisis management and the concept of crisis phenomenon. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2013. pp. 143–144.

18. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Experience of project realization of the public-private partnership in the construction of roads in Ukraine. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2014, p. 131.

19. Herasymenko A. V., Makovska Y. A. Transport security of Ukraine: topical issues of implementation. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2015. pp. 228–229.

20. Makovska Y. A. Conceptual system of contract management with due regard for crisis phenomena. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2015. p. 377.

21. Makovska Y. A. Contract life cycle and crisis phenomena. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2016. p. 162.

22. Makovska Y. A. Modeling of a long-term contract for road maintenance. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2017. p. 231.

23. Makovska Y. A. Standardization of service levels in long-term contracts for current and minor repairs of roads. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2017. p. 231.

24. Sokolova N. M., Makovska Y. A. Justification of service levels in long-term contracts for road maintenance. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2018. p. 402.

25. Sokolova N. M., Makovska Y. A. The approach to simulating a long-term road maintenance contract. Analysis of the existing approaches. Key results. Abstracts of LXVIII scientific conference of the teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2019. p. 238.

26. Rutkovska I. A., Herasymenko A. V., Makovska Y. A. To the creation of a model of environmental risks management in the investment projects for road construction and reconstruction. Abstracts of LXVIII scientific conference of the

teaching staff, postgraduate students, students, and employees of separate structural units of the university. Kyiv : NTU, 2019. p. 232.

International Conferences

27. Makovska Y. A. Features of OPRC contract application in the road industry of Ukraine. International scientific and practical conference “Topical issues of scientific research” Volume 1. Scientific publishing center “Thought Laboratory”, Chernivtsi, June, 29–30. 2016. pp. 23–25.

28. Makovska Y. A. Modeling of a long-term contract for road maintenance. Innovative Economy. Materials of II International scientific and practical conference (Odesa, October, 7–8. 2016). Kherson : ISBN978-966-916-143-7. pp. 55–58.

29. Makovska Y. A. Mechanism for the rationale of parameters of long-term contracts for road maintenance. VIII International conference “Summer scientific reading” : Kyiv, 2020. pp. 34–41.

Copyright Registration Certificate for the Work

30. Copyright registration certificate for the work # 72566 Computer program “Simulation model of a long-term contract for road maintenance according to the criteria of service levels (SM – LCFI)” / N. M. Sokolova, Y. A. Makovska (Ukraine). # 773148; request date 12.04.2017; registered 27.06.2017.

ЗМІСТ

С.:

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ …… 26

ВСТУП…….. 27

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДҐРУНТЯ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ…. 35

1.1 Понятійний апарат процесу стратегічного розвитку підприємства. 35

1.2 Категорія механізму в економічній науці…….. 43

1.3 Теорія контрактів як основа механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств…….. 51

Висновки до розділу 1 …… 71

РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ……... 75

2.1 Фактори, що обумовлюють необхідність забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств і його механізму…… 75

2.2 Системний аналіз умов і факторів стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств…….. 83

2.3 Концептуальний підхід до розробки імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг у складі механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств…….. 102

Висновки до розділу 2 ……..…….. 152

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ…….. 158

3.1 Програмні засоби імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг та оцінювання їх адекватності…… 158

3.2 Методичні положення і практичні рекомендації щодо застосування імітаційної моделі для оцінювання заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств…….. 178
3.3 Джерела економічної ефективності заходів із забезпечення стратегії розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств……... 188
Висновки до розділу 3 …… 192
ВИСНОВКИ……. 195
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 199
ДОДАТКИ……. 237

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДЕП – дорожньо-експлуатаційне підприємство

ЕРО – експлуатаційний рівень обслуговування

ЕРУ – експлуатаційний рівень утримання

PBC – Performance-Based Contract

СУСП – Система управління станом покриття

АЕСУМ – Аналітична експертна система управління мостами

АД-ТП – автомобільна дорога – транспортні потоки

РВ – рівень вимог

ВСТУП

Актуальність роботи. Сучасний незадовільний стан більшості автомобільних доріг України спричиняє суттєве зростання собівартості перевезень, зниження рівня безпеки і комфортності дорожнього руху та рівня екологічної безпеки доріг. Ці фактори негативно впливають на соціально-економічний розвиток держави, на конкурентоспроможність її економіки та на обороноздатність. Необхідність вирішення проблеми незадовільного стану доріг обумовили реформу системи управління дорожнім господарством України, яка відбулась в останні роки і відкрила на законодавчому рівні шлях новому підходу до експлуатаційного утримання доріг, базованому на створенні умов стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

Завданням утримання є ефективна підтримка експлуатаційних властивостях елементів доріг і, тим самим, збереження доріг. Перехід від традиційних однорічних договорів на утримання доріг до довгострокових договорів (контрактів), які засновані на підтримці заданих експлуатаційних характеристик стану доріг, є новою формою економічних відносин держави і підприємств приватного сектору економіки. Суттєва різниця традиційного і нового виду контрактів полягає у зміні предмету договору – від запланованих замовником обсягів робіт та послуг до узгоджених у довгостроковому контракті замовником і виконавцем цільових рівнів експлуатаційних характеристик доріг.

Довгостроковий контракт створює позитивні умови для забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств на ринку послуг з утримання доріг. Перевагою довгострокових контрактів, впровадження яких планується розпочати у 2021 році, є створення механізму стимулювання впровадження інноваційних технологій, заощадження ресурсів при стабільному багаторічному фінансуванні.

Проте, проблема обґрунтування шляхів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП і кількісного оцінювання їх ефективності в умовах застосування довгострокових контрактів, як у фазі відбору виконавця та укладання контракту

(ex ante), так і у фазі реалізації контракту (ex post) досліджена недостатньо не тільки в Україні, але й в усьому світі.

Необхідність вирішення означеної проблеми обумовила вибір теми дослідження, його актуальність, мету, завдання та логіко-структурну побудову.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає актуальним напрямам науково-технічної політики України, напрямам і завданням державних науково-технічних програм: Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року (Розпорядження Кабінету міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р) та Державній цільовій економічній програмі розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки (Розпорядження Кабінету міністрів України від 21.03.2018 р. № 382).

Основні теоретичні і прикладні дослідження дисертації були виконані в рамках науково-дослідних робіт Національного транспортного університету за планами науково-дослідних робіт Державного агентства автомобільних доріг України, а саме: «Провести аналіз, правове дослідження та підготувати пакет документів для внесення змін до нормативно-правових актів і нормативно-технічних документів для можливості реалізації форм контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування тривалого строку дії» (номер державної реєстрації 0116U007509), в межах якої здобувачем був виконаний аналіз світового досвіду щодо форм контрактів; «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» (номер державної реєстрації 0117U005111), в межах якої здобувачем був запропонований алгоритм імітації для обґрунування строків реагування з усунення дефектів; Методичні рекомендації з управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування МР В.3.2-02070915-844:2014, в яких здобувач дослідив

антикризове управління в довгострокових контрактах.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розвиток теоретичних засад, методичних положень, розробка практичних рекомендацій щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. Відповідно до цієї мети були поставлені та вирішені такі **завдання:**

– розглянути понятійний апарат стратегічного розвитку підприємств та категорію «механізм» стосовно забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств з визначенням їх авторських дефініцій;

– проаналізувати положення теорії контрактів, сутності та світового досвіду реалізації довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг;

– з’ясувати причини, що обумовлюють необхідність забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– виконати системний аналіз умов і факторів стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– запропонувати концептуальний підхід до розробки імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг у складі механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств і виконати її змістовний опис;

– на основі змістовного опису та алгоритмізації імітаційної моделі створити діючий прототип комп’ютерної програми імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг;

– розробити методичні положення і практичні рекомендації щодо застосування імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг при оцінюванні заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– визначити джерела економічної ефективності заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

Об’єктом дослідження є процес забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств в умовах застосування довгострокових

контрактів на утримання автомобільних доріг.

Предметом дослідження є теоретичні і методико-практичні положення щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств на основі застосування довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг за принципом відповідності їх експлуатаційного стану нормативно-правовим актам, нормам та стандартам.

Методи дослідження. Теоретичну та методичну основу дисертаційної роботи склали фундаментальні положення економічної науки. З метою вивчення проблемних питань у дисертації використовувалися загальнонаукові і спеціальні методи: методи системного аналізу – для встановлення зв'язків між складовими досліджуваного процесу при розробці вихідних концептуальних положень, як структурної основи для побудови імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг щодо забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства з метою вивчення оцінок законів розподілу імовірнісних характеристик економічних показників дорожньо-експлуатаційного підприємства; експертні оцінки – для визначення вихідних ймовірнісних параметрів імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг; методи імітаційного моделювання – для обґрунтування ціни довгострокового контракту, розміру сум утримань за несвоєчасно досягнуті рівні обслуговування; комп'ютерний експеримент – для оцінки ефективності запропонованої імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг і комп'ютерної програми, які її реалізують, у пошуку визначальних параметрів довгострокових контрактів.

Інформаційною платформою дисертаційного дослідження стали основні положення та результати теоретичних доробок вітчизняних та зарубіжних авторів, опублікованих у відкритих джерелах, та дані, які поширюються через мережу інтернет, офіційні нормативні акти державних органів влади, а також звітна інформація підприємств дорожнього господарства.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці теоретичних та методичних положень щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. У процесі дослідження автором отримані такі найбільш суттєві

наукові результати, які розкривають його особистий внесок у розробку науково-прикладного завдання і конкретизують новизну дисертації:

вперше:

– розроблені науково-методичні положення щодо формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, сутність яких полягає у створенні імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг, що дає можливість прогнозування оцінок ймовірнісних законів розподілу економічних результатів – вартості, штрафів, прибутку від застосування заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства;

удосконалено:

– підхід до формування довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг як основи для стратегічного розвитку, який відрізняється від існуючих використанням експлуатаційних рівнів обслуговування, рівнів вимог до стану доріг та експлуатаційних рівнів утримання, що дозволяє дослідити та оцінити вплив головних параметрів довгострокових контрактів на економічні результати забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– методичний підхід до обґрунтування ціни довгострокового контракту, який, на відміну від існуючого, передбачає отримання та використання оцінок законів розподілу економічних показників, що дозволяє отримати кількісні значення економічних ризиків стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– методичний підхід до обґрунтування вартості штрафного балу для обчислення сум утримань з виплат ДЕП за несвоєчасне усунення дефектів, що відрізняються від запропонованих раніш підходів урахуванням пріоритетності впливу дефектів на безпеку, собівартість і комфорт руху та збереження доріг з метою зменшення вартості їх життєвого циклу;

– методичні положення обґрунтування превентивної стратегії утримання доріг, яка відрізняється від корективної стратегії усуненням чинників зростання

серйозності та розповсюдження дефектів, що виключає нарахування штрафних балів і зменшує економічні втрати дорожньо-експлуатаційного підприємства;

набули подальшого розвитку:

– методи оцінювання ефективності заходів із забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, що, на відміну від існуючих, передбачають застосування у ймовірнісному прогнозі значень розмірів витрат, штрафів, прибутковості, показника рівня утримання та відношення ціна / якість, що дозволяє підтримувати необхідний рівень суспільного добробуту;

– інформаційна аналітична система управління довгостроковими контрактами, що відрізняється від існуючої застосуванням імітаційного моделювання для обґрунтування економічних рішень щодо забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що основні положення дисертаційної роботи доведені до рівня методичних розробок та практичних рекомендацій, які спрямовані на впровадження у дорожньому господарстві України інноваційних важелів механізму забезпечення ефективної довгострокової стратегії розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств, які захищені свідоцтвом авторського права на твір.

Основні здобутки дисертаційного дослідження, що характеризуються практичною значимістю:

– імітаційна модель процесу утримання автомобільних доріг та діючий прототип комп’ютерної програми розрахунку основних показників економічної ефективності реалізації стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства на основі довгострокових контрактів;

– методичні положення та практичні рекомендації обґрунтування стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств на ринку послуг з утримання автомобільних доріг.

Матеріали дослідження були використані в Національних стандартах України 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» (наберуть чинності 01.07.2021 р. за наказом Національного органу стандартизації від 02 березня 2020 р., Київ, № 50).

Матеріали дослідження були впроваджені в Державному агентстві автомобільних доріг України (довідка від 05.01.2021 № 01/09), ТОВ «ГРАНБУД ЛІДЕР» (довідка від 22.12.2020 № 12-22-01) та в учбовому процесі НТУ (довідка від 10.06.2020 № 895/11).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійно виконаною науковою роботою, у якій представлено авторський підхід і особисто одержані теоретичні та практичні результати щодо механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

З наукових робіт, опублікованих у співавторстві, використано лише напрацювання здобувача. Наукові положення, висновки та рекомендації, які виносяться на захист, є авторським здобутком.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи викладені та опубліковані в матеріалах науково-технічних конференцій, а саме на: наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (2012–2019); Міжнародних науково-технічних конференціях «Сучасні методи і технології проектування, будівництва та експлуатації інженерних споруд на автомобільних дорогах» (м. Київ, Національний транспортний університет, 4–5 квітня 2013 р.), (м. Київ, Національний транспортний університет, травень 2016 р.); XLIII Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання наукових досліджень» (м. Чернівці, 29–30 червня 2016 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні методи і технології проектування, будівництва та експлуатації, автомобільних доріг,споруд на них», тренінгу «Підвищення якості підготовки фахівців для транспортної галузі» (м. Київ, 22–25 листопада 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційна економіка» (м. Одеса, 7–8 жовтня 2016 р.); VIII Міжнародній конференції «Літні наукові читання»

(м. Київ, Центр наукових публікацій, 31 липня 2020 р.).

Публікації. За темою дисертації та за результатами досліджень опубліковано 30 робіт, із них 13 особисто автором, 17 – у співавторстві, 15 тез доповідей на наукових конференціях.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДҐРУНТЯ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Понятійний апарат процесу стратегічного розвитку підприємства

Правові, економічні, організаційні та соціальні засади забезпечення функціонування автомобільних доріг, їх будівництва, реконструкції, ремонту та утримання визначені законами України: Про транспорт, Про автомобільні дороги, Про дорожній рух, Про інвестиційну діяльність, Про джерела фінансування дорожнього господарства України, Про місцеве самоврядування в Україні, Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг та іншими законами і актами законодавства та ряд інших.

В Законі України «Про транспорт» визначено, що розвиток і вдосконалення транспорту здійснюється відповідно до державних цільових програм з урахуванням його пріоритету та на основі досягнень науково-технічного прогресу і забезпечується державою. Такою державною програмою є Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [120].

Однією з причин сучасного критичного рівня стану транспортної галузі стало системне недофінансування, недостатнє технічне обслуговування інфраструктури та транспорту, а також технічна відсталість, що загрожує вже не тільки виконанню його соціально-економічних функцій, але і національній безпеці [120].

Згідно з Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року необхідним є збільшення ефективності та конкурентоспроможності транспортної галузі, вдосконалення правового механізму державно-приватного партнерства, посилення взаємодії між державним та приватним сектором, проведення реформ, у тому числі запровадження децентралізації, особливо шляхом скоординованих ініціатив державної політики. Передбачається, що ці принципи забезпечать міцну основу сталого розвитку транспортної галузі та створення вільного та конкурентного ринку транспортних послуг [120].

Стратегія визначає основні напрями покращення якості надання транспортних послуг, передбачає наближення рівня їх надання та розвитку інфраструктури до європейських стандартів, підвищення рівня безпеки та зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище, реагує на необхідність поліпшення системи управління, проведення адміністративної реформи та децентралізації повноважень центральних органів виконавчої влади, запровадження антикорупційної політики, корпоративного управління у державному секторі економіки [120].

Стратегія розвитку транспортної галузі здійснюється, у тому числі, шляхом стратегічного розвитку її підприємств.

Основним нормативно-правовим актом щодо стратегічного розвитку дорожнього господарства є Закон України: «Про автомобільні дороги» [108] зі змінами, які є наслідками реформування системи управління дорожнім господарством [109, 110, 111, 68]. Зокрема, статтею 6 цього Закону передбачено, що стратегію розвитку всіх видів автомобільних доріг на території України здійснює центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері дорожнього господарства. В Закон була уведена норма права, якою передбачено, що експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування та інших видів автомобільних доріг може здійснюватися на основі довгострокових (до семи років) договорів (контрактів) про утримання автомобільних доріг загального користування за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів [108, ст. 6].

Забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств (далі – ДЕП), яке спрямовано на підвищення якісного стану автомобільних доріг, з одного боку, позитивно впливає на споживчі властивості доріг, отже на економічну, екологічну та оборонну безпеку країни, а, з другого боку, на розвиток і підвищення ефективності ДЕП. Саме тому визначення категорій розвитку і стратегії підприємств є необхідною передумовою формування механізму забезпечення розвитку підприємств у сфері

експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

Проблемні питання стратегічного розвитку ДЕП потребують з'ясування сутності окремих категорій стратегічного розвитку, уточнення його понятійно-категоріального апарату, виокремлення особливостей стратегії на рівні ДЕП.

Філософські науки трактують розвиток, як специфічний процес зміни, результатом якого є виникнення якісно нового, поступального процесу сходження від нижчого до вищого, від простого до складного [160; 150, с. 587].

Докладно філософську сутність саме розвитку розглянув Ю.С. Погорелов [124]. Ці дослідження дозволили йому виділити елементи (або складові) визначення розвитку стосовно підприємства (рис. 1.1) та запропонувати систематизацію його розвитку (табл. 1.1).

Рисунок 1.1 – Складові визначення розвитку підприємства

Джерело: [124]

В Економічному енциклопедичному словнику дане таке визначення: економічний розвиток – незворотні, спрямовані, закономірні (кількісно-якісні та сутнісні) зміни економічної системи в довготерміновому періоді, що відбуваються під впливом економічних суперечностей, потреб та інтересів, зумовленість яких

характеризується дією основних законів діалектики, що не виходять за межі глибинної внутрішньої сутності такої системи [45, с. 203]. Під системою в нашій дисертаційній роботі мається на увазі ДЕП.

Таблиця 1.1 – Систематизація розвитку

Критерій систематизації	Види розвитку	Характер критерію
Характер змін	Екстенсивний (еволюційний) та інтенсивний(трансформістський)	Загальний
Джерело або першопричина розвитку	Екзогенний та ендогенний	Загальний
Масштаб та складність об’єкта	Індивідуальний та загальний	Загальний
Форма	Прямолінійний, драбинно-поступальний, ламаний, хвилеподібний, спіралеподібний	Загальний
Представлення суб’єкту розвитку	Проективний, непроективний	Спеціальний (тільки за умов виділення суб’єкта розвитку)
Виділення вектору розвитку	Векторний, квазі-хаотичний	Спеціальний (розвиток підприємства)
Кількість виділених векторів	Одновекторний, багатовекторний, фронтальний	Спеціальний (розвиток підприємства)
Комплексність змін	Однопроектний, односферний, багатосферний та холічний	Спеціальний (розвиток підприємства)
Комплексність змін	Прогресія, дегресія, пульсація та незмінність	Спеціальний (розвиток підприємства)

Джерело: [124]

Слід розрізняти поняття розвитку і росту. Якісні зміни системи, які є безпосередньою ознакою розвитку, його ключовою характеристикою. Ця характеристика розвитку, в першу чергу, є тим, чим він відрізняється від економічного росту [160, 167].

Як вважає Н. В. Касьянова [63], ґрунтовне, абстрактне пояснення суті

розвитку дається у «Філософському енциклопедичному словнику»: «Розвиток – незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних та ідеальних об'єктів; один із загальних видів зв'язку» [150, с. 555]. Згідно з тлумачним словником української мови, розвиток – слово, що позначає «процес росту, розмаху, розквіту, процвітання; рух, хід, поступ» [98].

На основі робіт Н. В. Касьянової [63], В. Кифяк [64], С. П. Дунди [40] складено таблицю визначень економічної категорії «розвиток» (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Визначення економічної категорії «розвиток»

Автор	Поняття «розвиток»
Шумпетер Й. [167]	Створення комбінацій з метою виробництва нового блага, способу його виробництва, виходу на новий ринок, використання нового джерела сировини або нової організації підприємства
Карлоф Б. [61]	Розвиток – посилення позиції підприємства на ринку, розширення кола споживачів продукції, створення нових сфер бізнесу, збільшення обсягу збуту продукції, гармонійна взаємодія з навколишнім середовищем
Портер М. [105]	Розвиток є певного роду стратегією підприємства
Акофф Р. Л. [2]	Розвиток – це особливий тип руху, що характеризує прогресивний характер
Мельник Л. Г. [87]	Розвиток – незворотна, спрямована, закономірна **зміна** системи на основі реалізації внутрішньо властивих їй механізмів самоорганізації
Афанасьєв Н. В., Рогожин В. Д., Рудика В. І. [7]	Розвиток – процес, який ґрунтується на результатах науково-технічного досягнення, що сприяє розвитку виробничих сил та задоволенню потреб суспільства у товарах високої якості. Процес розвитку безпосередньо пов'язаний із зростанням міри ефективності, покращенням бізнес-процесів чи управління ними, в результаті чого досягнутий кількісний чи якісний приріст корисного результату
Єрохін С. А. [45, с. 35]	Розвиток – це особливий тип руху, що характеризує прогресивний характер взаємодії речей
Забродський В. А., Кизим М. О. [47, с. 6]	Розвиток економіко-виробничих систем – це процес переходу економіко-виробничої системи у новий, більш якісний стан за рахунок нагромадження кількісного потенціалу, зміни й ускладнення структури і складу, в результаті чого підвищується її здатність чинити опір руйнівному виливу зовнішнього середовища та ефективність функціонування

Кінець таблиці 1.2

Раєвнєва О. В. [123]	Під розвитком доцільно розуміти унікальний процес трансформацій відкритої системи в просторі і часі, який характеризується перманентною зміною глобальних цілей її існування шляхом формування нової дисипативної структури і переведенням у новий атрактор функціонування
Погорелов Ю. С. [124]	Розвитком підприємства вважається довготривала сукупність процесів кількісних і якісних змін у діяльності підприємства, які приводять до поліпшення його стану шляхом збільшення потенціалу підприємства, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої інтеграції, що підвищує здатність підприємства протидіяти негативним впливам зовнішнього середовища, поліпшує його життєздатність
Кифяк В. [64]	Розвиток підприємств доцільно трактувати як динамічну систему взаємодіючих підсистем, передумов, факторів і принципів, які формують вектор кількісних і якісних змін функціонування підприємства, спрямованих на досягнення пріоритетів.
Дунда С. П. [40]	Розвиток підприємства – це сукупності спрямованих, інтенсивних та якісних змін економічної природи, що відбуваються на підприємстві внаслідок протиріч у внутрішньому середовищі та впливів факторів зовнішнього середовища
Мала Н. Т., Грабельська О. В. [84]	Економічний розвиток є однією з найголовніших цілей функціонування будь-якого підприємства, оскільки забезпечує задоволення нових потреб споживачів; підвищення конкурентоспроможності організації та зміцнення її позицій на міжнародній арені; створення умов та фінансово-технологічної бази для подальшого розвитку тощо
Шинкаренко В. Г., Бурмака М. М. [164]	Розвиток соціально-економічної системи (підприємства) – це незворотні, закономірні, спрямовані на розв’язання протиріч між системою та зовнішнім середовищем або в середині системи кількісні, структурні та якісні зміни відповідно до встановленої мети, які призводять до досягнення якісно нового стану (властивості) системи та отримання соціально-економічного ефекту

Джерела: Наведені в таблиці

Аналіз наведених визначень поняття «розвиток» дозволяє запропонувати таке авторське визначення розвитку ДЕП – це процес виконання місії ДЕП

шляхом досягнення встановлених цілей та кращого стану ДЕП у відповідності з розвитком автомобільних доріг, спричинений незворотними, закономірними, спрямованими на розв'язання протиріч, що виникають між ДЕП і зовнішнім середовищем і у внутрішньому середовищі ДЕП, на основі довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів, який забезпечує отримання зовнішніх соціально-економічних ефектів і прибутку ДЕП при умові відповідності потенціалу ДЕП темпам розвитку.

Сутності і змісту поняття «стратегія» присвячені роботи багатьох авторів, наведених у табл. 1.4 [70] (табл. 1.4 доповнена автором дисертації з урахуванням робіт [3, 8, 14, 16, 26, 46, 62, 72, 97]).

Швіндіна Г. О. [162] виділяє такі групи підходів до визначення стратегії:

– стратегія як координація вищого типу для складних відкритих ієрархічних систем;

– стратегія як пошук відповідності до викликів навколишнього середовища з одночасним отриманням переваги над опонентами: орієнтацію на конкурентні переваги; фокусування уваги на ресурсах та компетенція;

– стратегія – це збалансована взаємодія з іншими акторами;

– стратегія – це парадокс. Це інтегральний погляд на стратегію, який вбирає в себе процесний, структурний підходи та дихотомії у визначенні стратегії.

На основі аналізу понять «стратегія» та «стратегія підприємства» визначимо авторське визначення стратегії розвитку ДЕП – це формування траєкторії руху в економічному просторі та часі і управління здійсненням цього руху в напрямі досягнення довгострокових цілей, що реалізують місію ДЕП через виконання довгострокових контрактів, та стабільного стійкого функціонування шляхом ефективного застосування механізму забезпечення розвитку ДЕП, коригування його напряму на основі врахування змін факторів зовнішнього і внутрішнього середовища.

Таблиця 1.4 – Визначення поняття «стратегія підприємства»

Автор	Визначення
Чандлер А. Д.	Визначення основних довгострокових цілей підприємства, адаптація курсів дій та розміщення ресурсів, необхідних для досягнення цілей [158, с. 18]
Стрікленд А. Томпсон А.	План управління підприємством, спрямований на зміцнення його позиці задоволення потреб споживачів і досягнення поставлених цілей [145, с. 11]
Ансофф І.	Набір правил для прийняття рішень, якими організація керується в своїй діяльності. Вибір напрямку майбутнього зростання, визначення можливостей та ресурсів компанії, можливостей та загроз від зовнішнього середовища. Призначені для оптимізації довгострокової норми прибутку [4, с. 165, с. 173]
Портер М.	Наступальні чи оборонні дії, спрямовані на створення стійкого становища в галузі, з метою успішного подолання п’яти чинників конкуренції і, отже, гарантування максимальної віддачі від капіталовкладень фірми [106, с. 51]
Мескон М. Альберт А. Хедоурі Ф.	Детальний усебічний комплексний план, призначений для реалізації місії організації і досягнення цілей [88, с. 696]
Карлофф Б.	Узагальнена модель дій, необхідних для досягнення поставлених цілей шляхом координації та розподілу ресурсів компанії [61, с. 148]
Дойль П. С.	Комплекс прийнятих менеджментом рішень щодо розміщення ресурсів підприємства і досягнення довгострокових конкурентних переваг на цільових ринках [32, с. 36]
Гудзь О. І.	Під стратегією розвитку підприємства слід розуміти довгостроковий гнучкий план дій інноваційного спрямування з відповідним рівнем ризику, який базується на детальному аналізі внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства, залежить від людських чинників та потребує інвестицій для досягнення ефективних результатів, підвищення конкуренто-спроможності продукції і підприємства [28]
Боярська М. О.	Стратегія – це довгостроковий якісно визначений напрям розвитку підприємства, спрямований на закріплення його позицій, задоволення потреб споживачів та досягнення поставлених цілей [18]
Баланович А. М.	Стратегію розвитку підприємства слід розглядати як систему формування і втілення довгострокових цілей підприємства стосовно забезпечення його стабільного функціонування шляхом ефективного залучення і використання ресурсного потенціалу підприємства, коригування його стану на основі врахування змін факторів зовнішнього і внутрішнього середовища [9, с. 40]

1.2 Категорія механізму в економічній науці

Для з'ясування ролі механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційного підприємства слід виконати аналіз категорії «механізм» і його застосування в науці і в економічній теорії.

Згідно з визначенням у Стенфордській енциклопедії з філософії [222], механізм у науці – це структура, що виконує функцію в її складових частинах, компонентних операціях і їх організації. Організоване функціонування механізму відповідає за одне або більше явищ. Механізм містить чотири основні ознаки:

– феномен (явище),

– складові частини,

– причинно-наслідкові зв'язки,

– організацію.

Канонічне візуальне представлення механізму, що лежить в основі явища, показано на рис. 1.2.

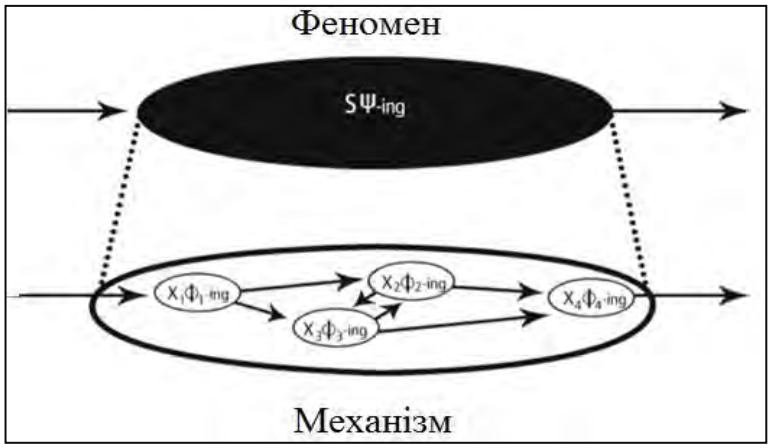


Рисунок 1.2 – Концепція механізму

Джерело: [222]

Угорі це явище, деяка система S, що займається поведінкою Ψ. Це поведінка механізму в цілому. Під ним розташовані частини $X_s = (X_1, \dots, X_4)$ і їхня дія $\Phi_s = (\phi_1 \cup \phi_2 \cup \phi_3 \cup \phi_4)$, організовані разом. Пунктирними похилими вертикальними лініями відображається той факт, що частини і види діяльності, що містяться всередині, є складовими, механізмом, задіяними у цій поведінці. Таким чином, механізми розкладаються в тому смислі, що поведінка системи в цілому може

бути розбита на організовані взаємодії між діяльністю частин. Отже, механізм явища складається з суб'єктів і діяльності, організованих таким чином, що вони несуть відповідальність за це явище. Інакше, механізм для явища складається з утворень (чи частин), діяльність яких та взаємодія організовані таким чином, що вони виробляють це явище [222].

Феномен (або явище), який ми розглядаємо, – це поведінка механізму в цілому. Всі механізми є механізмами деякого явища. Наприклад, механізм синтезу білка синтезує білки. Механізм дії потенціалу породжує потенціал дії. Межі механізму – те, що знаходиться в механізмі, а що ні – фіксуються посиланням на явище, яке пояснює механізм. Компоненти в механізмі є складовими в силу того, що вони мають відношення до явища [222].

Фундаментальні дослідження економічних механізмів виконані лауреатами Нобелівської премії з економіки 2007 року Л. Гурвіцем, Р. Майєрсоном та Е. Маскіном [207, 221, 228].

Розвиток теорії проектування механізмів започаткований Л. Гурвіцем у 1960 р. [248, 264, 265]. Він визначив механізм як гру, в якій учасники надсилають повідомлення один одному та/або в «центр повідомлень», і за заздалегідь втановленим правилом призначається результат (наприклад, розподіл товарів і послуг) для кожної колекції повідомлень. З урахуванням припущень щодо переваг та переконань учасників, кожне правило викликає один або кілька передбачуваних результатів – або рівноваги. У цих рамках прогнозовані результати, які пов'язані з ринками та ринковими інститутами, можна порівняти з прогнозованими результатами широкого спектру альтернативних торгових інститутів. Гурвіц (1972) також ввів ключове поняття про сумісність стимулів (incentive compatibility), яке стало центральним у пізніших розробках.

У 1970-х роках формулювання так званого принципу виявлення та розробка теорії реалізації призвели до великих успіхів у теорії проектування механізмів. Принцип виявлення (Revelation Principle) – це поняття, що значно спрощує аналіз проблем проектування механізмів за Р. Майєрсоном [226]. У ньому йдеться про те, що дослідник, шукаючи найкращий можливий механізм вирішення проблеми,

може обмежити увагу на невеликому підкласі механізмів, а саме – на так званих прямих механізмах, які задовольняють умови Л. Гурвіца щодо сумісності стимулів [226, 264].

Саме загальне визначення, яке можна застосувати до будь-якої взаємодії між економічними суб'єктами, розглядає таку взаємодію як стратегічну гру і називає механізмом саму форму гри. Гра – це опис того, як можуть діяти гравці (економічні суб'єкти) і до чого призведе будь-який набір дій. Наприклад, механізм голосування більшістю визначається наступними правилами: кожна людина, в приватному порядку, вибирає одну з наявних кандидатур; голоси, подані за кожну кандидатуру, підсумовуються; переможцем оголошується кандидат, який набрав більшість голосів [53, с. 7].

Більш чітке формулювання, запропоноване Л. Гурвіцем, визначає механізм як взаємодію між суб'єктами і центром, що складається з трьох стадій: кожен суб'єкт у приватному порядку надсилає центру повідомлення m_i; центр m_i, отримавши всі повідомлення, обчислює передбачуваний результат: $Y = f(m_1, ..., m_n)$; центр оголошує результат Y і, в разі потреби, втілює його в життя [53, с. 8].

Зауважимо, що подібний механізм застосовується при проведенні тендеру на закупівлю послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Тут центром є замовник – служба автомобільних доріг в області, а суб’єктами є підприємства – ДЕП, які пропонують свої послуги за певну ціну (повідомлення m_i). Замовник, отримавши всі повідомлення, вибирає переможця і укладає з ним довгостроковий контракт.

Інше визначення економічного механізму дав А. Кульман [71, с. 12], а саме, як «деяке вихідне явище, яке тягне за собою ряд інших, причому для їх виникнення не вимагається додаткового імпульсу. Вони слідують одне за іншим в певній послідовності і ведуть до якихось очевидних результатів». А. Кульман наголошує на тому, що «економічний механізм визначається або природою вихідного явища, або кінцевим результатом серії явищ», і уточнює, що «складовим елементом механізму завжди одночасно виступають і вихідне явище,

і завершальні явища, і весь процес, який відбувається в інтервалі між ними» [71, с. 12]. А. Кульман дає наступне визначення економічним механізмам: в найзагальнішому вигляді економічні механізми можна визначити як необхідний взаємозв'язок, що природно виникає між різними економічними явищами. Цей підхід, на нашу думку, більш відповідає загальнонауковій концепції механізму [222].

За своїм економічним змістом підхід Л. Гурвіца, Р. Майєрсона та Е. Маскіна може бути визначений як інформаційний, а підхід А. Кульмана – як функціональний [126, с. 2].

Автори роботи [126] стверджують, що подолання існуючої, на їх думку, обмеженості інформаційного та функціонального підходів в теорії економічних механізмів можливе в рамках пропонованого ними інтегрального підходу. Він визначається наступними положеннями [126, с. 6–7]:

– об'єктивність економічних механізмів, їх функціонування на основі реальних економічних процесів;

– інформаційна природа економічних механізмів;

– формування і функціонування на основі стійких прямих і зворотних зв'язків;

– трактування поняття «механізм» як більш конкретного по відношенню до поняття «система» і застосовність по відношенню до механізмів основних методів системного аналізу;

– ієрархічність;

– адитивність, тобто включення економічними механізмами високого рівня в якості елементів механізмів нижчого рівня;

– можливість досягнення конкретного результату на основі поставлених цілей;

– оптимізація економічних процесів на основі керуючих впливів.

На основі інтегрального підходу можна визначити економічний механізм як сукупність прямих і зворотних зв'язків елементів системи, яка використовується суб'єктом для забезпечення функціонування, еволюції та оптимізації економічної

системи [126, с. 8].

А. Ю. Чаленко, аналізуючи поняття «механізм», стверджує, що «в одних випадках під механізмом розуміють сукупність станів системи, наприклад: «фінансовий механізм» (сукупність станів фінансової системи); «Механізм соціально-економічного розвитку» (сукупність соціально-економічних станів господарської системи); в інших – головний рушій розвитку (головний елемент структури системи, особливості його взаємодії з іншими елементами тощо)» [157, с. 26]. А. Ю. Чаленко робить висновок, що «визначення економічного механізму в понятійному визначенні близькі до процесу, в той час як у природничих науках механізм носить виключно ресурсне визначення. Це викликає значні труднощі, що виникають при економіко-математичному моделюванні (незрозуміло, що будувати: модель процесу або модель ресурсів процесу?). Постійно виникають труднощі в побудові стійких логічних конструкцій, а тим більше в наукових дослідженнях і точних економічних розрахунках» [157, с. 28]. А. Ю. Чаленко запропонував наступне визначення механізму в економіці: «механізм – це сукупність ресурсів економічного процесу і способів їх з'єднання» [157, с. 31].

О. О. Горохов вважає [25], що істотним недоліком визначення механізму, запропоноване А. Ю. Чаленком, є фактичне ототожнення механізму і процесу, при цьому важко скласти чітке уявлення про роль та функції економічного механізму. Визначення Чаленка надзвичайно широке, фактично під нього підпадають будь-які економічні відносини. В результаті воно не має практичного значення, оскільки втрачається основний смисл термінології – ідентифікація.

Навпаки, І. Б. Золотих [51, с. 198] констатує, що окремі результати, отримані А. Ю. Чаленком, мають практичну значимість. Зокрема, ним досить переконливо обґрунтована можливість конструювання економічного механізму стандартними способами і прийомами функціонального моделювання. Однак з теоретичної точки зору цю спробу не можна визнати успішною, оскільки автор не розкрив у повній мірі суть понять «механізм», «економічний механізм» і «господарський механізм».

В свою чергу, в роботі І. Б. Золотих, присвяченій проблемі усунення невизначеності економічного поняття «механізм», проаналізовано різні інтерпретації економічного поняття «механізм», з’ясовано співвідношення понять «механізм», «економічний механізм», «господарський механізм», визначено його суть, структуру, компоненти та можливості формалізації, а також позначено парадигму формування механізму економіки знань в аграрному секторі [51].

З одного боку, І. Б. Золотих [51] виявлено підхід, який спирається на методологічні принципи mainstream economics. Встановлено, що в сучасній зарубіжній економічній науці поняття «господарський механізм» не використовується, а поняття «механізм» і «економічний механізм» вживаються як синоніми. Як операційні застосовуються визначення, запропоновані авторами теорії економічних механізмів [207, 221, 228]. Тут механізм (економічний механізм) в широкому смислі є форма гри, а гра – це опис того, як можуть діяти гравці (економічні суб'єкти) і до чого призведе будь-який набір їх дій. У вузькому смислі, механізм є спосіб продажу.

З іншого боку, І. Б. Золотих [51] виявлено підхід, який спирається на наукові досягнення теорії господарського механізму, розробленої в рамках вітчизняної та пострадянської шкіл економічної думки. Відповідно до нього, встановлено, що поняття «механізм» саме по собі не отримало особливого економічного змісту. На базі аналізу теорії господарського механізму розкрито співвідношення понять «господарський механізм» і «економічний механізм», показано їх місце в ієрархії компліментарних економічних категорій [51, с. 201].

В. В. Дячек і Н. Л. Гавкалова розглядали поняття механізму стосовно державно-приватного партнерства і так визначили його: механізм – це сукупність елементів, яка має потенціал відтворити процес перетворення вхідного потоку ресурсів на вихідний потік результату цього перетворення. На їх погляд надане визначення є найбільш комплексним, бо характеризує механізм у всіх його проявах та у всіх сферах застосування перетворення енергії одну в іншу, перетворення ресурсів у готовий продукт чи послуги, переробка даних у готову інформацію, створення підприємств та об’єднань громадян, інше [41].

Дослідженню трактування категорії «механізм» присвячені роботи О. С. Літвінова та С. М. Капталан [75], І. Кищака та А. Слюсаренко [65], В. С. Титикало [144], Є. І. Масленнікова [85], С. О. Зубкова [52]. Категорія «механізм» стосовно економічних систем може бути класифікована трьома видами (рис. 1.3).

Економічний	**Сукупність, система елементів впливу на економічні інтереси суб'єктів господарювання, яка враховує особливості його зовнішнього та внутрішнього середовища**
Організаційний	**Сукупність управлінських дій, які спрямовані на організацію взаємодії між внутрішніми елементами всередині системи з урахуванням впливу зовнішнього середовища**
Організаційно - економічний	**Сукупність управлінських дій, спрямованих на організацію взаємодії між елементами системи з метою досягнення їхніх економічних інтересів з урахуванням особливостей зовнішнього та внутрішнього середовища**

Рисунок 1.3 – Механізми господарчої діяльності підприємства

Джерело: складено автором на основі робіт [75, 65, 144, 85].

Отже, аналізу категорії «механізм» присвячені дослідження вітчизняних [157, 51, 100, 12, 16, 50, 24, 147] та зарубіжних дослідників [201, 53, 25, 126, 273, 71], які уточниювали сутність і зміст поняття механізму для цілей власних досліджень (табл. 1.5).

Авторським визначенням механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП є: це сукупність принципів, моделей, інструментів, економічних важелів, методів організації виконання робіт та послуг при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг на основі здійснення довгострокових контрактів з метою забезпечення досягнення стратегічних цілей місії ДЕП: допустимої швидкості, високого рівня безпеки, економічності та комфорту руху при мінімізації шкідливого впливу дороги на навколишнє середовище і утворення конкурентних

переваг ДЕП на ринку дорожніх послуг. Свою функцію – місію ДЕП механізм виконує виключно через реалізацію довгострокових контрактів.

Таблиця 1.5 – Визначення категорії «механізм».

Автор, джерело	**Визначення категорії «механізм»**
Стенфордська енциклопедія з філософії [222]	Механізм у науці – це структура, що виконує функцію в її складових частинах, компонентних операціях і їх організації. Організоване функціонування механізму відповідає за одне або більше явищ. Механізм містить чотири основні ознаки: феномен (явище), складові частини, причинно-наслідкові зв'язки, організацію. Феномен (або явище), який ми розглядаємо, – це поведінка механізму в цілому. Всі механізми є механізмами деякого явища
Л. Гурвіц, Р. Майєрсон, Е. Маскін [53, с. 8; 207; 221; 228; 248; 264; 265]	Механізм – це форма гра, в якій учасники надсилають повідомлення один одному та/або в «центр повідомлень», і за заздалегідь втановленим правилом призначається результат (наприклад, розподіл товарів і послуг) для кожної колекції повідомлень. Механізм це взаємодія між суб'єктами і центром, що складається з трьох стадій: суб'єкт у приватному порядку надсилає центру повідомлення m_i; центр, отримавши всі повідомлення, обчислює результат: $Y = f(m_1, ..., m_n)$; центр оголошує результат Y і, в разі потреби, втілює його в життя
А. Кульман [71, с. 12]	Механізм – це деяке вихідне явище, яке тягне за собою ряд інших, причому для їх виникнення не вимагається додаткового імпульсу. Вони слідують одне за іншим в певній послідовності і ведуть до якихось очевидних результатів. Складовими елементами механізму завжди одночасно виступають і вихідне явище, і завершальні явища, і весь процес, який відбувається в інтервалі між ними»
В. А. Слепов, В. К. Бурлачков, К. В. Ордов [126, с. 8]	На основі інтегрального підходу можна визначити економічний механізм як сукупність прямих і зворотних зв'язків елементів системи, яка використовується суб'єктом для забезпечення функціонування, еволюції та оптимізації економічної системи
А. Ю. Чаленко [157, с. 31]	Механізм – це сукупність ресурсів економічного процесу і способів їх з'єднання
І. Б. Золотих [51, с. 201]	З економічної точки зору розглядається механізм як спосіб з'єднання ресурсів, а з точки зору управління – як спосіб організації такого з'єднання. Звідси, механізм представлений як елемент системи управління процесом
В. В. Дячек, Н. Л. Гавкалова [41]	Поняття механізму стосовно державно-приватного партнерства: механізм – це сукупність елементів, яка має потенціал відтворити процес перетворення вхідного потоку ресурсів на вихідний потік результату цього перетворення

1.3 Теорія контрактів як основа механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств

Економіку визначають як сферу, де здійснюється процес розподілення дефіцитних ресурсів для їх найбільш ефективного використання, в якому ринки відіграють центральну роль. Діяльність з обміну товарів і послуг, будь то на організованих біржах або поза ринковими установами, є основним першим кроком у будь-якому виробництві чи розподілі ресурсів [178, с. 17].

Оскільки довгострокові контракти регулюють відносини між замовником та виконавцем (підрядником, ДЕП), то їх бажано аналізувати в рамках гілки мікроекономічної теорії – теорії контрактів [266, 178, 54].

Теорія контрактів є розділом економічної науки, в рамках якого вивчають структурні властивості взаємодії економічних суб'єктів – учасників контрактів [54, с. 5]. Теорія контрактів, інформаційна економіка, теорія стимулів та теорія організацій є найбільш успішними та активними науковими напрямами в галузі економіки, фінансів, менеджменту та корпоративного права вже протягом більше п'яти останніх десятиліть. Ряд засновників цих теорій були удостоєні Нобелівської премії з економіки, зокрема Кеннет Ерроу, Рональд Коуз, Герберт Саймон, Вільям Вікрі, Джеймс Мірлріс, Джордж Акерлоф, Джозеф Стігліц, Майкл Спенс, Елінор Остром, О. Уильямсон, Ерік Маскін, Роджер Майєрсон, Юджин Фама, Жан Тіроль, Олівер Харт та Бенгт Хольмстрьом. Значний внесок у розвиток теорії контрактів належить Жан-Жаку Лаффону, Полу Мілгрому, Джону Робертсу, Джону Муру, Санфорду Гроссману, Армену Алчіану, Гарольду Демсецу та іншим вченим [178, с. XV; 20, с. 100].

Вважають, що як і багато основних понять в економіці, теорія контрактів була започаткована Адамом Смітом у його монументальному «Дослідженні про природу і причини багатства народів» [251, книга III, гл. 2], де Адам Сміт стверджував, що контракти на пайову участь не дають орендарям достатніх стимулів для поліпшення земель [247, с. 1]. Однак, питання стимулів та теорії контрактів економістами значною мірою ігнорувались майже до останньої

третини XX століття. До того часу економічна теорія була зосереджена на роботі ринків та формуванні цін [183, с. 1]. Фірми розглядалися лише як технології виробництва, а питання про поділ між власністю та контролем найчастіше було відкладено. Фірма розглядалась як «чорна скринька» [183, с. 1]. На рубежі 1970-х років, разом із методологічною революцією теорії ігор, більше уваги було приділено стратегічній взаємодії між невеликою кількістю гравців у світі, де інформаційні проблеми мають значення. З цієї нової точки зору розподіл ресурсів не визначається виключно ціновою системою, а ще й контрактами між асиметрично поінформованими партнерами. Теорія контрактів глибоко змінила погляд на функціонування організацій та ринків [183].

В економіці теорія контрактів вивчає, як економічні суб'єкти можуть будувати і будують договірні угоди з урахуванням асиметричної інформації. Одним з важливих застосувань цього є розробка оптимальних схем управлінської винагороди. В області економіки перший офіційний розгляд цієї теми був даний Кеннетом Ерроу в 1960-х роках [174]. У 2016 році Олівер Харт і Бенгт Р. Холмстрьом отримали Нобелівську премію з економічних наук за свої роботи з теорії контрактів, що охоплюють багато напрямів [54, 247].

Теорія контрактів вивчає наступні питання [69, с. 34]:

– Чому асиметрія інформації може призводити до зниження ефективності економічної діяльності?

– Які є механізми досягнення ефективних результатів контрактної діяльності?

– Як запобігати проявам опортунізму у тих чи інших контрактних відносинах?

– Як боротися з наслідками інформаційної асиметрії?

– Як вибрати найбільш ефективні механізми примушення до виконання контрактів?

Якщо це простий обмін товару або послуги на гроші, нас зацікавлять умови угоди. Про яку ціну за одиницю домовляються сторони? Чи в договорі визначені знижки? Чи існують штрафні застереження за несвоєчасне виконання? Якщо так,

то яку форму вони приймають? І так далі [178, с. 4].

Відмітимо, що це головні питання, що виникають при укладенні РВС (OPRC) при утриманні автомобільних доріг.

Поняття «контракт» займає центральне місце в інституційній економічній теорії [247].

Під контрактом розуміється угода між покупцем і постачальником з умовами обміну, які задаються ціною, специфічністю активів і гарантіями. Це договір, виражений словами в усній або письмовій формі, О. Уільямсон [146, с. 688–690].

Контракт – це договір, який структурує обмін між економічними агентами і визначає права, які вони отримують в обмін на взяті на себе зобов'язання, а також механізм примусу до виконання контракту. Контракт є правовим оформленням економічної трансакції, в якому відносини базуються на принципах свободи договору та узгодження (координації) інтересів [74]. Представники інституціональної теорії трактують контракт як двосторонню (або багатосторонню) законну трансакцію (угоду), в якій дві сторони (або багато сторін) погодилися на певні взаємні зобов'язання [79].

Елементами структури контракту є: предмет контракту, правила поведінки і правила залагодження конфліктів, очікувана поведінка учасників. Параметрами контракту є: розмір, тривалість, реальна рівність або нерівність учасників, ступінь формалізації [73].

Теорія контрактів розробляється у рамках двох напрямків теорії економічних контрактів, відомої як нова економіка регулювання (New Economics of Regulation), Ж.-Ж. Лаффон [212, с. 507], та теорія неповних контрактів (Incomplete Contracting Theory), Б. Холмстрьом, П. Мілгром [206], О. Харт [152], О. Харт та Д. Мур [204].

Теорія контрактів виникла як реакція на невдалі моделі теорії загальної рівноваги [20, с. 101], які не пояснювали існування фірми, оскільки ґрунтувалися в своєму аналізі тільки на ціновому механізмі координації діяльності економічних суб'єктів, О. Харт [152], та побудовані на недостатньо реалістичних припущеннях

про симетрію інформації (але ж асиметрія інформації надзвичайно поширена в економічних відносинах) та досконалу конкуренцію і повноту ринків.

В економічній теорії підхід «принципал – агент» (його ще називають теорією агентства) є частиною теорії контрактів. В ньому, як правило, допускається, що повні контракти можуть бути укладені, таке припущення також зроблено в теорії проектування механізмів [238]. Теорія агентства – це управлінська і економічна теорія, яка описує відносини між принципалами та агентами і делегування контролю, М. Йенсен та У. Меклінг [210].

Теорія, яка розглядає відносини між принципалом та агентом як неповний контракт між сторонами, випливає з постулату, що у фазі ex ante контракту неможливо повністю врегулювати всі відносини через те, що всі питання неможливо передбачити та зрозуміти. Для зменшення ризиків сторін у таких контрактах важливо, щоб сторони контракту мали можливість застосовувати у фазі ex post відповідні механізми для вирішення виникаючих проблем, О. Харт [203].

На відміну від теорії неповних контрактів, яка передбачає, що всі необхідні відомості не існують на момент підписання контракту, підхід у теорії агентства базується на припущенні, що принципал, і агент можуть попередньо визначити та захистити свою інтереси, Л. Мунро [224]. Проблеми з агентством можуть бути вирішені за допомогою ex ante контрактних механізмів, наприклад, системи стимулювання, яка вирівнює інтереси обох сторін, Р. Майєрсон [227]. Узгодження інтересів необхідне, оскільки зазвичай розуміється, що без механізму вирішення цього питання замість максимізації своїх зусиль для задоволення своїми діями інтересів принципала, агент здійснює свої зусилля для підтримки інтересів принципала лише на задовільному рівні, А. Алчіан та Г. Демсец [170]. Оскільки обидві сторони здатні зрозуміти та захистити свої інтереси на задовільному рівні, підхід пропонує ex ante контракти як результативне та економічно ефективне рішення для формування всіх відносин між сторонами, включаючи розробку достатніх механізмів подолання ризиків агентства [262, с. 20]. Іншим аргументом, який сприяє використанню підходу принципал – агент, є припущення, що

контроль над активом особам із залишковими контрольними правами (residual claims), є неефективним, оскільки в такому децентралізованому контрольному органі прийняття рішень є неефективним, Ю. Фама, М. Йенсен [195].

Таким чином, теорія неповних контрактів вивчає проблеми, що випливають з неможливості опису всіх майбутніх непередбачених умов договірних відносин, яка унеможливлює написання повного контракту. Неефективність скорочується шляхом правильного розподілу залишкових контрольних прав, які делегують договірну силу одному з партнерів на стадії перегляду контракту, що зменшує кількість випадків затримки від перегляду, Р. Трані [266, с. 5].

Предметом теорії контрактів є контрактний процес [125, с. 8], (рис. 1.4). Схема основних понять в теорії агентських відносин наведена на рис. 1.5.

Теорія контрактів вивчає визначення оптимальних параметрів контракту при взаємодії економічних агентів в умовах асиметрії інформації.

Базовими парадигмами теорії повних контрактів є несприятливий відбір (Adverse selection), моральний ризик (moral hazard) та неверифікованість (non-verifiability) [183].

Несприятливий відбір (adverse selection), як правило, відноситься до ситуації, в якій продавці мають інформацію, якої немає у покупців, чи навпаки.

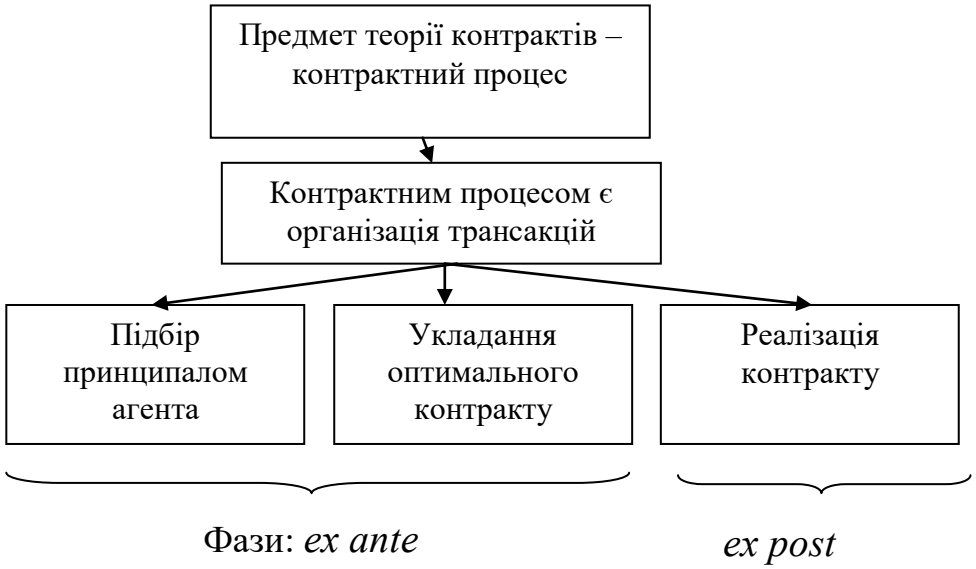


Рисунок 1.4 – Фази ex ante та ex post контрактного процесу

Джерело: [125, с. 8]

Це випадок, коли використовується асиметрична інформація, також звана

інформаційним збоєм. Проблему визначення типу агента, тобто про уявлення агента про свої уподобання або свою внутрішню продуктивність, вперше формально проаналізував Джеймс Мірліс [223]. Як правило, більш обізнаною стороною є продавець. Симетрична інформація є, коли обидві сторони мають рівні знання. Несприятливий вибір – коли продавці мають інформацію, якої покупці не мають, або навпаки, про якийсь аспект якості продукції. Наприклад, на ринку вживаних автомобілів, Дж. А. Акерлоф [169].

Прийнято виділяти два способи виявлення типу агента, які позначаються як фільтрація (screening) та сигналізування (signaling). У першому випадку, принципал пропонує меню контрактів, складених таким чином, що агенти того чи іншого типу самі повинні вибрати призначений для них контракт. У випадку сигналізації агент формує інформацію, яка дозволяє принципалу ідентифікувати його тип [125]. Класичним прикладом сигналу є рівень освіти, М. Спенс [256].

<table>
<tr><td colspan="6">Контрактний процес у фазі ex ante (теорія агентських відносин)</td></tr>
<tr><td colspan="6">Обмеженість інформації економічних агентів
(невизначеність і неповнота інформації)</td></tr>
<tr><td colspan="6">+ Опортунізм економічних агентів</td></tr>
<tr><td colspan="6">= Асиметрія інформації</td></tr>
<tr><td colspan="4">Передконтрактний опортунізм (у фазі підбору принципалом агента)</td><td colspan="2">Постконтрактний опортунізм (у фазі укладання оптимального контракту)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Прихована інформація агента про свій тип</td><td colspan="2">Приховані дії</td></tr>
<tr><td colspan="4">Несприятливий відбір</td><td colspan="2">Моральний ризик</td></tr>
<tr><td>Раціонування</td><td colspan="3">Виявлення типу агента</td><td colspan="2">Налаштування стимулів</td></tr>
<tr><td></td><td>Сигналізування</td><td colspan="2">Фільтрація</td><td>Участь у прибутках</td><td>Ефективна винагорода</td></tr>
</table>

Рисунок 1.5 – Схема основних понять в теорії агентських відносин

Джерело: [125, 198]

Сигналізування як спосіб вирішення проблеми передконтрактного

опортунізму може розглядатися тільки при допущенні позитивної переговорної сили агента. Справа в тому, що сигналізування має місце в результаті несення агентами вищого типу витрат для виявлення свого типу перед потенційними принципалами, що означає їх зацікавленість в подоланні асиметричності інформації про тип агента. Однак, коли агенти мають нульову переговорну силу, для агентів вищого типу єдина можливість отримання ненульової ренти пов'язана з наявністю такої асиметричності інформації, оскільки в цьому випадку вони можуть вибрати «чужий» контракт і переміститися на більш вигідну криву байдужості. Таким чином, отримати вигоду зі свого вищого типу агенти можуть тільки за умови, якщо у них не відберуть всю величину їх ренти, тобто за наявності позитивної переговорної сили [125, с. 69].

Стосовно договорів з утримання автомобільних доріг можна сказати, що у складі тендерної пропозиції учасник подає в тендерний комітет інформацію про наявність в учасника основних засобів (їх склад, типи і вік), про кваліфікаційний рівень персоналу, досвід виконання подібних договорів тощо, усе що слугує критеріями відбору.

Моральний ризик (moral hazard) відноситься до іншого головного класу проблем, з яким стикаються при наявності асиметричної інформації – приховані дії. На відміну від більшості прихованих інформаційних проблем, у контрактних ситуаціях із прихованими діями пов'язані інформаційні асиметрії, що виникають після підписання контракту. У цих проблемах агента просять не вибирати з меню контрактів, а скоріше з меню пар «дії / винагороди». Проблеми з прихованими діями пов'язані з принциповою стимулюючою проблемою, яку давно в страховій галузі називають моральним ризиком, П. Болтон і М. Дівейтрипонт [178, с. 20].

Основною проблемою агентських відносин після підписання контракту є пост-контрактний опортунізм. Він полягає в тому, що дії агента не відповідають інтересам принципала. Дана проблема виникає через відмінності між принципалом і агентом в інформованості і в ставленні до ризику. Різниця в інформованості стосується зусиль/дій агента в рамках контракту, тому цей різновид асиметричності інформації прийнято позначати як приховані дії. Останні

впливають на результат контрактної взаємодії через розбіжності інтересів принципала та агента, а саме зусилля агента позитивно впливають на корисність принципала, але негативно – на корисність агента, тому що зусилля для агента пов'язані з витратами, а для принципала є фактором, що збільшує його очікувану корисність [125, с. 87].

Однією з головних проблем впровадження РВС є визначення ціни контракту і суми щомісячного платежу виконавцю за досягнуті експлуатаційні показники. Складність її вирішення обумовлена природним випадковим процесом виникнення і накопичення об’ємів дефектів елементів доріг, відсутністю, у багатьох випадках, кількісних закономірностей прогнозування кількості дефектів, впливом ризику і невизначеності на технічні і економічні параметри процесу відновлення експлуатаційного стану елементів доріг, відсутністю історичних баз даних.

Означена проблема розглядається економічною наукою в рамках теорії агентства, теорії контрактів і теорії трансакційних витрат, а також теорії експлуатації доріг, М. Блімер [177, с. 257; 198, 171, 269].

Ефективне управління дорожніми активами – це систематичний процес утримання, модернізації, розширення дорожніх активів з використанням інженерних принципів та надійної ділової практики щодо ефективного та результативного розподілу і використання ресурсів з метою забезпечення чітко визначених рівнів утримання активів для задоволення суспільних очікувань [274, с. 7; 282, с. 10].

В останні три десятиріччя у світі намітився перехід від традиційних контрактів на утримання доріг до нових видів контрактів із залученням приватного сектора [180, 200, 197, 233, 258, 245, 280, 278, 281, 276, 282, 277, 191, 246, 279, 274, 173, 214, 239, 199, 257, 270]. Головною причиною цієї тенденції є потреба підвищення ефективності та результативності управління дорожніми активами з метою підтримки експлуатаційного стану всіх їх складових на рівні, що забезпечує задоволення вимог користувачів доріг та сприяє збереженню активів.

У 1988 році в Британській Колумбії Канади був укладений перший контракт на обслуговування доріг [277, с. 2; 234; 236; 258; 259; 168; 260, 242].

З 1990 р. Аргентина, Уругвай також стали застосовувати контракти PBC [277], а з 1995 р. – Австралія [197]. У США департамент транспорту штату Вірджинія (VDOT) в 1996 р. виступив піонером впровадження контракту PBC. [277, с. 4; 189, с. 135–136].

В середині 90-х рр. контракти PBC почали активно використовувати в Бразилії, Чилі, Колумбії, Еквадорі, Гватемалі, Мексиці і Перу [234, 258, 277]. Поступово ця тенденція розповсюдилася в країни Європи, Африки і Азії: Великобританію, Швецію, Фінляндію, Нідерланди, Норвегію, Францію, Естонію, Сербію і Чорногорію, Південну Африканську Республіку (100% національних доріг), Замбію, Чад, Філіппіни та інші [234, 258, 277, 141].

Переваги нової системи управління дорожніми активами полягають у: постійному високому рівні обслуговування; зменшенні витрат на життєвий цикл активів; зниженні витрат користувачів доріг; можливості моніторингу та відстеження експлуатаційних характеристик; підвищенні прозорості у прийнятті рішень; можливості прогнозування наслідків фінансування; рішеннях щодо майбутніх потреб у фінансуванні; зменшенні фінансового, операційного та правового ризиків. В зарубіжній практиці такі контракти називаються Performance Based Contract (далі – PBC). Види контрактів на основі підтримки експлуатаційних якостей наведені в табл. 1.5.

Виділяють такі види угод на утримання доріг [200, 274, 278, 281, 276, 280]:

– внутрішня угода з власним персоналом дорожніх адміністрації (in-house);

– традиційний – метод-базований контракт на основі одиничних розцінок з оплатою, залежною від кількості виміряних робіт;

– гібридний контракт, який є сумішшю перших двох.

Таблиця 1.5 – Тлумачення назв видів контрактів

Назва, англ.	Познака	Тлумачення
Performance Contract (Western Australia)	PC	Контракт на технічних характеристиках (Західна Австралія)
Asset Management Contract (USA)	AMC	Контракт на управління активами (США)
Performance-Specified Maintenance Contract (Australia, New Zealand)	PSMC	Контракт на утримання доріг, що визначається специфікаціями експлуатаційних характеристик (Австралія, Нова Зеландія)
Contract for Rehabilitation and Maintenance (Argentina, Brazil)	CREMA	Контракт на відновлення та утримання доріг (Аргентина, Бразилія)
Area Maintenance Contract (Finland, Canada	AMC	Контракт на утримання доріг території (Фінляндія, Онтаріо / Канада)
Output and Performance Road Contract (World Bank)	OPRC	Контракт, заснований на кінцевих результатах і якісних показниках (Світовий банк)
Performance Based Maintenance Contracts	PBMC	Контракт на основі експлуатаційних якостей [274, с.12]
Performance-Based Management and Maintenance of Roads	PMMR	Управління технічним обслуговуванням доріг на основі експлуатаційних якостей [200, с. 8]

Джерела: [200, 258, 274, 282]

Отже, суттєва різниця цих контрактів полягає у зміні предмету договору. Предметом традиційних контрактів є виміряні і розцінені обсяги робіт та послуг, а в РВС – рівні експлуатаційних характеристик, що підтримуються протягом дії контракту або суміш цих двох предметів. Ефективність РВС ґрунтується на тому, що виконавець може працювати більш ефективно, коли має максимальну свободу у виборі способу виконання контракту (як), отже, дорожнє агентство (замовник) має вказати тільки бажаний результат (що) [237].

У РВС роботи та послуги з експлуатаційного утримання оплачуються, як правило, щомісячно однаковими сумами. За недосягнення технічних якостей доріг платежі зменшуються. Великі аварійні, реабілітаційні роботи та роботи з модернізації дорожніх активів сплачуються на підставі одиничних розцінок.

Головними параметрами РВС є: їх тривалість; комплексність; довжина і

технічні параметри складових доріг, що обслуговуються за контрактом; а також специфікації рівнів технічних якостей, які потрібно досягти і підтримувати.

За зарубіжними даними, тривалість РВС повинна включати принаймні один цикл періодичного ремонту. Контракти на чисте експлуатаційне утримання становлять 1–3 роки [38, 99, 101, 139, 180]. Взаємозв'язок сфери застосування, комплексності та тривалості контрактів наведений на рис. 1.5.

Відмінна особливість РВС полягає в тому, що значна кількість ризиків і обов'язків, які раніш несла дорожня адміністрація (замовник), в РВС покладена на підрядника.

З одного боку, замовник не обмежує підрядника в прийнятті рішень відносно виконуваних робіт та/або послуг. Виконавець, з метою зниження витрат (але не рівня якості), може вибирати і впроваджувати нові технології. З іншого боку, виконавець несе повну відповідальність у випадку поганого виконання, а саме за свої помилки в: оцінці зносу інфраструктури; виборі необхідного технічного проекту; технічних характеристик і матеріалів, які не відповідають нормативним вимогам; в плануванні та організації робіт та/або послуг [200, 258, 280].

Рисунок 1.5 – Взаємозв'язок сфери застосування, комплексності та тривлості РВС

Джерело: [200, с. 7; 274, с. 17, с. 51; 280, с. 21; 282, с. 46]

Контракти РВС вимагають застосування принципу справедливого розподілу ризику між клієнтом (замовником) і агентом (виконавцем). Очікувана винагорода пропорційна рівню ризику, який будуть нести підрядники. Характер розподілення ризиків наведений на рис. 1.6 [278].

Рисунок 1.6 – Розподілення ризиків між замовником) та виконавцем при різних формах утримання доріг.

Джерело: [278]

Запрошення приватного сектору на прийняття ризиків, який найкраще може вирішувати державний сектор, зазвичай призведе до вилучення приватних партнерів, які відмовляються брати на себе ризик, або до дострокового розірвання контракту виконавцем із можливістю його банкрутства [274, с. 21].

Виділяють такі фундаментальні ризики [274, с. 20]:

– фоновий ризик – політичні, правові, регуляторні ризики, грошові і макроекономічні ризики, форс-мажорні, зокрема, екстремальні погодні умови;

– вартісний ризик – ризик перевищення початкової оціненої вартості проекту будівництва або експлуатації;

– ризик неотримання виконавцем доходу, якщо замовник не платить вчасно;

– ризик соціальної прийнятності.

Заходи з пом’якшення ризиків наведені в табл. 1.6 [274, с. 22].

Центральним поняттям РВС є мінімальні рівні експлуатаційних якостей

елементів доріг [274, с. 23]. Мета їх введення полягає: в задоволенні користувачів доріг доступністю, комфортом, швидкістю та безпекою руху; у зменшенні сумарних витрат користувачів доріг і дорожнього агентства – вартості життєвого циклу активів; у зменшенні негативного впливу на довкілля.

Таблиця 1.6 – Розподіл ризиків між замовником (З) та виконавцем (В) та їх пом'якшення

Ризик	З	В	Пом’якшення
Політичний, законодавчий, регуляторний	•		Клієнт (дорожня адміністрація, замовник) повинен нести витрати
Грошові та макроекономічні ризики	•		Клієнт повинен нести витрати
Форс-мажорні обставини сила, в тому числі, екстремальні погодні умови	•		Клієнт повинен нести витрати
Відсутність конкуренції	•		Обсяг та тривалість контракту необхідно коригувати, щоб забезпечити достатню конкуренцію. Навчальння підрядників
Низька якість робіт		•	Виконавець повинен дотримуватися технічних правил та інших нормативних документів, що регулюють дорожні роботи. Якщо немає стандартів для робіт з утримання доріг, їх необхідно розробити. Клієнт може здійснити точкову перевірку якості виготовлення та якості матеріалу. Це особливо актуально для пілотних проектів
Недотримання рівнів обслуговування		•	Суворе застосування скорочень платежів, яке має бути достатньо високим для стримування контрагентів від невиконання. Положення про ескалацію для зниження платежів застосовуються для послідовного порушення
Передчасне розірвання контракту виконавцем	•		Платіжні боргові зобов’язання повинні бути достатньо високими, щоб стримувати контрагентів від припинення договорів передчасно
Інфляція		•	Формула коригування витрат

Кінець таблиці 1.6

Виконавець не має достатньо інформації, щоб реально оцінити витрати на технічне обслуговування та зимове утримання		•	Клієнт надає необхідні дані: конструктивні деталі дороги; історія технічного обслуговування; історія витрат на технічне обслуговування; стан дорожніх активів; історичні дані про зимові погодні умови. Якщо дані є недостатніми, то розглядаються ціни на одиниці продукції для критичних позицій, інакше виконавець оцінюватиме ризик у своїй ціновій пропозиції
Несподіване зростання обсягу перевезень або збільшення перевантаження транспортних засобів		•	Формула коригування вартості для несподіваного зростання обсягу трафіку та несподіваного збільшення перевантаження
Пізній платіж		•	Клієнт сплачує відсотки у розмірі 1% від ставки запозичень підрядника
Ризик соціальної прийнятності	•		Залучення співробітників дорожніх організацій до початку підготовки РВС та інших зацікавлених сторін

Джерело: [280, с. 20]

Слід зауважити, що специфікація експлуатаційних характеристик є формою відносин між клієнтом (дорожньою службою) і постачальником послуг (ДЕП), незалежно від того, чи є постачальник внутрішнім або зовнішнім.

Встановлені в контракті рівні експлуатаційних характеристик досягаються через виконання рівнів обслуговування (Levels of Service, EPO), які повинні відповідати меті, бути чітко визначеними, об'єктивно вимірюваними, доступними для розуміння, відповідні законодавству, нормативно-правовим актам і нормативно-технічним документам. Приклади зв'язку між цілями та рівнями обслуговування [274, с. 23]:

– підвищення безпеки на дорозі: вибоїни не більше 15 см в діаметрі, колії глибиною не більше 15 мм, коефіцієнт зчеплення більший 0,4 тощо;

– збереження вартості дорожніх активів: тріщини не ширше 3 мм, вибоїни не більше 15 см в діаметрі, перешкоди в каналах дренажу менше 15 % площі протікання тощо;

– зниження експлуатаційних витрат автомобіля: рівність (IRI) менша 3

м/км;

– час у дорозі: середня швидкість руху від 50 км/год. і більша.

Приклади рівнів обслуговування наведені в табл. 1.7. Залежність часу відгуку від добової інтенсивності руху наведена в табл. 1.8.

Відтак, якщо час на усунення дефектів встановлено у рівнях обслуговування, потрібно здійснювати моніторинг наявності дефектів, своєчасності та якості їх усунення. Виконавцю необхідно здійснювати щоденне патрулювання, подавати щоденні звіти замовнику про дефекти і виконані роботи з їх усунення.

Дефекти можуть також контролюватись лише для частини дорожньої мережі – на контрольних ділянках, які можуть бути обрані випадково або визначені замовником.

В такому випадку, результат для всієї мережі розраховують шляхом добутку кількості спостережених дефектів на коефіцієнт відношення загальної протяжності ділянок до сумарної довжини секцій, які були обстежені.

Таблиця 1.7 – Фрагмент системи рівнів обслуговування

Дефекти	Цільові показники і стандарти (Рівень втручання)	Час реагування
Вибоїни	Не дозволяються [Світовий банк, Аргентина, Уругвай, Чилі] - Не дозволяються об’ємом більше ніж 3 дюйми х 4 дюйми х 1 дюйм (Вірджинія та округ Колумбія) - < 10 вибоїн діаметром > 100 мм з будь-якої неперервної ділянки в 5 км основних доріг (Нова Зеландія)	- Ліквідувати протягом 3 днів після їх виявлення (Світовий банк [245, с. 276]). - Протягом 2 днів після виявлення, а якщо загроза безпеки – діяти негайно (штат Вірджинія, округ Колумбія). - Протягом 4 днів (Нова Зеландія)

Кінець таблиці 1.7

Тріщини	- Ніяких тріщин > 3 мм - Для будь-якої ділянки в 50 м не дозволяється > 10% від площі дорожнього покриття (Світовий Банк). - Ніяких тріщин > ¼ дюйма на 95% (Вірджинія, округ Колумбія)	– Тріщини більш ніж 3 мм завширшки повинні бути ліквідовані протягом 7 днів після їх виявлення. – 28 днів після їх виявлення [245, с. 276]
	- Всі тріщини повинні бути ліквідовані (Уругвай, Чилі). - Тріщини повинні бути < 30% для всіх доріг і < 20% нових доріг. - Всі тріщини повинні бути ліквідовані (Аргентина)	
Рівність	- IRI <2,8 м / км (Уругвай); - IRI <3,3 м / км (Аргентина)	Перевищення не допускається

Джерело: [245, 274, 278, 275]

Проблема моніторингу стану дорожніх активів досліджувалась у роботах [236, 184]. Моніторинг здійснюється за допомогою веб-системи [274, с. 30]. Спостерігач записує будь-який дефект: тип дефекту, дату, час, місце розташування і фотографії, коли дефект виявлено, і після усунення. Коли виконавець або замовник виявить дефект, розпочинається відлік часу на усунення дефекту – строку реагування. Якщо виконавець не встигає усунути дефект у відведений у рівні обслуговування період часу, обчислюються скорочення платежів за прийнятою у контракті системою штрафування [274, с. 30].

Таблиця 1.8 – Залежність строку реагування від інтенсивності руху

Інтенсивність руху, авт./добу	Менше 250	Від 250 до 1000 включно	Більше 1000 до 5000.	Більше 5000
Вибоїни (максимальний діаметр)	400 мм	300 мм	200 мм	100 мм
Час усунення вибоїни	28 діб	28 діб	14 діб	7 діб
Чистота поверхні дорожнього покриття та узбіч для безпеки дорожнього руху (строк реагування)	8 годин	4 години	2 години	1 година

Джерело: [282, с. 36]

Платіжні та стимулюючі системи включають наступні аспекти [274, с. 30]:

– фіксовані періодичні платежі виконавцю за підтримку встановлених у контракті рівнів експлуатаційних характеристик активів;

– платежі на основі одиничних розцінок та обсягів робіт, що включають аварійні та непередбачені роботи, а також для періодичних ремонтів;

– періодичні фіксовані виплати зменшуються, якщо виконавець несвоєчасно усуває дефекти;

– повторна невідповідність того ж самого пункту може збільшити скорочення платежів за допомогою правил, передбачених в у контракті;

– контракт припиняється достроково через недосягнення встановлених рівнів обслуговування.

Скорочення витрат було найбільшим, коли підрядники мали сильних конкурентів та вже отримали досвід роботи з РВС (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Заощадження коштів на утримання доріг на основі РВС порівняно із звичайними контрактами. *Джерело*: [246, 281, 200]

Країна	Збережені кошти за новими контрактами
Австралія	10% – 40%
Австралія (Сидней)	35%
Австралія (Тасманія)	20%
Австралія (Західна Австралія)	15% – 35%
Австралія (Новий Південний Уельс)	37%
Англія	Мінімум 10%
Бразилія	15% – 35%
Канада	Біля 20%
Канада (Онтаріо)	Біля 10%
Канада (Альберта)	Біля 20%
Канада (Британська Колумбія)	Невелика, в межах 10%
Естонія	20% – 40%
Фінляндія	18%
Норвегія	20%-40%
Швеція	Біля 30%
Нідерланди	30% – 40%
Нова Зеландія	15% – 40%
Сполучені Штати	10% – 15%
США (Вірджинія)	15%

Проте, є застереження – при відсутності конкуренції очікувана економія може не бути досягнута, М. Фрост і К. Літгоу [197].

Окрім потенціалу зменшення витрат на утримання доріг та забезпечення довгострокового фінансування, РВС мають переваги, Г. Зітлов [282, с. 28-29].

Дорожні агентства отримують: економію витрат на реабілітацію, оскільки дороги у хорошому стані довше не потребують реабілітації [281, с. 4; 244, с. 12]; підвищенні гарантії щодо недопущення перевищення витрат від частої зміни вимог та поправок до контракту для збільшення кількості робіт; скорочення робочого навантаження персоналу; покращення якості робіт; покращення контролю та забезпечення виконання показників; підвищення безпеки дорожнього руху.

Користувачі доріг отримують: економію витрат на користування дорогою; кращі та безпечніші дороги зі станом, відповідним їх вимогам.

Підрядники та консультанти отримують: гарантоване постійне навантаження протягом тривалого періоду; потенціал для збільшення прибутку; більші можливості для зростання бізнесу.

Впровадження РВС в країнах, що розвиваються, та в країнах з перехідною економікою, зокрема в Україні, спирається на допомогу Міжнародних фінансових організацій (МФО): Світового банку, Азіатського банку розвитку, Європейського банку реконструкції і розвитку [225, 233, 241, 245, 258, 274, 278, 282, 271, 243].

Схема і методика укладання РВС міститься у стандартному документі про закупівлі робіт і послуг (Standard Procurement Document – SPD) за дорожніми контрактами, які засновані на виході та експлуатаційних характеристиках (Output- and Performance-Based Road Contracts – OPBRC або OPRC) [245]. Якщо виконавець не досягне визначених рівнів обслуговування в межах строків реагування, визначених у характеристиках контракту, то він отримує зменшені платежі за послуги з утримання доріг [245, 188, 243].

Найбільш достовірним методом оцінювання фактичної ефективності впровадження РВС є його експериментальна перевірка в умовах реального застосування [187; 189; 194; 197; 225; 232; 245; 246; 277, с. 4; 279, с. 76; 172; 231,

с. 157].

П. Анастопулос, Б. МакКаллоу, К. Гкрица, Ф. Маннерінг та К. Сінха [172] виконали дослідження з аналізу вартості РВС з утримання доріг. У цій роботі представлена методологія оцінювання вірогідності економії витрат, асоційованих із застосуванням РВС. Автори використовували дані з контрактів на технічне обслуговування різних видів, які були виконані в США та за їх кордоном між 1996 та 2007 роками. Загалом було 337 спостережень. Вартість + час, також відома як торги А + В або багатопараметричні торги, є методом підписання контрактів, які враховують початкову вартість відновлення / будівництва в процесі торгів, а також враховують час, необхідний для завершення проекту [172, с. 251]).

Автори розробили моделі, які були використані для порівняння кількох контрактних методів. У цьому дослідженні використовується відсоткова змінна застосування нового методу укладання контрактів над традиційними методами (in-house), необхідна для визначення фактичної економії витрат. Відсоток економії витрат визначається за рівнянням [172, с. 253]:

$$CS = \frac{CB - CA}{CB} \cdot 100\%, \tag{1.1}$$

де CS – відсоток економії коштів; CB – вартість за традиційним підходом (in-house) перед застосуванням нового способу укладання контракту; CA – вартість договору з тими ж характеристиками, як тривалість, довжина ділянки дороги тощо, після впровадження нового способу.

Автори [172] наводять результати, отримані за допомогою розроблених моделей, які дозволили зробити висновки щодо умов ефективної реалізації РВС. Результати дослідження показали, що великі проекти при сильній конкуренції, тривалим існуванням, довгими ділянками доріг, з роботами, що включають, всі види діяльності, сприяють аутсорсингу в рамках РВС.

На жаль в Україні ще відсутній достатній для статистичних висновків досвід і, відповідно, ретроспективні результати.

Впровадження PBC в країнах, що розвиваються, та в країнах з перехідною економікою, зокрема в Україні, спирається на допомогу Міжнародних фінансових організацій (МФО): Світового банку, Азіатського банку розвитку, Європейського банку реконструкції і розвитку.

Пілотний проект OPRC для України був розроблений у 2011 році. Був укладений контракт на утримання ділянки дороги М-06 Київ – Чоп у Львівській області. Загальна довжина ділянки дороги за контрактом складає 187 кілометрів, з яких 42 км – дороги першої категорії, 145 км – дороги другої категорії. Реалізація контракту розпочата у вересні 2014 року. Тривалість контракту – 7 років, ціна контракту складає 39 млн євро. Проект виконується зарубіжним виконавцем – «Онур конструкціон інтернешнл» [103]. Контроль виконання контракту здійснює незалежна французька фірма Egis. На жаль, ще відсутні оприлюднені аналітичні дані щодо досягнутих результатів, однак, зовнішній вигляд дороги з позиції користувача отримав високу оцінку [21].

На рис. 1.7 наведена структура витрат пілотного проекту. Як видно, роботи з ремонтів та поліпшення складають 44 % від загальної вартості договору.

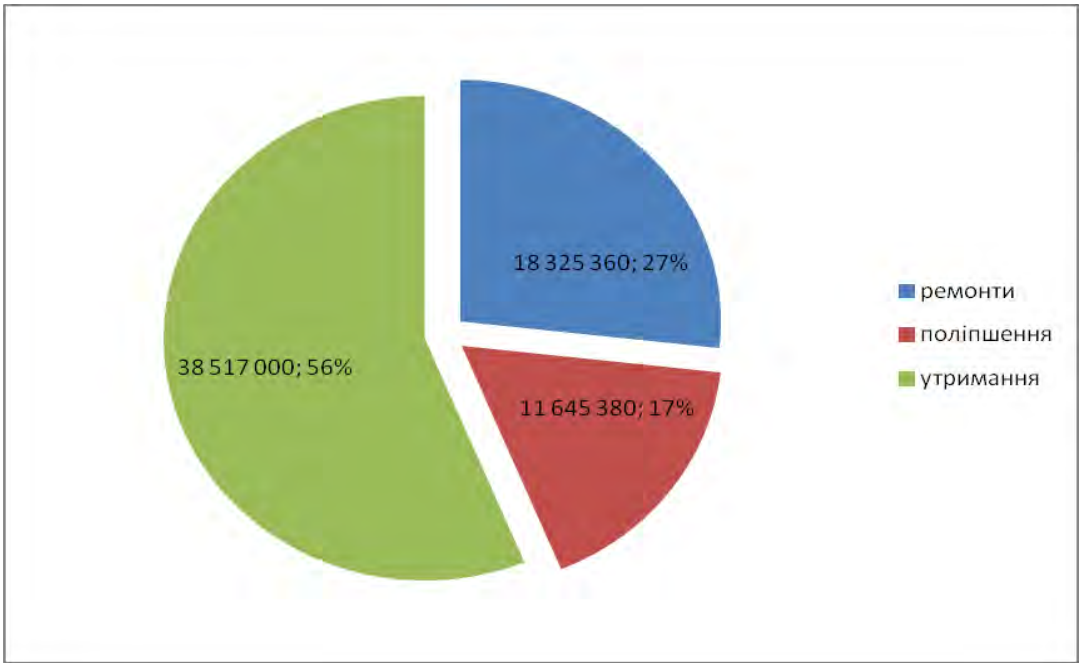


Рисунок 1.7 – Структура витрат пілотного проекту ділянки дороги М-06 Київ – Чоп у Львівській області. *Джерело*: *розроблено автором.*

Результати здійснення пілотного проекту ще не оприлюднені для широкого загалу науковців і практиків.

Перші наукові дослідження з тематики, що розглядаються в дисертації, були виконані у Національному транспортному університеті в 2013–2014 роках. Були розроблені методичні рекомендації [94] та створена Інформаційно-аналітична система управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування [59].

В 2015 році виконане дослідження з аналізу та розроблення вимог до усунення дефектів елементів доріг при реалізації довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування, результатом якого були модернізація Інформаційно-аналітичної системи управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів та створення бази даних, яка включає експлуатаційні рівні обслуговування для доріг міжнародного, національного, регіонального та територіального значення [58].

В 2016–2017 роках була виконана науково-дослідна робота з аналізу, правового дослідження та підготовки пакету документів для внесення змін до нормативно-правових актів і нормативно-технічних документів для можливості реалізації форм контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування тривалого строку дії.

В 2017–2019 роках розроблені остаточні версії проектів ДСТУ «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування при експлуатаційному утриманні» [35] та ДСТУ «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування при експлуатаційному утриманні» [36].

Результати досліджень висвітлені в роботах [94, 59, 58, 60, 127, 128, 153, 154].

Висновки до розділу 1

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року визначає основні напрями покращення якості надання транспортних послуг, наближення рівня їх надання та розвитку інфраструктури до європейських стандартів, підвищення рівня безпеки та зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище. Такими напрямами є підвищення ефективності та конкурентоспроможності транспортної галузі, вдосконалення правового механізму державно-приватного партнерства, посилення взаємодії між державним та приватним сектором, проведення необхідних реформ, у тому числі запровадження децентралізації, які забезпечать міцну основу сталого розвитку транспортної галузі та створення вільного та конкурентного ринку транспортних послуг.

2. Реформування системи управління дорожнім господарством України створило умови для реалізації означених принципів стратегічного розвитку автотранспортної системи, зокрема за рахунок кількісного та якісного розвитку мережі автомобільних доріг та підприємств дорожньої галузі.

3. Одним із заходів стратегічного розвитку дорожньої інфраструктури стало впровадження в дорожньому господарстві України довгострокових (до семи років) договорів (контрактів) про утримання автомобільних доріг за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів, передбачене нормою Закону України «Про автомобільні дороги», яка створює основу для забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств через забезпечення і підтримку якості експлуатаційного стану автомобільних доріг. Проблемні питання стратегічного розвитку ДЕП потребують уточнення понятійно-категоріального апарату на основі урахування специфіки утримання автомобільних доріг і виокремлення особливостей стратегії розвитку на рівні підприємства.

4. На основі вивчення підходів зарубіжних та вітчизняних вчених до сутності та змісту понять «розвиток», «стратегія», «стратегічний розвиток» у

різних сферах господарювання встановлено, що не існує певної єдиної точки зору на їх дефініції, які уточнюються врахуванням специфіки господарчої діяльності підприємств, тому сформульовано власне бачення визначень названих понять, характерне для підприємств, що здійснюють діяльність з утримання автомобільних доріг. Поняття «забезпечення стратегічного розвитку» ДЕП потрібно розглядати як систему взаємопов'язаних елементів, взаємообумовлених цілей, принципів, методів та їх інструментів, метою якої є забезпечення зростання конкурентоспроможності, отримання економічного ефекту, довгострокового стабільного функціонування, зростання за умови врахування змін внутрішнього та зовнішнього середовища, запобігання загрозам, пом'якшення ризиків, застосування прогресивних стратегій утримання доріг, достатності внутрішніх можливостей та наявного потенціалу ДЕП, достатності інформаційного забезпечення. Запропоноване авторське визначення відображає те, що управління повинно здійснюватися комплексно у взаємодії з усіма структурними підрозділами підприємства, слід враховувати змінність ринкового середовища, використовувати інформаційне забезпечення.

5. Система забезпечення стратегічного розвитку ДЕП повинна включати як свою складову частину механізм забезпечення стратегічного розвитку. Аналіз визначення категорії механізму в науці та в економічних дослідженнях зарубіжних та вітчизняних авторів дозволив констатувати, що за своїм економічним змістом при визначенні категорії «механізм» найчастіше використовують інформаційний (Л. Гурвіц, Р. Майєрсон та Е. Маскін) та функціональний (А. Кульман) підходи. У вітчизняній економічній науці зазвичай використовують терміни господарський механізм, економічний механізм, організаційно-економічний механізм. Авторське визначення механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП базується на врахуванні у ньому мети або головної причини створення та існування ДЕП, що полягає у забезпеченні досягнення стратегічних цілей ДЕП щодо допустимої швидкості, високого рівня безпеки, економічності та комфорту руху, мінімізації шкідливого впливу дороги на навколишнє середовище і утворення конкурентних переваг ДЕП на ринку

дорожніх послуг через здійснення довгострокових контрактів.

6. Аналіз світового досвіду використання довгострокових контрактів, базованих на забезпеченні і підтриманні заданих експлуатаційних характеристик автомобільних доріг протягом дії контракту, показав їх високу економічну ефективність для замовника та виконавця контракту – ДЕП і позитивну результативність для користувачів доріг. Замовник не контролює зусилля підрядника, а контролює експлуатаційні рівні обслуговування, встановлені контрактом. Це кардинально відрізняє довгострокові контракти від традиційних однорічних метод-базованих договорів на утримання автомобільних доріг, отже довгострокові контракти є новою економічною формою відносин між клієнтом (дорожньою адміністрацією) і постачальником послуг (ДЕП). Можна вважати, що фундаментальною теоретичною основою для формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств є теорія економічних механізмів, теорія контрактів та інші, пов’язані з нею теорії.

7. Аналізом існуючих наукових підходів щодо проблеми формування механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП встановлено недостатню кількість науково-методичних досліджень або взагалі їх відсутність стосовно інструментарію, необхідного для вирішення проблеми забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, особливо в умовах застосування довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг, впровадження яких починається з 2021 року.

Основні результати досліджень щодо аналізу існуючих наукових підходів та методів вирішення задач дисертаційної роботи, проведені автором, викладені в статтях [129, 130, 131, 133, 134, 135].

РОЗДІЛ 2
ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

2.1 Фактори, що обумовлюють необхідність забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств і його механізму

Автомобільні дороги загального користування є невід’ємною складовою єдиної транспортної системи України, їх стан впливає на вартість перевезень, безпеку та якість перевезення вантажів і пасажирів, рівень цін, ступінь зайнятості населення та темпи розвитку економіки держави. Розвиток мережі доріг та поліпшення її транспортно-експлуатаційного стану є необхідною передумовою подальшого соціально-економічного розвитку держави і суспільства [66].

Відносини, пов'язані з функціонуванням автомобільних доріг, регулюються законами України та іншими актами законодавства [108, 113, 107, 112, 116, 117, 121, 109, 110].

Автомобільна дорога – лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для забезпечення безперервного, комфортного, зручного та безпечного руху автомобілів [108, стаття 1] з розрахунковим навантаженням та установленими швидкостями в будь-який час року і в будь-яких погодних умовах. Параметри і стан елементів складових дороги і дорожніх споруд визначають технічний рівень та експлуатаційний стан дороги [140, с. 12].

Загальна протяжність мереж доріг загального користування державного та місцевого значення складає близько 170 тис. км, якість яких суттєво впливає на ефективність та конкурентну спроможність української економіки [142]. Структура мережі автомобільних доріг загального користування за станом на 2015 рік наведена на рис. 2.1, розподіл доріг загального користування за типами покриттів наведений на рис. 2.2, а за категоріями – на рис. 2.3. Ці дані після 2015 року суттєво не змінились.

Споживчі (або функціональні) властивості дороги – це сукупність показників, що безпосередньо відповідають потребам користувачів дорог, а саме

у безпеці, швидкості, неперервності, комфортності дорожнього руху та пропускної здатності доріг [37, с. 22].

Рисунок 2.1 – Структура мережі доріг України

Джерело: [142]

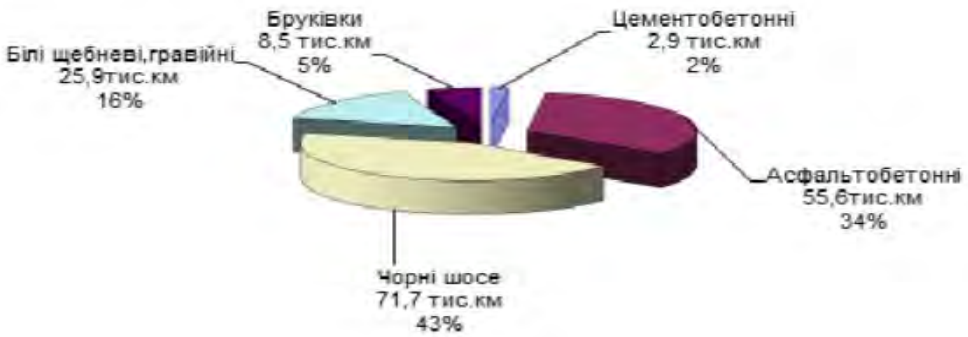


Рисунок 2.2 – Розподіл доріг за типами покриттів. *Джерело*: [142]

Категорія дороги	Ширина проїзної частини, м	Протяжність, тис. км	Частка, %
Іб, Іа	15 - 30	2,7	1,6
II	7,5 - 9	13,3	7,8
III	7 - 8	28,8	17,0
IV	6	109,7	64,7
V	4,5	15,1	8,9
Всього		**169,6**	**100,0**

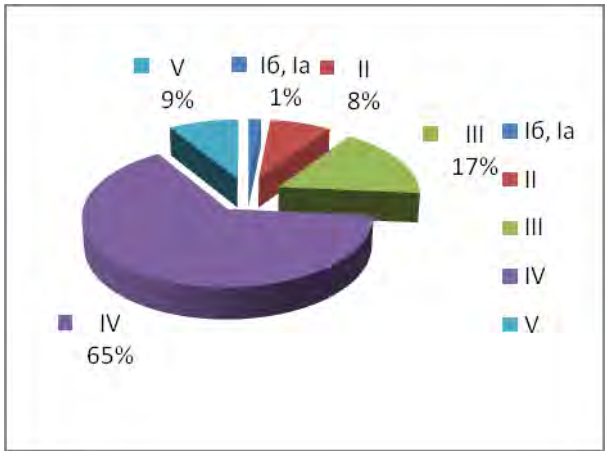


Рисунок 2.3 – Розподіл доріг за категоріями України. *Джерело*: [142]

Зокрема, до цих показників відносять спроможність доріг пропускати автотранспортні засоби з дозволеними для руху осьовими навантаженнями, загальною масою і габаритами; екологічний та естетичний стан доріг; рівень обслуговування доріг ДЕП та рівень інформаційного забезпечення [37, с. 22]. Для підтримки споживчих властивостей в процесі експлуатації автомобільних доріг дорожнім підприємствам необхідно виконувати періодичні капітальні і поточні ремонти [23] та здійснювати комплекс робіт з технічного нагляду та утримання автомобільних доріг, дорожніх споруд та смуги відведення [139].

Експлуатаційне утримання автомобільних доріг виконується лише при наявності відповідного замовлення держави [165]. Укладання договорів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг згідно із Законом України «Про публічні закупівлі» [119] здійснюється через закупівлю послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг шляхом відкритих торгів. Застосовується принцип недискримінації учасників – вітчизняні та іноземні учасники всіх форм власності та організаційно-правових форм беруть участь у процедурах закупівель на рівних умовах.

В даний час гостро стоїть проблема підвищення технічного рівня і експлуатаційного стану доріг. Близько 90 % автомобільних доріг загального користування не ремонтували понад 30 років. Відтак певна частина автомобільних доріг загального користування (169,6 тис. км) не відповідає сучасним вимогам: як за міцністю – 39,2 %, так і за рівністю – 51,1 %. З 16191 мостів тільки 7471 відповідають діючим нормам та стандартам, термінового ж ремонту потребують 1865 мостових переходів [142]. Причинами сучасного незадовільного стану автомобільних доріг загального користування є [66]:

– використання при ремонтах та утриманні застарілих технологій, машин, механізмів, матеріалів і конструкцій;

– низька якість будівельних матеріалів, особливо нафтових бітумів;

– недостатній обсяг фінансування дорожнього господарства (14–34 % визначеної науковцями мінімально необхідної потреби на ремонт та утримання мережі автомобільних доріг [67, 68], рис. 2.4, 2.5);

– недостатній рівень технологічної дисципліни.

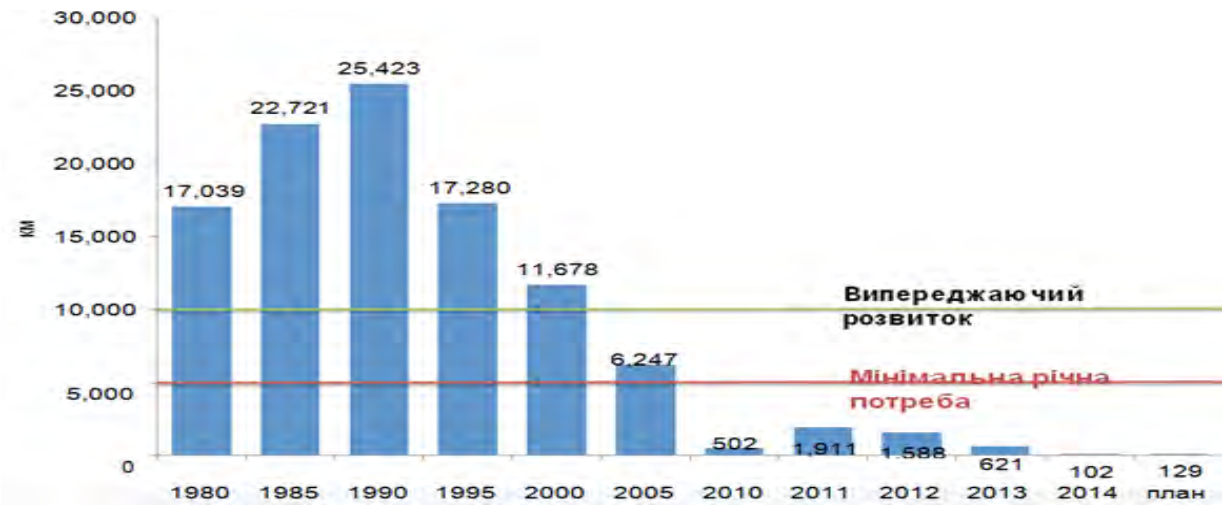


Рисунок 2.4 – Обсяги виконаних ремонтних робіт, км

Джерело: [142, с. 6].

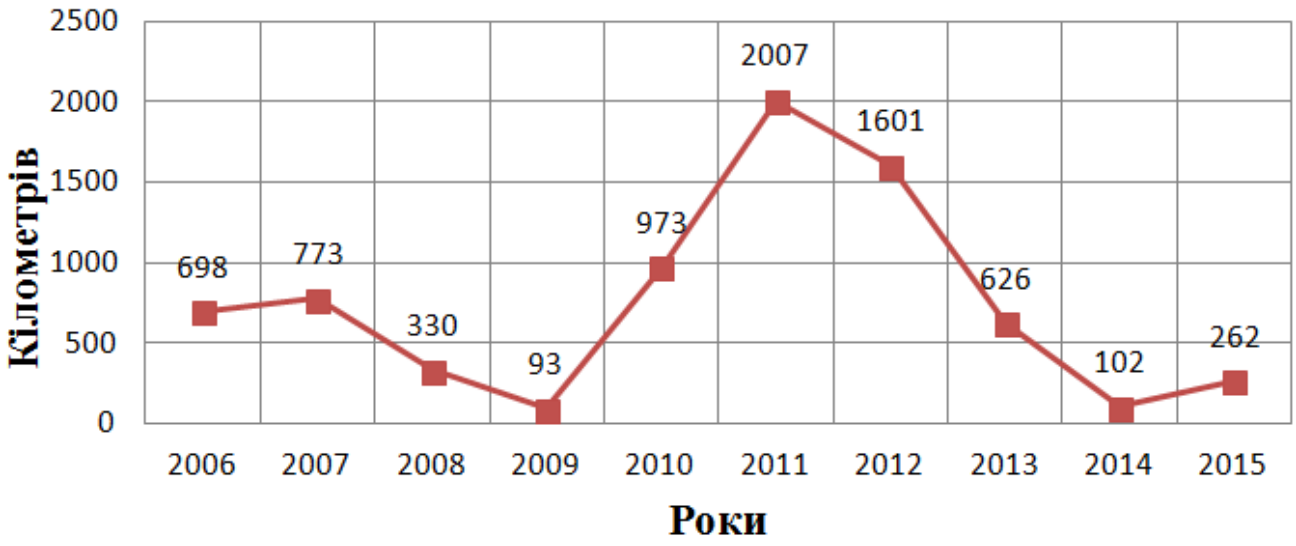


Рисунок 2.5 – Фактичні обсяги ремонтних робіт при мінімальній щорічній потребі в 5000 км

Джерело: *складено автором за даними* [142, с. 7]

В наступні роки об’єми фінансування експлуатаційного утримання автомобільних доріг почали зростати (табл. 2.1, рис. 2.6).

Протяжність і структура автомобільних доріг України, їх технічні параметри та експлуатаційний стан визначають потрібний обсяг послуг з експлуатаційного утримання – граничний обсяг ринку послуг.

Таблиця 2.1 – Фінансування експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування державного значення (державний та місцевий бюджети)

Область	**2015 рік**	**2016 рік**	**2017 рік**	**2018 рік**	**2019 рік**	**2020 рік**
ВСЬОГО	**2 338,3**	**3 162,0**	**3 606,5**	**4 390,7**	**7144,3**	**7 939,8**
Вінницька	101,6	175,7	191,5	199,7	281,5	329,4
Волинська	53,0	95,2	130,5	154,6	226,1	282,8
Дніпропетровська	122,4	113,1	180,9	235,9	395,3	493,2
Донецька	99,6	89,0	140,7	176,1	243,4	396,1
Житомирська	100,6	129,7	170,3	157,8	300,5	307,4
Закарпатська	64,6	88,1	74,0	135,9	255,4	229,8
Запорізька	85,6	118,7	105,7	138,5	227,8	289,1
Івано-Франківська	81,9	87,5	71,1	117,1	218,3	239,1
Київська	183,0	245,9	314,5	415,5	514,6	685,7
Кіровоградська	85,4	136,6	126,0	196,4	363,9	297,0
Луганська	68,5	81,3	109,6	142,9	218,8	316,6
Львівська	116,8	168,2	129,1	228,8	451,2	404,9
Миколаївська	100,3	94,5	129,6	117,8	178,8	230,6
Одеська	147,0	223,3	263,5	274,4	482,0	508,0
Полтавська	116,2	177,3	232,2	157,1	328,9	230,1
Рівненська	80,2	106,6	117,6	174,1	301,7	281,7
Сумська	85,9	115,4	163,5	180,8	286,9	312,9
Тернопільська	117,7	205,1	172,9	158,3	281,4	243,2
Харківська	129,3	181,5	190,7	213,0	328,9	403,7
Херсонська	71,1	56,1	92,3	114,0	189,8	260,9
Хмельницька	78,9	107,0	131,0	167,3	275,3	319,2
Черкаська	63,4	122,7	117,1	219,8	333,7	303,1
Чернівецька	53,0	50,6	61,6	88,2	124,2	188,1
Чернігівська	132,0	193,0	190,7	226,8	336,2	387,2

Джерело: *за даними Укравтодору на 2020 рік*.

Цей обсяг повинен бути розподілений між потенційними постачальниками послуг – дорожньо-експлуатаційними підприємствами. Останні можуть бути різних форм власності і вільно конкурувати на зазначеному ринку [119].

Рисунок 2.6 – Тенденція зростання видатків на експлуатаційне утримання

Джерело: *за даними Укравтодору на 2020 рік*.

На надання послуг з експлуатаційного утримання ще залишається певна монополія АТ ДАК «Автомобільні дороги України». Станом на 31.12.2019 року 100% акцій АТ «ДАК «Автомобільні дороги України» належать державі, із забороною їх відчуження, використання для формування статутних фондів будь-яких суб'єктів господарювання, передачі в управління будь-яким особам та вчинення будь-яких дій, наслідком яких може бути відчуження цих акцій з державної власності, зокрема передачі в заставу, до прийняття окремого рішення щодо приватизації АТ «ДАК «Автомобільні дороги України». До складу АТ «ДАК «Автомобільні дороги України» входять 33 дочірніх підприємства, які є окремими юридичними особами і самостійно здійснюють свою господарську діяльність [57].

Особливості дорожньої продукції, в тому числі послуг з утримання автомобільних доріг, є наступними [165]:

– автомобільні дороги створюються протягом певного часу і експлуатуються на місці будівництва (закріплені територіально) впродовж всього життєвого циклу;

– автомобільні дороги загального користування як кінцевий продукт дорожніх робіт та послуг сприймаються суспільством як «благо загального

користування», призначене забезпечувати потреби всього населення та виробництва у внутрішньодержавних і міжнародних перевезеннях пасажирів й вантажів;

– автомобільні дороги загального користування є державною власністю;

– експлуатація автомобільних доріг загального користування здійснюється на безкоштовній основі, окрім проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів;

– автомобільна дорога відноситься до основних засобів, які постійно знаходяться в експлуатації, її технічні та експлуатаційні характеристики з часом погіршуються, але амортизаційні відрахування не нараховуються (на протиріч залізниці, трубопроводу, для яких розраховується амортизація);

– покращення дорожніх умов та транспортного обслуговування населення призводить до виникнення соціально-економічного ефекту, який не піддається кількісній оцінці.

Особливостями виробничої діяльності підприємств дорожнього господарства є [165]:

– специфіка технології будівництва, реконструкції, ремонту та утримання доріг пов’язана з виконанням робіт просто неба, а також із необхідністю концентрації людських ресурсів, обладнання, техніки, матеріалів на будівельних ділянках, віддалених від місць поселення;

– рухомими є робочі місця і дорожньо-будівельні машини, механізми, обладнання, техніко-технологічне оснащення праці, а продукція є нерухомою, що призводить до переміщення активної частини основних фондів з одного місця роботи (об’єкта) на інше;

– наявність власної виробничої бази для приготування високоякісних матеріалів, напівфабрикатів, збірних залізобетонних елементів, у тому числі й на пересувних виробничих підприємствах;

– розтягненість дорожніх робіт на десятки і сотні кілометрів й часті зміни місць виконання робіт у цих межах ускладнює управління виробничим процесом, організацію побуту (харчування, відпочинок) робітників, технічне

обслуговування і ремонт техніки, знижує її маневреність;

– розосередженість об’єктів дорожніх робіт призводить до їх виконання одночасно на декількох об’єктах;

– дорожнє будівництво характеризується нерівномірним розподілом обсягів робіт, що виконуються по всій довжині траси дороги, у зв’язку з чим весь комплекс дорожньо-будівельних робіт поділяють на дві групи: лінійні та зосереджені;

– можлива участь у дорожніх роботах та наданні послуг різних підприємств (генпідрядник, субпідрядники), які створюють окремі конструктивні елементи автомобільної дороги;

– сезонний характер виконання дорожніх робіт – будівництво, реконструкція, ремонт та утримання доріг, окрім зимового утримання, здійснюються лише при температурі повітря від + 5…15°С;

– вплив природних факторів на виробничий процес: при сумарній добовій кількості атмосферних опадів більше 5 мм, зниженні температури повітря до +3°С виробничий процес зупиняється, а праця робітників здійснюється у некомфортних умовах.

Наведені особливості можуть слугувати причиною для застосування інноваційних заходів у експлуатаційному утриманні автомобільних доріг – певних важелів стратегічного розвитку.

Ринок послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг може зростати, по-перше, за рахунок збільшення довжини мережі доріг після нового будівництва або реконструкції, по-друге, за рахунок збільшення кількості елементів складових автомобільних доріг після реконструкції, капітального та навіть поточного ремонтів.

Сучасний незадовільний стан автомобільних доріг, його негативний вплив на економічність, безпеку та комфорт дорожнього руху, шкідливий вплив на навколишнє середовище спричинений систематичним недостатнім фінансуванням будівництва, реконструкції, капітального, поточного ремонтів та експлуатаційного утримання доріг, є чинником необхідності стратегічного

розвитку дорожнього господарства України, зокрема дорожньо-експлуатаційних підприємств [114, 120].

2.2 Системний аналіз умов і факторів стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств

Проблему забезпечення стратегічного розвитку доцільно розглянути з позицій системного аналізу, прийнявши до уваги, що ДЕП є одним з елементів складної системи, якою є автомобільний транспорт, а в ньому дорожня інфраструктура і дорожнє господарство, що забезпечує кількісний та якісний розвиток мережі автомобільних доріг.

ДЕП і автомобільні дороги, які воно утримує, знаходяться у певному економічному просторі – господарській системі, розвиток якої обумовлений зв'язками між природою, суспільством та економічними відносинами між суб'єктами господарювання. Він являє собою насичену територію, що має багато об'єктів і зв'язків між ними: населені пункти, підприємства різних видів, транспортні мережі, різноманітні об'єкти інфраструктури загального користування. Близьким до поняття «економічний простір» є «просторова (територіальна) структура економіки» і «просторова (територіальна) організація господарства» [31] (рис. 2.7).

Фактором (чинником) процесу розвитку транспортної системи України на теперішній час стала Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [120], яка визначає глобальну мету, підпорядковані їй цілі, напрями та завдання, що здійснюються шляхом розробки і реалізації відповідних середньострокових державних програм, зокрема Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки [114], яка визначає мету і цілі дорожнього господарства України як елемента автотранспортної системи.

Дорожнє господарство – це система автомобільних доріг, державних та приватних підприємств і організацій з їх інженерною інфраструктурою, що будують, реконструюють, ремонтують та утримують дороги. В свою чергу,

дорожнє господарство є частиною (підсистемою) автотранспортної системи, яка суттєво впливає на ефективність національного бізнесу та конкурентоздатність української економіки.

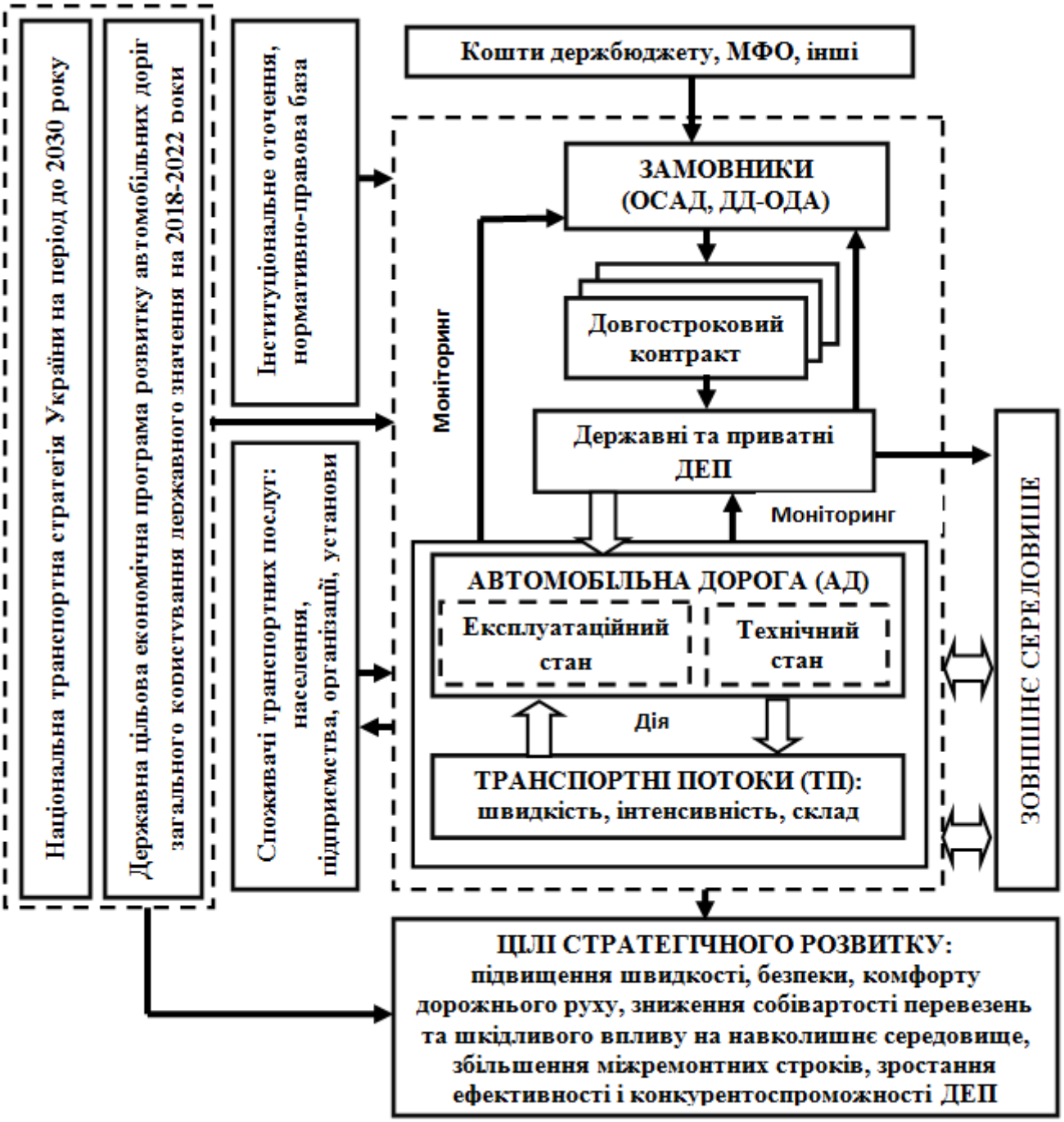


Рисунок 2.7 – Умови і фактори стратегічного розвитку ДЕП (*ОСАД – обласні служби автомобільних доріг, ДД-ОДА – дорожні департаменти обласних держадміністрацій, МФО – міжнародні фінансові організації*)

Джерело: *розроблено автором*

Система складається з окремих компонентів, представлених на рис. 2.7 у

вигляді модулів. Між компонентами існують взаємозв'язки двох видів: безпосередньої дії та інформаційні (показані лише головні з них).

Важливими системними принципами є наявність глобальної мети та ієрархії цілей, які підпорядковані глобальній меті.

Згідно з Національною транспортною стратегією України її метою є «…створення інтегрованого до світової транспортної мережі безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, задоволення потреб населення у перевезеннях та покращення умов ведення бізнесу для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності національної економіки» [120]. Для досягнення цієї мети будуть виконані завдання за такими основними напрямами:

– конкурентоспроможна та ефективна транспортна система;

– інноваційний розвиток транспортної галузі та глобальні інвестиційні проекти;

– безпечний для суспільства, екологічно чистий та енергоефективний транспорт;

– безперешкодна мобільність та міжрегіональна інтеграція.

На ієрархічному рівні цілей дорожнього господарства метою є «…відновлення і розвиток автомобільних доріг загального користування державного значення для інтеграції їх до європейської транспортної системи та підвищення на них рівня безпеки руху, швидкості, комфортності та економічності перевезень» [114].

Досягнення цієї мети передбачено забезпечити оптимальним варіантом реалізації програми, а саме «…довгостроковим плануванням та фінансуванням чітко визначених завдань і заходів щодо відновлення та розвитку мережі автомобільних доріг загального користування державного значення і мостів (зокрема зруйнованих внаслідок військових дій на Сході України) за кошти не лише державного бюджету, а і за рахунок коштів міжнародних фінансових організацій (МФО) та коштів інвесторів (концесія). При цьому планується здійснювати в основному фінансування робіт з нового будівництва та

реконструкції автомобільних доріг за рахунок коштів міжнародних фінансових організацій та інвесторів, а ремонт та експлуатаційне утримання – за кошти державного бюджету, міжнародних фінансових організацій та інших джерел, не заборонених законодавством. Також під час реалізації Програми планується виконувати роботи за маршрутним принципом з відповідною дорожньою інфраструктурою із застосуванням сучасних будівельних норм та стандартів, в яких враховується європейська практика та принципи» [114].

Передбачено «…впровадження довгострокових контрактів (на п’ять–сім років) на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування державного значення (насамперед міжнародних) з використанням нової системи оцінки результатів роботи підрядника на підставі кількісних показників транспортно-експлуатаційного стану, що корелюються з рівнем безпеки та споживчими якостями автомобільних доріг» [114].

Означені вище фактори, впровадження довгострокових контрактів і довгострокового фінансування є головними чинниками процесу забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Важливим є факт, що при зміні виду діяльності приватних ДЕП, вони вже не будуть відповідати предмету дослідження дисертаційної роботи, тому повинні зникнути з поля зору дослідника. Доцільно в подальшому розглянути застосування системи економічних санкцій (штрафування) такого ДЕП, яке передчасно перериває контрактні відносини з замовником

Як видно на рис. 2.7, головними компонентами забезпечення досягнення цілей розвитку є:

– замовники в особі обласних служб автомобільних доріг (ОСАД) або департаментів доріг обласних держадміністрацій (ДД-ОДА);

– користувачі доріг як безпосередні, так і підприємства, організації, установи та населення, економічний і соціальний стан яких залежить від наявності і стану мережі доріг та ефективності забезпечення нею автотранспортних послуг;

– автомобільні дороги і транспортні потоки (АД-ТП);

– дорожньо-експлуатаційні підприємства, що здійснюють експлуатаційне утримання доріг (ДЕП);

– довгострокові контракти, що регулюють взаємодію замовників і ДЕП;

– зовнішнє середовище, яке, з одного боку, впливає на стан доріг, а, з іншого боку, перебуває під шкідливим впливом автомобільної дороги з її транспортним потоком.

Специфічною особливістю виділених компонентів засобів досягнення цілей розвитку є наявність в них компоненту «Автомобільні дороги – Транспортні потоки» (АД-ТП), який є об'єктом прикладення зусиль ДЕП і формує в результаті дії на автомобільну дорогу транспортних потоків та природних факторів потік дефектів елементів складових автомобільної дороги, своєчасна ліквідація яких є предметом зусиль ДЕП. Таким чином, ДЕП і компонент АД-ТП повинні розглядатись у нерозривній єдності, тому що АД-ТП є причиною створення та необхідною умовою існування ДЕП.

Важливо звернути увагу на характер потоку дефектів від підсистеми АД-ТП. Цілком зрозуміло, що він є випадковим процесом, параметри якого мають сезонний характер, і такий, що циклічно повторюється з року в рік, але не детерміновано, однак кількісні характеристики цих параметрів мають певні тенденції до зміни, наприклад, при зростанні середньодобової інтенсивності руху та зміні структури складу руху, а також після періодичних ремонтів доріг.

Сторонам довгострокових контрактів (замовнику і ДЕП) вкрай необхідно мати в розпорядженні відповідні моделі зі складу інструментів механізму забезпечення стратегічного розвитку для обґрунтування своїх рішень ще у фазі ex ante контракту (рис. 1.3) та оцінки їх можливих результатів. Модель повинна спиратися на модель процесу утворення дефектів внаслідок природного погіршення експлуатаційного стану елементів складових автомобільних доріг та модель усунення дефектів елементів доріг, а значить відтворювати фазу ex post – виконання контракту.

Слідуючи за схемою 2.7 можна більш чітко представити роль механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Перш за все, стратегічний розвиток

ДЕП здійснюється в результаті взаємодії замовника послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг (дорожньою адміністрацією) і виконавця послуг (ДЕП), яка обумовлюється довгостроковими контрактами.

У довгостроковому контракті визначаються кількісні експлуатаційні показники, які виконавець – ДЕП повинен підтримувати при наданні послуг та виконанні робіт з експлуатаційного утримання доріг. Несвоєчасне усунення виявлених дефектів елементів складових автомобільних доріг повинне оцінюватись штрафними балами за прогресивною шкалою і обумовлювати зниження суми щомісячної оплати в залежності від кількості штрафних балів та вартості штрафного балу. Таким чином, для досягнення більш високих показників економічної ефективності ДЕП слід уникати можливості зниження сум оплата з-за нарахування штрафних балів.

Головними параметрами довгострокового контракту, які впливають на механізм забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, є (рис. 2.8):

– комплексність контракту (всеохоплюючий чи спеціалізований);

– тривалість дії контракту, місяців;

– протяжність ділянок доріг, що обслуговуються, їх адміністративне значення та категорії, км;

– контрактні експлуатаційні рівні обслуговування (ЕРО) за ДСТУ 8992 [35];

– контрактні рівні вимог до ділянок доріг за ДСТУ 3587 [33];

– контрактні експлуатаційні рівні утримання (ЕРУ) за ДСТУ [35];

– ціна контракту, грн.;

– вартість одного штрафного балу.

Головні параметри контракту потрібно обґрунтувати в першу чергу, тому що вони задають певні рамки стратегії розвитку ДЕП, а також правила процесу взаємодії замовника і ДЕП.

Критерієм оптимальності контракту для замовника є максимум функції суспільного добробуту (суспільного блага), залежної від зусиль ДЕП, а критерієм оптимальності контракту для ДЕП – максимум чистого прибутку від здійснення

контракту. На рис. 2.9 показані основні вигоди від впровадження довгострокового контракту для дорожнього агентства, користувачів доріг та ДЕП.

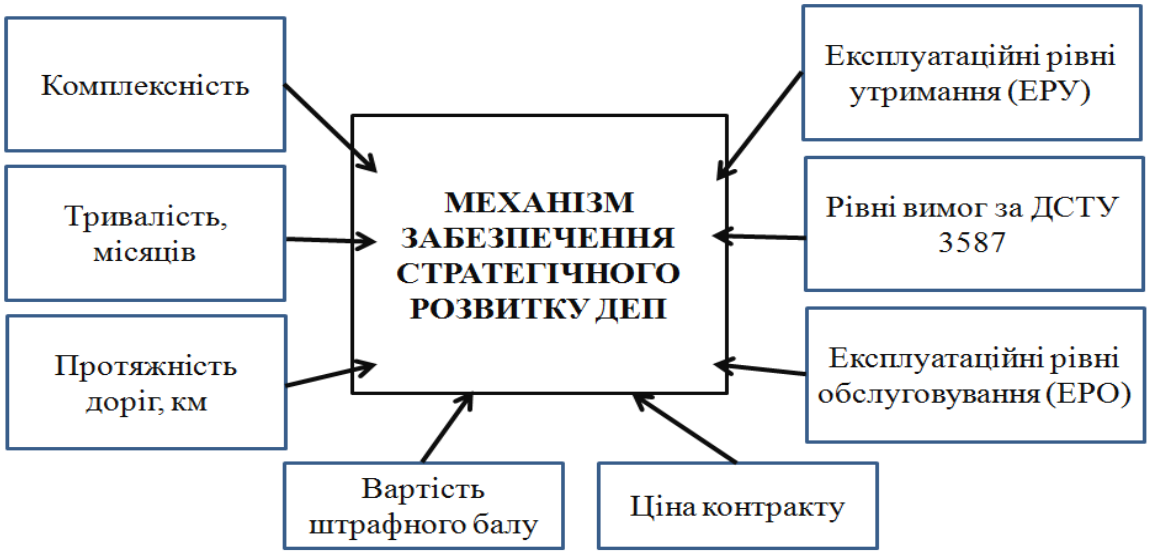


Рисунок 2.8 – Головні параметри довгострокового контракту як умови стратегічного розвитку. *Джерело*: *розроблено автором.*

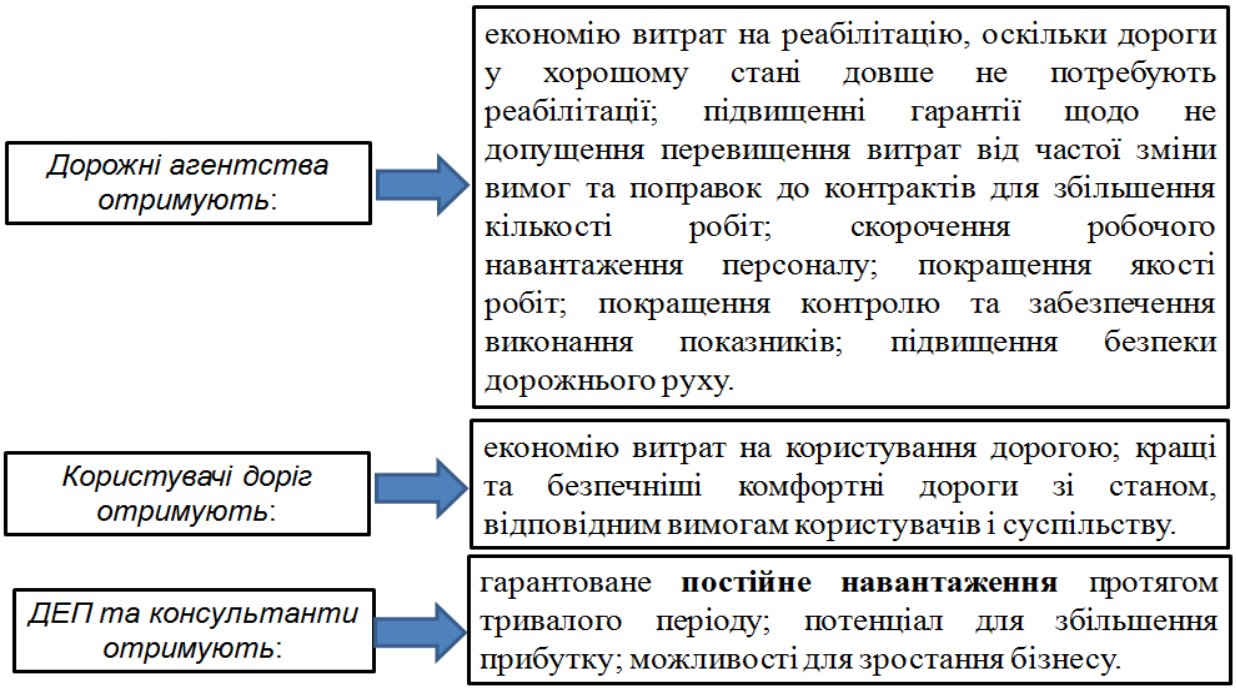


Рисунок 2.9 – Вигода від впровадження довгострокових контрактів. *Джерело*: *розроблено автором на основі* [141, 274, 277, 279].

Суспільні вигоди від експлуатації доріг слід визначати через безпеку, швидкість, економічність та комфорт руху автомобілів і ступінь впливу на навколишнє середовище (рис. 2.10).

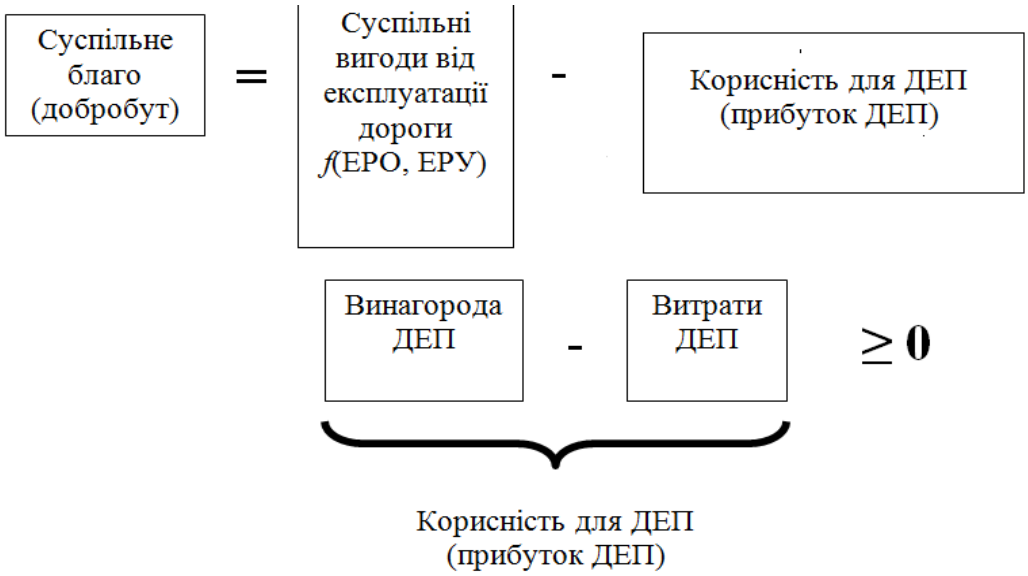


Рисунок 2.10 – Соціально-економічні показники результатів діяльності ДЕП

Джерело: *розроблено автором*

Потрібно підкреслити тісний зв'язок ДЕП і автомобільної дороги. Остання є джерелом обсягів робіт та/або послуг з експлуатаційного утримання, отже предметом праці.

Ціна контракту є продуктом консенсусу замовника і ДЕП, який досягається в результаті закупівлі робіт та/або послуг на ремонти та експлуатаційне утримання контрактних ділянок доріг.

Виникає фундаментальна проблема оцінювання впливу дефектів елементів складових доріг, які протягом року усуваються засобами експлуатаційного утримання, що включають роботи з поточного дрібного ремонту та роботи та послуги з експлуатаційного утримання доріг [23, 101, 139], яка ще не вирішена у необхідному об’ємі в теорії експлуатації автомобільних доріг.

Довгострокові контракти як засіб забезпечення стратегічного розвитку ДЕП регулюються нормативно-правовою базою (рис. 2.11). Ця база ще повністю не завершена, наприклад, ще не розроблена типова форма договору (контракту) про утримання автомобільних доріг загального користування.

Рисунок 2.11 – Нормативно-правова база забезпечення стратегічного розвитку ДЕП

Джерело: *розроблено автором*

ДЕП, як і всі інші підприємства, мають зовнішнє оточення прямої та непрямої дії. До першого з них належать органи влади, фіскальні організації, постачальники, конкуренти, інститути різних спрямувань тощо, а до другого – загальноекономічний, політичний і так далі фактори зовнішнього оточення, які час від часу змінюються або знаходяться у неперервному русі, отже позитивно або негативно впливають на розвиток ДЕП.

На ринку надання послуг з експлуатаційного утримання доріг з’являються нові приватні підприємства, персонал яких не в достатній мірі володіє необхідними знаннями з питань ремонту та експлуатаційного утримання доріг, персонал їх може мати низьку кваліфікацію. Отже перед Агентством автомобільних доріг України виникає потреба відбору надійних виконавців контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг, тим більше що на ринку України вже працюють кваліфіковані зарубіжні компанії. Тому впровадження системи довгострокових контрактів має першорядне значення

стосовно стратегічного розвитку для вітчизняних дорожньо-експлуатаційних підприємств.

Не можна говорити про незворотність розвитку, коли ресурсів, особливо фінансових, не вистачає. В такому випадку, починається деградація підприємства, незалежно від того, яким високим був розвиток. Недоліком існуючої системи однорічних договорів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг є високі трансакційні витрати від щорічної участі в тендерах на закупівлю послу, а також певні ліквідаційні витрати.

При формуванні механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП на основі довгострокових контрактів слід розглядати ефективність застосування механізму через призму критерію забезпечення ним соціального (суспільного) блага (див. рис. 2.10).

Отримання суспільного блага є пріоритетним завданням і ціллю держави в управлінні дорогами, отже замовника. Тому ДЕП необхідні можливості для функціонування власного механізму забезпечення стратегічного розвитку, щоби найкращим чином сприяти виконанню державного завдання і, тому, мати конкурентну перевагу на ринку надання послуг з утримання автомобільних доріг.

За рахунок підтримування експлуатаційного стану доріг на рівні, заданому специфікаціями ЕРО та ЕРУ, суспільство отримує суспільні вигоди, а ДЕП отримує за це винагороду, частина якої формує корисність (або прибуток) для ДЕП, який не повинен мати від’ємного значення, як показано на рис. 2.10. Проблема полягає в тому, як визначити в грошовому виразі суспільні вигоди в залежності від специфікацій ЕРО та ЕРУ.

Далі розглянемо аналітичну модель стимулювання якості у контрактах з експлуатаційного утримання доріг, перш за все для розуміння проблеми кількісного визначення суспільного блага.

Перспективне впровадження довгострокових контрактів потребує вирішення, у тому числі, проблеми формування системи стимулювання забезпечення якості утримання доріг через встановлення певної сукупності і параметрів ЕРО, від підтримування яких залежить виплата виконавцю. Базовою

передумовою побудови системи стимулювання якості є те, що замовник може виміряти продуктивність виконавця не прямо, а тільки за допомогою контролю ЕРО. Це нова форма контракту, базованого на підтримці показників якості – ЕРО, яка докорінно відрізняється від однорічних контрактів підряду за видами робіт, які традиційно застосовуються в дорожньому господарстві [141].

Теоретичним підґрунтям оптимізації параметрів нових контрактів є теорія контрактів, теорія агентства, які отримали розвиток в роботах нобелівських лауреатів з економіки, зокрема, О. Харта, Б. Хольмстрьома, Ж.Тіроля [203, 152, 206, 213, 143] та інших дослідників, наприклад, [219, 190, 210, 227, 170].

В роботах А. С. Соліньо [252, 254, 255, 253] для аналізу систем управління дорожньою інфраструктурою на базі моделі Ж.-Ж. Лаффона і Ж. Тіроля [213] запропонована математична модель на основі теорії агентства, яка використовує систему показників якості – ЕРО для встановлення оплати виконавцю. Основним припущенням моделі є асиметрія інформації між принципалом (дорожньою адміністрацією, замовником) та агентом (виконавцем, підрядником) та неприйняття ризику (risk averse) останнім. Передбачається, що принципал може вимірювати результати діяльності агента лише опосередковано, за допомогою перевірки досягнення та підтримки ЕРО. Також передбачається, що існує залежність між зусиллями агента і рівнями експлуатаційної якості, хоча можуть бути дисперсії між цими змінними, які спричиняють певну ступінь випадковості у контракті. Аналіз оптимального механізму стимулювання був зроблений А. С. Соліньо на основі цієї моделі та відповідно до серії параметрів, що характеризують економічне середовище та конкретні умови дорожньої інфраструктури [254].

У моделі дорога вважається безкоштовною для користувачів, хоча модель може бути застосована і для платних доріг. Цільовою функцією принципала є функція суспільного добробуту, яку принципал намагається максимізувати шляхом вибору параметрів, що визначають механізм винагороди виконавця за контрактом. Припускається, що принципал поводиться як доброзичливий регулятор і залишає осторонь будь-які особисті інтереси – припущення, яке

звичайно використовується в літературі по державному регулюванню [213].

Суспільні вигоди, одержувані від експлуатації дороги, включаючи надлишок (surplus) користувачів, в залежності від пропонованих рівнів якості стану доріг, можуть бути виміряні за допомогою ряду показників, отже ЕРО, які в моделі А. С. Соліньо прийняті незалежними один від одного і зростають лінійно від зростання якості [254, с. 468]:

$$S = S_0 + \sum_{i=1}^{n} (a_i \cdot q_i), \tag{2.1}$$

де S – загальна суспільна вигода;

$a_i \geq 0$ – константа;

q_i – рівень якості i-го експлуатаційного показника дороги з множини n показників, кожний з яких залежить від зусиль виконавця;

S_0 – мінімальна суспільна вигода, отримана від стану якості дороги при виконанні мінімальних умов користування дорогою.

Одразу ж виникає ряд суттєвих питань відносно того, в чому повинні вимірюватись суспільна вигода S та рівень якості q_i експлуатаційного показника дороги, що означають мінімальні умови, і як перейти від цього певним чином виміряного індикатора стану – рівня якості до одиниць виміру суспільної вигоди? На жаль, А. С. Соліньо не дає відповіді на ці питання, а розглядає функцію (2.13) формально.

На думку автора дисертаційної роботи, скоріш за все, суспільну вигоду S, яку можна отримати від виконання всього контракту, доцільно виміряти, але не факт, що все, в грошових одиницях. Для цього потрібно розглянути її складові і процедури їх отримання для розбудови математичної моделі. Методика оцінки вартості життя жителя України та загального економічного збитку від ДТП за складовими наведена в [5, 91]. Але в оцінці слід виокремити ті ДТП, які пов’язані з невідповідними дорожніми умовами.

Досягнутий рівень експлуатаційного показника якості елементу дороги q_i зв’язаний з певними зусиллями e_i виконавця, які мають випадкову складову (статистичний шум) ε_i:

$$q_i = e_i + \varepsilon_{i.}. \tag{2.2}$$

Таке формулювання може бути знайдено, наприклад, у роботі Д. Мартимора і Дж. Пуєта [219, с. 7]. Приймається, що кожна випадкова змінна ε_i має нормальний розподіл з середнім, що дорівнює нулю, і стандартним відхиленням σ_i. Значення ε_i залежать не тільки від зусиль e_i, але й від інших непередбачуваних факторів. Отже, виконавець діє в умовах ризику в зв'язку з хаотичністю цих змінних. Крім того, передбачається, що виконавець не нейтральний до ризику. Це міркування слідує з загальних припущень, прийнятих в теорії агентства, наприклад, у К. Айзенхардта [190, с. 62]. Ризик замовника достатньо диверсифікований за рахунок великої кількості контрактів, за які він несе відповідальність, що робить його ризик-нейтральним.

Тут знов виникає питання про багатоваріантність зусиль виконавця, якими можна забезпечити один і той же рівень якості, зокрема з використанням різних інноваційних технологій. Слід враховувати і вплив зусиль на довговічність їх дії.

Виконавець здійснює зусилля і при цьому несе певні витрати:

$$C = C_0 + \sum_{i=1}^{n} \psi_i(e_i), \tag{2.3}$$

де C – вартість послуг (робіт) наданих виконавцем;

C_0 – складова, що включає фіксовану вартість необхідних початкових інвестицій для надання послуг;

$\psi_i(e_i)$ – функція витрат виконавця в залежності від зусиль [213, с. 3], перша і друга похідні якої: $\psi_i'(e_i) > 0$ і $\psi_i''(e_i) > 0$, отже гладка фунція.

При припущенні нейтрального до ризику або несхильного до ризику агента (тобто з $r \geq 0$), достатньо, щоб існувала і третя похідна $\Psi'''(e_i) \geq 0$ [254, с. 479].

Що стосується винагороди, то виконавець отримує суму від замовника, яка

залежить від рівня якості q_i. Винагорода визначається лінійним рівнянням, слідуючи схемам стимулювання, запропонованим Б. Холмстрьомом і П. Мілгромом [206, с. 31]:

$$t(q_i) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} (\beta_i \cdot q_i), \tag{2.4}$$

де t – сума, сплачувана замовником виконавцю;

α, і β_i – фіксовані параметри, встановлені у контракті.

Функція (2.2) включає в себе випадкові змінні ε_i, чим більше стимулів, які встановлені, тим більший вплив цих змінних. Проблема полягає в тому, щоб визначити значення α, і β_i – параметрів, встановлених в контракті, які будуть максимізувати суспільну корисність з прийняттям до уваги компромісу між зусиллями виконавця і його неприйняттям ризику

Прийнявши до уваги випадкову складову винагороди виконавця, очікуване значення E буде виглядати наступним чином:

$$E[t] = \alpha + \sum_{i=1}^{n} (\beta_i \cdot e_i), \tag{2.5}$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^{n} (\beta_i^2 \cdot \sigma_i^2), \tag{2.6}$$

де $E[t]$ – математичне очікування значення платежу замовника;

σ_t^2 – дисперсія доходу, отриманого виконавцем.

Також необхідно враховувати обмеження, встановлені на підставі функції корисності (вигоди) виконавця U_r за Ж. Ж. Лаффоном і Ж. Тіролем [213, с. 5; 212, с. 511]:

$$U_r = E[t] - C - r \cdot \sigma_t^2 \geq 0, \tag{2.7}$$

де C – вартість надання послуг виконавцем;

r – параметр, який характеризує відношення виконавця до ризику і, якщо висловлюватися іншими словами, U_r буде точним еквівалентом очікуваної

агентом прибутковості.

У разі неприйняття ризику агентом, значення *r*, строго перевищує нуль, тоді як у разі нейтральності до ризику *r* дорівнює нулю. У моделі А. С. Соліньо передбачається, що виконавець зазвичай не схильний до ризику, хоча також можна дослідити наслідки, що виникають у разі $r = 0$. А. С. Соліньо виключає можливість того, що агент є любителем ризику (risk lover), і тому:

$$r \cdot \sigma_t^2 \geq 0 \tag{2.8}$$

Підстановкою у рівняння (2.7) виразів (2.3) і (2.4) отримаємо:

$$U_r = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \cdot e_i - C_0 - \sum_{i=1}^{n} \Psi(e_i) - r \cdot \sigma_t^2 \tag{2.9}$$

Однак для того, щоб агент здійснював свою діяльність, йому доведеться отримати корисність, більшу або рівну альтернативі «не здійснювати нічого». Якщо вважати цю останню альтернативу для корисності, що дорівнює нулю, то участь агента залежить від наступного:

$$U_r \geq 0. \tag{2.10}$$

Таким чином, функція суспільного добробуту, яку слід максимізувати, формується за рахунок вигоди для суспільства в цілому, за вирахуванням усіх витрат, понесених на надання цієї послуги, і, серед інших факторів, витрат, пов'язаних із ухиленням агента від ризику. Таким чином функція суспільного добробуту (блага) W_s (суспільне благо – це те благо, доступ до якого споживачів не можна обмежити, а також за нього немає конкуренції серед споживачів [22]):

$$W_S = E[S] - C - r \cdot \sigma_t^2 - \lambda \cdot E[t]. \tag{2.11}$$

У цьому рівнянні *Ws* – це суспільний добробут, який повинен бути максимізований, а змінна *S* являє собою суспільну вигоду, яку дає (2.1):

$$E[S] = E[S_0 + \sum_{i=1}^{n}(a_i \cdot q_i)] = S_0 + \sum_{i=1}^{n}(a_i\,(\,e_i + \varepsilon_i) = S_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot e_i). \quad (2.12)$$

$$W_s = S_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot e_i) - (\,1+\lambda) \cdot [C_0 + \sum_{i=1}^{n}\psi(\,e_i) + r \cdot \sum_{i=1}^{n} \beta_i^2 \cdot \sigma_i^2)] - \lambda \cdot U_r, \quad (2.13)$$

де λ – параметр, який характеризує податкову систему країни, $\lambda > 0$.

Значення (1 + λ) називають граничною вартістю державних коштів [254, с. 470]. Це концепція, яка включає в себе різні аспекти, в тому числі збурення, що вносяться податковою системою в рішення економічних агентів і у вартість податкового адміністрування. Конкретні значення λ залежать від податкової системи країни і може знаходитись в межах 0,09 ÷ 0,8. Наприклад, для економіки США λ = 0,3 [254]. Задача оптимізації формулюється наступним чином [254, с. 471]:

$$Max_{(U_r, e_i, \beta_i)}\{\,S_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot e_i) - (\,1+\lambda) \cdot [C_0 + \sum_{i=1}^{n}\psi(\,e_i) + r \cdot \sum_{i=1}^{n} \beta_i^2 \cdot \sigma_i^2)] \;\; - \lambda \cdot U_r\}. \quad (2.14)$$

Розв’язок цієї задачі з урахуванням обмежень $U_r \geq 0$ і $\beta_i = \psi_i'(e_i)$ зводиться до розв’язання системи диференціальних рівнянь у частинних похідних з використанням матриці Гессе [254, с. 479] – квадратної матриці, елементами якої є частинні похідні функції. При цьому повинні існувати перша, друга та навіть третя похідні від функцій $\Psi(e_i)$. В результаті отримуються оптимальні за критерієм (2.19) значення e_i^*, α_i^*, β_i^*.

Конкретною функцією витрат, яка задовольняє умові бути строго позитивною у своїй першій та другій похідних та більшим або рівним нулю в її третій похідній. В економічній літературі прийнято використовувати такі типи квадратичних функцій витрат [254, с. 471]:

$$\psi_i(e_i) = k_i \cdot e_i^2/2. \tag{2.15}$$

Тут параметр k_i є постійний масштабний коефіцієнт для кожного зусилля.

Приклад використання квадратичної функції вартості знаходимо у роботі Д. Мартимора і Дж. Пуєта [219].

Рішення, отримане за допомогою цієї функцій вартості:

$$e_i^* = \frac{a_i}{(1+\lambda)k_i(1+2k_i \cdot r \cdot \sigma_i^2)}, \tag{2.16}$$

$$\beta_i^* = \frac{a_i}{(1+\lambda)(1+2k_i \cdot r \cdot \sigma_i^2)}, \tag{2.17}$$

$$\alpha^* = C_0 + r \cdot \sum_{i=1}^{n} (\beta_i^*)^2 \cdot \sigma_i^2 - \sum_{i=1}^{n} (\beta_i^*)^2 \Big/ 2k_i. \tag{2.18}$$

У цьому випадку завжди виконується умова максимізації, оскільки $\Psi_i'''(e_i^*) = 0$ [254, с. 471].

В роботі А. С. Соліньо [254] показано, що механізм стимулювання повинен включати фіксовану складову та оплату відповідно до отриманого рівня якості. Чим вищий ступінь неприйняття ризику агентом і чим більша гранична вартість державних коштів, тим меншим є вплив цього платежу на основі результатів діяльності агента. А. С. Соліньо зроблений висновок, що система показників експлуатаційної якості – ЕРО повинна бути якомога ширшою, але повинна уникати тих показників, які передбачають більшу випадковість їх результатів.

Функція суспільного добробуту *Ws* (2.13) – це загальносистемний критерій для контракту, значення якого потрібно максимізувати (2.14). В моделі А. Соліньо вона вимірюється в грошових одиницях, отже найбільш складним питанням є кількісне визначення впливу на суспільні вигоди (2.13) параметрів ЕРО,

встановлених у контракті, здебільшого – строків реагування. Зокрема, це можливе для найбільш досліджених впливів на витрати користувачів дороги експлуатаційних характеристик якості, наприклад, коефіцієнту запасу міцності дорожнього одягу, рівності та зчеплення покриття, параметрів тимчасово перекритої смуги руху, які, однак, повертаються до нормативних вимог шляхом виконання капітального або поточного середнього ремонтів, а не утримання доріг. Кількісний вплив багатьох інших ЕРО (а їх в ДСТУ 8993 більше трьохсот) на зовнішні ефекти ще недостатньо досліджений.

Інша проблема в моделі А. Соліньо пов'язана із впливом випадковості ε_i на зусилля агента e_i, що забезпечує належний рівень якості q_i. (2.14) і оцінюється величиною дисперсії σ_i^2. Дисперсію можна оцінити шляхом накопичення даних статистичного обліку фактичного виконання робіт та/або послуг, матеріали якого нажаль на сьогодні відсутні.

Наша мета полягала в аналізі можливості застосування аналітичної моделі А. С. Соліньо [254] для обґрунтування оптимальних заходів із забезпечення стратегічного розвитку ДЕП і оцінювання ДЕП свого потенціалу з огляду на неприйняття ним ризику на стадії ex ante, яка включає підготовку і проходження тендеру, а також підписання контракту (рис. 1.3).

Можна зробити такі висновки. В моделі А. Соліньо [254], рівняння є статичними, тому що не містять змінних часу. Насправді, експлуатаційні показники якості стану елементів доріг перебувають під впливом двох протилежних динамічних процесів:

а) розвитку дефектів у просторі і часі, також збільшенні їх серйозності (міри ураження);

б) усунення дефектів, залежного від зусиль агента.

Отже, в моделі механізму забезпечення експлуатаційних характеристик (якостей) в довгострокових контрактах з експлуатаційного утримання доріг слід внести змінну часу, а рівень якості q_i моделювати залежним від часу.

Зауважимо, що процес виникнення дефектів елементів доріг є в випадковим (наприклад сніг, ожеледиця, замулення дренажу, вибоїни тощо), а значить

випадковими є кількість дефектів і відповідні обсяги робіт та/або послуг з їх усунення. В такому випадку, більш перспективною, ніж аналітична модель, є модель їх імітації за допомогою спеціально розроблених комп'ютерних програм.

Виконаний аналіз аналітичної математичної моделі А. Соліньо [252, 254, 255, 253] показав, що вона може бути застосована при відомому кількісному впливі індикаторів – характеристик якості експлуатаційного стану елементів автомобільних доріг на суспільні вигоди, однак, кількісні оцінки цього впливу достатньо досліджені лише для незначної частки дефектів. Реалізація моделі А. Соліньо потребує наявності оцінок дисперсії зусиль виконавця, необхідних для усунення дефектів. Дисперсія обумовлена головним чином зовнішніми факторами, наприклад, кількістю опадів, складом дорожнього руху, а також внутрішніми факторами – якістю матеріалів і технологічних процесів виконання робіт та надання послуг. Для оцінювання дисперсії потрібно здійснювати постійні спостереження характеристик якості і, головне, створити відповідне програмне забезпечення та централізовану базу даних для обліку якості експлуатаційного стану доріг, а також якості робіт та послуг [58, 60, 127, 154].

Можна зробити висновок, що для вирішення проблеми забезпечення стратегічного розвитку ДЕП необхідно розробити імітаційну модель у складі механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП – модель виконання довгострокового контракту, яка дає можливість вже у фазі ex ante оцінити можливі наслідки здійснення контракту для його виконавця – ДЕП, щоби він міг сигналізувати замовнику про свою спроможність виконати контракт.

В імітаційній моделі для урахування суспільних вигод пропонується інша концепція – концепція рівня утримання.

Для розробки імітаційної моделі слід розглянути концептуальні підходи до формування механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств.

2.3 Концептуальний підхід до розробки імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг у складі механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств

Виконаний вище системний аналіз є вихідною точкою для формування концептуального підходу до наступної розбудови імітаційної моделі механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП і її структуризації.

При розгляді концептуального підходу слід прийняти до уваги наступні очевидні передумови (вихідні положення) стосовно формування і впровадження механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств на основі застосування довгострокових контрактів при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг:

– відсутність спостережених фактичних даних про досвід і результати виконання довгострокових контрактів через те, що раніше вони не здійснювались, окрім пілотного проекту, який виконується за міжнародним договором за кредитні кошти [49]. Результати виконання пілотного проекту ще не оприлюднені;

– відсутність раніше виконаних вітчизняних досліджень з тематики економічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств;

– вже з 2021 року Укравтодором планується досить широке впровадження довгострокових контрактів, предметом яких є експлуатаційні показники стану елементів складових автомобільних доріг;

– наведена в ДСТУ 8992 «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування при експлуатаційному утриманні» схема імітаційного моделювання процесу здійснення контракту потребує деталізації і доведення до комп’ютерної програмної реалізації;

– розмірність та імовірнісний характер процесу деградації експлуатаційного стану доріг і процесу його підтримки обумовлюють розробку саме імітаційної моделі виконання довгострокового контракту;

– відсутність історичних даних обліку фактичних часових параметрів

усунення дефектів елементів доріг на основі журналів обліку виконання робіт та надання послуг;

– важливість моделювання довгострокового контракту обумовлюється тим, що функціонування ДЕП здійснюється виключно через укладання контрактів і на перспективу стратегічний розвиток ДЕП може розглядатись через послідовність їх виконання.

Концептуальною моделлю є логіко-математичний опис модельованої системи відповідно до поставленої проблеми. Основний зміст цього етапу полягає у формулюванні загального задуму моделі, переході від реальної системи до логічної схеми її функціонування.

Розглянемо співвідношення понять концептуальної та імітаційної моделі, між якими не можна поставити знак рівності. Згідно зі схемою О. Балчі [102], а також даних з інших джерел з імітаційного моделювання, концептуальна модель передує розробці імітаційної моделі. В концептуальній моделі присутні компоненти, функціонування яких не може бути повністю алгоритмізоване, тоді як імітаційна модель повністю алгоритмізується, на основі чого розробляється комп’ютерний програмний код. Комп’ютерна програма імітаційної моделі найбільш детальний її запис на певній мові програмування.

Таким чином, концептуальна та імітаційна моделі співвідносяться як загальне і часткове. Саме з такої точки зору далі розглядається концептуальна модель механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Особлива увага при цьому приділяється місцю і структурі імітаційної моделі довгострокового контракту.

Доцільно спочатку виділити основні блоки концептуальної моделі, а потім розкрити їх внутрішній склад і призначення. Керуючись підходом, запропонованим В. С. Титикало [144], але на відміну від нього, виділимо чотири основних блоків, наведених на рис. 2.12.

Склад першого блоку «Фактори впливу на стратегічний розвиток ДЕП» наведено на рис. 2.13. Він містить чинники як зовнішнього середовища, так і внутрішнього середовища.

Другий блок – «Цілепокладання і завдання» (рис. 2.14) має на меті відображення в концептуальній моделі механізму сутності того, що саме механізм забезпечення стратегічного розвитку повинен забезпечити.

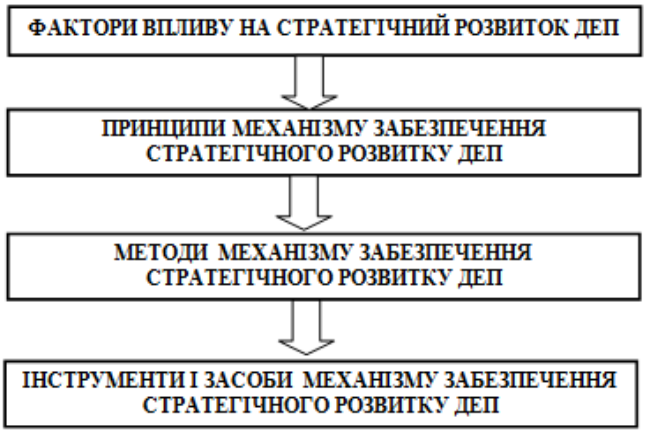


Рисунок 2.12 – Головні блоки концептуальної моделі механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. *Джерело*: *розроблено автором*

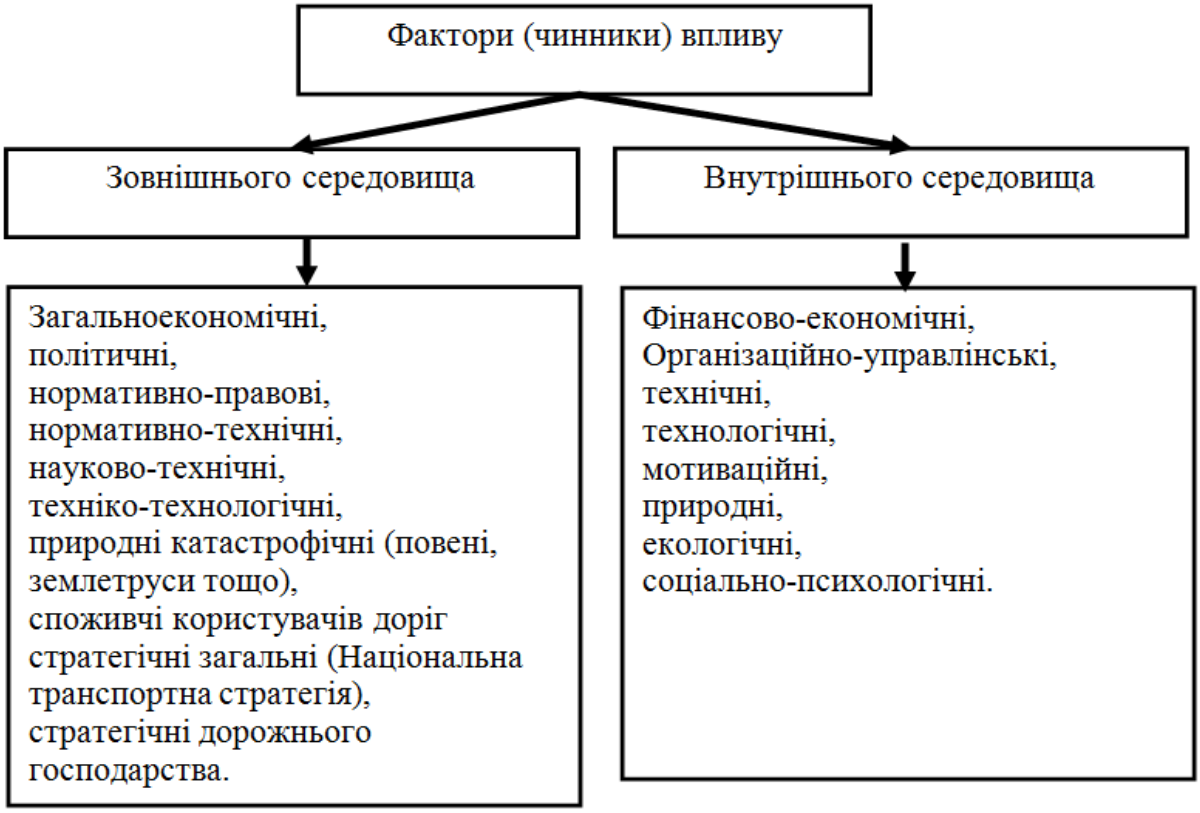


Рисунок 2.13 – Блок факторів впливу на стратегічний розвиток ДЕП

Джерело: *розроблено автором на основі* [144]

Рисунок 2.14 – Блок цілепокладання і завдання

Джерело: розроблено автором

Сама стратегія розвитку є вхідною для механізму, заданою ззовні. Ясно, що стратегія розвитку ДЕП визначається місією ДЕП, яка, в свою чергу, є причиною створення та існування ДЕП. ДЕП існує тільки тому, що існує автомобільна дорога, яку потрібно утримувати через те, що експлуатаційні параметри (або якості) з часом погіршуються через дію на елементи дороги навантажень транспортного потоку, зовнішніх природних факторів та деяких внутрішніх факторів, наприклад, старіння матеріалів. Можна казати про зовнішні цілі, встановлені для ДЕП, і про внутрішні цілі, які ДЕП встановлює для себе, наприклад, забезпечення прибутковості. Причому ці дві категорії цілей повинні бути взаємно обумовленими і узгодженими.

Нагадаємо, що на рис. 2.7 наведена схема взаємозв’язків компонентів, які формують цілі ДЕП. Зовнішні цілі формуються Національною транспортною стратегією і уточнюються Програмою розвитку дорожнього господарства.

Під якістю утримання автомобільних доріг ми розуміємо рівень утримання – характеристику певного стану якості: елементу, складової, ділянки дороги,

сукупності ділянок дороги або мережі доріг, яку визначають своєчасністю, повнотою та якістю усунення дефектів елементів доріг.

Своєчасність і повнота усунення дефектів характеризують організацію робіт та/або послуг та наявність трудових і матеріально-технічних ресурсів, а якість усунення – таку технологію усунення дефектів, яка забезпечує потрібну довговічність елементів доріг.

Характеристики якості експлуатаційного стану доріг повинні були бути закріплені у відповідних нормативних документах і потім, на їх основі, використовуватись у довгостроковому контракті. Для реалізації цієї задачі в 2019 році Національним транспортним університетом були розроблені (за участю автора дисертаційної роботи) два національних стандарти України:

– ДСТУ «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування при експлуатаційному утриманні» [35, 122];

– ДСТУ «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування при експлуатаційному утриманні» [122, 36].

Ці стандарти набирають чинності з 01 липня 2021 року.

Наступним блоком концептуальної моделі механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП є принципи формування механізму (рис. 2.15).

Під принципами, задіяними в механізмі, розуміють основні вихідні положення, провідні ідеї, правила, якими повинна керуватися керуюча підсистема, здійснюючи забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Це ті основоположні принципи, які притаманні всім складовим механізму на всіх етапах функціонування і розвитку ДЕП.

У принципах узагальнюються виявлені об'єктивні закони і закономірності, виправданий досвід (практика) функціонування механізму. Вони визначають спосіб діяльності і виступають як правила діяльності. Знання принципів і застосування їх у практиці є обов'язковою умовою ефективної діяльності [148].

Загальні принципи, згадані в концептуальній моделі, широко відомі, вивчаються в курсах менеджменту [148], тому доцільно зосередитись на специфічних саме для ДЕП принципах.

Рисунок 2.15 – Блок принципів формування механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП

Джерело: *розроблено автором*

Принцип планомірного розвитку ДЕП полягає в щорічному плануванні робіт та/або послуг з експлуатаційного утримання доріг з урахуванням їх циклічності, тенденції збільшення, спричиненої зростанням інтенсивності руху і збільшенням кількості дефектів.

Принцип взаємної обумовленості процесів деградації і відновлення експлуатаційних показників доріг полягає в тому, що процес деградації експлуатаційного стану елементів доріг породжує потік дефектів, який обумовлює певну необхідність здійснення процесу їх усунення. Останній впливає на інтенсивність процесу деградації.

Принцип узгодженості стратегії утримання доріг з послідовністю їх періодичних ремонтів означає вибір таких дій з усунення дефектів, які збільшують міжремонтні строки, від яких, в свою чергу, залежать обсяги робіт та /або послуг з експлуатаційного утримання доріг.

Принцип пріоритетності об’єктів та елементів доріг обумовлює врахування різної значимості впливу різних дефектів на системні цільові показники – швидкість, рівень безпеки та комфорту руху, а також на збереження елементів доріг. Пріоритети можуть бути призначені окремим ділянкам доріг, складовим доріг або їх елементам, а також видам діяльності.

Принцип альтернативності варіантів стратегії розвитку підприємства означає, що вибрана може бути лише одна стратегія, проте через певний час вона може змінитись.

Принцип обмеженої раціональності – вибір кращого рішення з розглянутих. Можна упевнено стверджувати, що досягти оптимального рішення в задачі, що розглядається, в строгому математичному сенсі неможливо через величезні обчислювальні складності навіть при одному критерії, а при двох і більше критеріях взагалі принципово неможливо.

Принцип регулярності моніторингу стану доріг, контролю наявності дефектів та строків усунення дефектів елементів доріг вимагає створення у механізмі забезпечення стратегічного розвитку ДЕП спеціальної підсистеми, яка діє із регулярністю, обумовленою характером виникнення і розвитку дефектів і терміновістю їх усунення.

Наступним блоком концептуальної моделі є методи, які поділяються на організаційні, економічні та соціально-психологічні (рис. 2.16). Організаційні принципи повинні враховуватись при створенні виробничої структури підприємства на основі горизонтального та вертикального розділення праці, для забезпечення неперервного, ритмічного виконання трудових процесів, зменшення втрат робочого часу. Економічні методи являють собою набір процедур, урахування і використання яких створює важелі управління господарською діяльністю ДЕП. Соціально-психологічні методи спрямовані на підвищення ефективності кадрового потенціалу ДЕП.

Дуже важливим для отримання кількісних результатів є блок інструментів і засобів механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, який виділено у загальній схемі механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП (рис. 2.17).

Рисунок 2.16 – Блок методів механізму

Джерело: *розроблено автором на основі* [144]

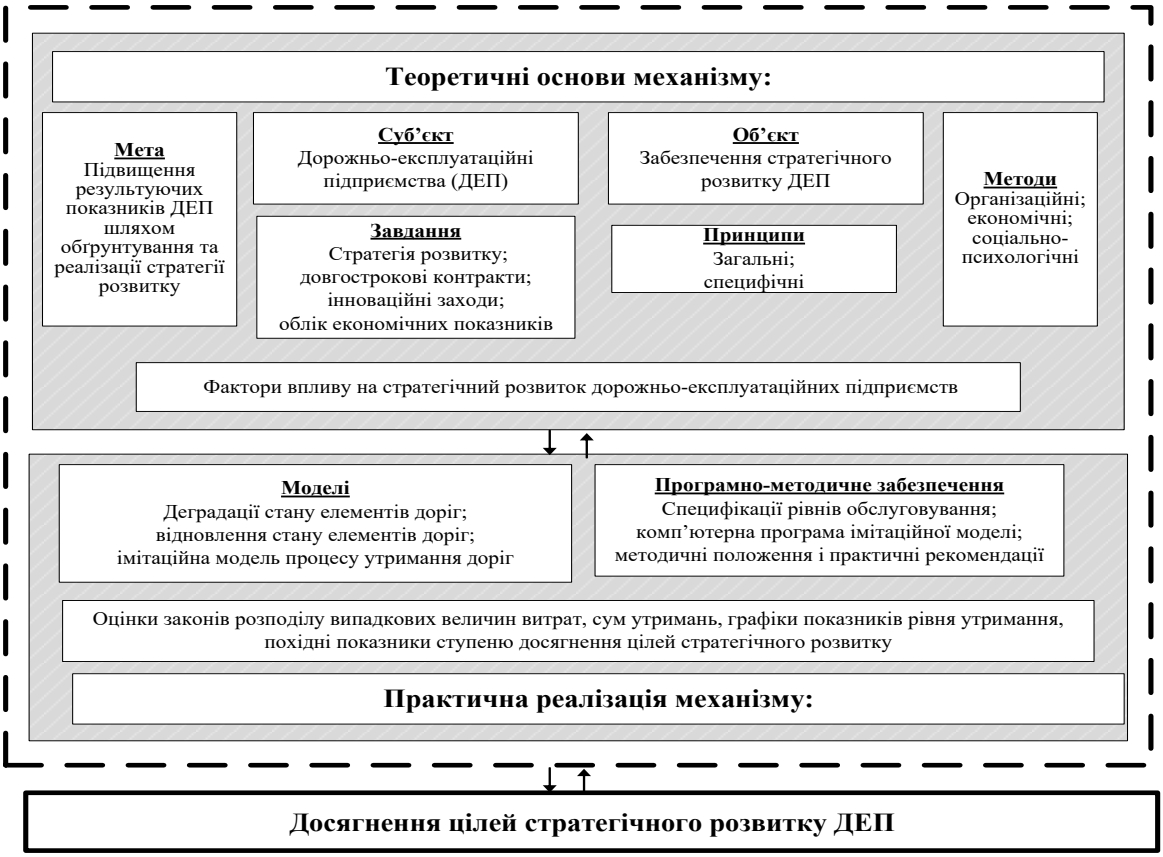


Рисунок 2.17 – Механізм забезпечення стратегічного розвитку ДЕП

Джерело: *розроблено автором*

Для урахування суспільних вигод у механізмі забезпечення стратегічного розвитку ДЕП автором пропонується концепції рівня утримання.

Характеристики якості експлуатаційного стану доріг повинні бути закріплені у відповідних нормативних документах і, на їх основі, у довгостроковому контракті.

У згаданих ДСТУ 8992 та 8993 під ЕРО розуміється сукупність встановлених для кожного виду дефекту елементу дороги (або його частини) характеристик: опису дефекту, критерію рівня втручання, сезону року усунення, одиниці виміру та тривалості строку реагування (див. Додаток Б).

Показник рівня утримання доріг – це частка дефектів в їх загальній кількості, що усунуті без перевищення встановлених у контракті строків реагування, яку визначають у відсотках від загальної кількості дефектів, що включає також кількість дефектів, фактичний час усунення яких на кінець звітного періоду перевищив строк реагування за контрактом, та наявні дефекти, усунення яких ще не розпочате, а строк реагування за контрактом вже сплинув.

Функція суспільного добробуту *Ws* (2.13) – це зовнішній критерій для контракту, значення якого потрібно максимізувати (2.14). В моделі А. С. Соліньо вона вимірюється в грошових одиницях, отже найбільш складним питанням є кількісне визначення впливу на суспільні вигоди (2.13) параметрів ЕРО, встановлених у контракті, здебільшого – строків реагування. Зокрема, це можливе для найбільш досліджених впливів на витрати користувачів дороги експлуатаційних характеристик якості, наприклад, коефіцієнту запасу міцності дорожнього одягу, рівності та зчеплення покриття, параметрів тимчасово перекритої смуги руху, які, однак, повертаються до нормативних вимог шляхом виконання капітального або поточного середнього ремонтів, а не утримання доріг. Вплив багатьох інших ЕРО на зовнішні ефекти ще недостатньо досліджений.

В дисертаційній роботі пропонується вважати за рівень якості j-го експлуатаційного показника величину q_j – показник рівня утримання за ДСТУ 8992 [35]:

$$q_j = (1 - \frac{\sum_{i=2}^{i=5} Q_i}{\sum_{i=1}^{i=5} Q_i}) \cdot 100\%. \qquad (2.19)$$

де Q_i – визначений в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Інтервали часу, діб або годин, усунення дефекту

Назва показника	Значення				
Інтервал фактичного часу $t^{уф}$ усунення дефекту	до $t^к$ включно	більше $t^к$ до 2 $t^к$ включно	більше 2 $t^к$ до 3 $t^к$ включно	більше 3 $t^к$ до 4$t^Д$ включно	більше 4 $t^к$
Кількість дефектів, одиниць	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5

Джерело: *взято з ДСТУ* [35]

Номер N інтервалу часу фактичного усунення дефекту визначають за формулою:

$$N = \left| \frac{t^{УФ}}{t^{Д}} \right|, \qquad (2.20)$$

де $t^{Д}$ – строк реагування за контрактом, діб (або годин);

$t^{УФ}$ – фактична тривалість усунення дефекту, діб (або годин);

$|\bullet|$ – позначення округлення до найближчого більшого цілого числа.

Значення показника ЕРУ доріг у відсотках обчислюють за формулою (2.19).

Правда, в такому випадку, виникає проблема обґрунтування величини строку реагування $t_д$ (табл. 2.2) у самому нормативному документі, а потім у

контракті.

Інша проблема в моделі А. Соліньо пов'язана із впливом випадковості ε_i на зусилля агента e_i, що забезпечує належний рівень якості q_i. (2.14) і оцінюється величиною дисперсії σ_i^2. Дисперсію можна оцінити шляхом накопичення даних статистичного обліку фактичного виконання робіт та/або послуг, матеріали якого нажаль на сьогодні відсутні.

У механізм стимулювання якості виконання агентом, окрім ЕРО потрібно ввести штрафні бали, які принципал нараховує агенту за перевищення ним строку реагування на визначену у рівні обслуговування кількість годин або діб для визначення сум утримань з щомісячної суми оплати за контрактом.

Далі можна побачити, що в моделі А. Соліньо [254], рівняння є статичними, тому що не містять змінних часу. На самому ділі, експлуатаційні показники якості стану елементів доріг знаходяться під впливом двох протилежних динамічних процесів:

а) розвитку дефектів у просторі і часі, також збільшенні їх серйозності (міри ураження);

б) усунення дефектів, залежного від зусиль агента.

Отже, в моделі механізму забезпечення якості в довгострокових контрактах з експлуатаційного утримання доріг слід внести змінну часу, а рівень якості q_i моделювати залежним від часу.

Прикладом імітаційної моделі, але вже з урахуванням змінної часу є модель Д. Гупти та ін. [201] з алгоритмом оптимізації методом зворотної індукції, однак вона застосовується для періодичних ремонтів дорожнього покриття. В ній розглядаються лише два види дефектів асфальтобетонного покриття – колійність та сітка тріщин.

Імітаційна модель Х. Т. Тендані та ін. [202] мала відповісти на запитання – як розробити стратегії уряду (дорожньої адміністрації) і виконавця (ДЕП) для досягнення справедливих і оптимальних виплат зацікавленим сторонам в залежності від терміну дії договору. Метою цього дослідження було визначення тривалості контрактів, заснованих на результатах діяльності, які найбільш

оптимізують виплати для обох сторін, а саме уряду (користувачів послуг) та приватного сектору як постачальників послуг (виконавців). Ніхто з них не може отримати більше прибутку чи вигоди, коли інший знаходиться у важкому становищі. Для цього була розроблена імітаційна модель на основі підходу з позицій системної динаміки Джея Форрестра.

Динамічна система – це комп'ютерна імітаційна модель, яка може допомогти подолати складну динаміку в процесі ефективного прийняття рішень. Моделювання динамічних систем – це потужний підхід до вирішення складних проблем; це пояснює причинно-наслідкові зв’язки між запасами, потоками та зворотним зв’язком. І це об’єктно-орієнтований підхід, який застосовувався в різних сферах, включаючи досвід управління будівельними проектами, інженерію закупівель, поліпшення взаємовідносин ефективності будівельної організації будівельного підрядника, систем безпеки, конкуренції підрядників тощо. Аналіз ризиків при реалізації контрактів на основі результатів використовує системну динамічну імітаційну модель, оскільки модель не призначена для прогнозування прогнозів довше, ніж доступний час для досягнення прийнятної обґрунтованості багатьма сторонами [202, с. 4434].

Системна динаміка спроможна показати взаємозв'язки між змінними, належним чином використовуваними на високих рівнях агрегації (країна чи світ), коли минуле впливає на майбутнє, і важливі рухи, засновані на часі.

Системний динамічний підхід вписується у розробку контрактів на основі результативності, які мають особливості складності, починаючи від багатоакторності, багатогалузевості та довгострокової участі. Складність довгострокових контрактів класифікується як динамічна складність, оскільки вона має багато можливих подій. Виконавці повинні відповідати багатьом критеріям, таким як ризик, переданий виконавцю, оскільки сторона вважає найбільш здатною нести ризик, тривалість, система оплати з фіксованою одноразовою ціною, система надання послуг, яка повинна бути швидкою через затримки, що призведе до штрафу, навички виконавця у сфері інновацій, зацікавлених сторін, фінансового управління та нерозуміння сторін, які беруть участь у виконанні

контрактів, заснованих на результатах. При моделюванні система дуже часто будується на основі існуючих базових моделей. У процесі адаптації сценарій може мати суттєву відмінність від базової моделі. Завдяки динамічній системі кожна дія кожної зміни встановлюється в циклах зворотного зв'язку, що означає ситуацію, коли вихід поточної або минулої події вплине на поточну або майбутні події [202, с. 4434].

В основу моделі [202] покладено також теорію ігор. Жоден з будівельних проектів не є безризиковим. Ризик повинен розподілятися між залученими сторонами таким чином, щоб жодна із сторін не зазнала шкоди. Проведено дослідження щодо розподілу ризику між сторонами, які беруть участь у будівельних контрактах, а також перебувають у стані стійкості. Результати статистичного аналізу показують, що більшість зроблено вченими з таких країн, як Китай, США, Австралія та Великобританія. Дослідники виявили, що багато висновків, при яких прийняття рішень приносить користь лише одній стороні угоди про будівельний договір, тобто власнику, а іншим не вигідно. Це викликає багато правових суперечок, реалізацію ірраціональних будівельних проектів загалом. Розподіл ризику між сторонами договору будівельного договору має бути здійснено на основі теорії кооперативних ігор, в якій рішення приймається з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін [202, с. 4434] Застосування теорії кооперативних ігор розподілу ризику між сторонами договору будівельного договору є об'єктом подальших досліджень автора [202]. Теорія ігор забезпечує основу для вивчення стратегічних дій осіб, що приймають рішення, для подальшого розширення просто прийнятих рішень. Деякі ключові особливості, які повинні бути присутніми в теорії ігор:

1) гравець – це основна повноти гри. Кожен гравець прийме рішення про перемогу у грі;

2) метою гри є перемога у грі;

3) стратегія – кожен гравець створить стратегію як спосіб отримати перемогу [202, с. 4434]. Кожна стратегія призначена для роботи зі стратегіями інших гравців;

4) результати кожної стратегії, яку використовує кожен гравець, відображатимуться у вигляді матриці виплат. Числа, що з'являються з матриці, можуть бути кількісними (відсоток, вартість грошей та кількість товару) залежно від мети гри [202, с. 4435].

Авторами [202] запропонована двоступенева імітаційна модель. Структура моделі поділяє змінні контракту на основі продуктивності на контрольовані вхідні дані (змінні рішення), неконтрольовані вхідні дані та цільові результати (результат). Динамічне моделювання системи – це інструмент для отримання результатів у матриці теорії ігор. Була обрана стратегія для всіх гравців із використанням підходу теорії ігор. Контрольований вхід – це стратегія гравця в грі, неконтрольований вхід – це поведінка системи, якою не може керувати кожен гравець, а вихідна мета – результат кожного гравця на основі керованого та неконтрольованого вводу. Стратегічна форма в теорії ігор має форму результатів діаграми виграшів [202, с. 4435].

Залучені гравці та стратегії, які вони мають, такі [202, с. 4435]:

– дорожня адміністрація: визначає значення CESAL (сукупне еквівалентне навантаження на одну вісь): низьке, середнє, високе;

– підрядник: визначає швидкість будівельних робіт: низька, середня, висока. На момент проекту існують некеровані речі, які стосуються кількості опадів: низькі, середні, сильні та збільшення інтенсивності руху (збільшення на 10%, збільшення на 20%). Виграш за кожну комбінацію стратегій вимірюється в рупіях. Для підрядника – це прибуток, отриманий під час реалізації проекту за контрактом на основі результативності.

Аналіз роботи Х. Т. Тендані та ін. [202] показав, що в ній розглядаються концесійні контракти державно-приватного партнерства. Дефекти, які є предметом експлуатаційного утримання автомобільних доріг, не розглядаються. Застосовуються якісні категорії (типу низький, середній, високий).

Наведене дозволяє стверджувати, що імітаційні моделі процесів погіршення і відновлення, підтримування експлуатаційного стану елементів доріг є, на думку автора цієї дисертації, найбільш перспективним напрямом розробки у складі

механізму стимулювання забезпечення якості утримання доріг, але вони повинні враховувати специфічний характер дефектів, притаманних саме експлуатаційному утриманню всіх елементів автомобільних доріг.

Перспективними дослідженнями у даному напрямі є подальший розвиток теорії експлуатаційного утримання автомобільних доріг, яка базується на кількісних залежностях впливу параметрів більшості ЕРО на збереження дорожніх активів, на безпеку та комфорт руху і рівень задоволення користувачів доріг, з'ясуванні внутрішніх і зовнішніх економічних вигод від параметрів якості доріг. Крім того, потрібна розробка прикладної економічної теорії довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг, яка дасть відповіді на питання:

– яким повинен бути ступінь комплексності (ступінь охоплення складових доріг) контракту?

– якою є доцільна тривалість контракту (в роках або місяцях)?

– яку ділянку дороги або мережу доріг доцільно обслуговувати в залежності від наявності та кількості елементів складових доріг?

– якими повинен бути інструментарій обґрунтування механізму стимулювання якості в оптимальному контракті?

На думку автора дисертаційної роботи, основними, але не виключно, частинами, які взаємодіють у запропонованому механізмі пошуку оптимальних, якщо це можливо, або, в іншому випадку, раціональних значень визначальних параметрів контрактів, є три блоки:

– вихідні параметри контракту;

– математичні моделі прогнозування динаміки експлуатаційного стану елементів доріг під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів [59, 58, 60];

– програмно-методичне забезпечення моделювання.

Перш за все, потрібно розглянути вхідні параметри контракту.

Рівень комплексності контрактів визначає кількість контрактів. Дійсно, якщо контракт не всеохоплюючий, то замовник вимушений заключити декілька контрактів, кожний з власними визначальними параметрами. Кількість контрактів визначається поділенням всіх складових доріг і навіть їх елементів на частини, які

будуть обслуговуватись у межах кожного контракту. Скільки контрактів – стільки виконавців. Причому, не ясно, чи однакову мережу доріг або ділянку дороги слід призначити всім таким контрактам. Виходом з цього положення є окремий розгляд кожного контракту, як всеохоплюючого, так і спеціалізованого.

Тривалість дії контракту повинна бути вибраною оптимальною, якщо можливо, або, принаймні, раціональною. Це положення відноситься не тільки до тривалості дії контракту, але й до всіх інших визначальних параметрів контракту.

Дані про наявність і стан елементів доріг обумовлюють потребу в трудових, фізичних і фінансових ресурсах для їх утримання. Для доріг різних категорій, особливостей місцевості проходження доріг питомі показники кількості елементів складових доріг можуть значно різнитись, стан їх залежить від інтенсивності і складу руху, дії зовнішнього середовища, отже ці питомі показники прямо впливають на кількість дефектів, які потрібно усунути при утриманні доріг, що впливає на ціну контракту.

Специфікація ЕРО визначає якість експлуатаційного стану елементів доріг. Дотримання ЕРО, встановлених у контракті, є його важливішою ціллю. Замовник оцінює діяльність виконавця за досягнення показників ЕРО, а не вимірює зусилля виконавця.

Кількісні та якісні характеристики ЕРО слід обґрунтовувати з урахуванням оцінки ризику негативного впливу дефектів на безпеку, зручність, комфорт та доступність руху, на працездатність та надійність елементів доріг, на естетичне сприйняття дороги.

Ступінь небезпеки наслідків впливу дефекту на експлуатаційний стан дороги та імовірність здійснення цього впливу характеризують за таблицею 2.3. Безрозмірною оцінкою ризику негативного впливу дефекту є добуток номеру категорії оцінки ступеня впливу дефекту $C_в$ та номеру категорії оцінки імовірності впливу $I_в$ за формулою [35]:

$$R = C_в \cdot I_в. \tag{2.21}$$

Строки реагування в рівнях обслуговування за контрактом встановлюють в залежності від безрозмірної оцінки ризику негативного впливу дефекту, яку обчислюють за таблицею 2.3. Строки реагування приймають в межах інтервалів часу усунення дефекту, які наведені в таблиці 2.4 [261].

Строки реагування встановлюють не більшими від нормативних значень згідно з ДСТУ 3587 та інших нормативних документів, наприклад, [34, 99, 101].

Таблиця 2.3 – Оцінка ризику впливу дефекту на елемент дороги

Ступінь впливу, $C_в$	Імовірність впливу, $I_в$			
	1 – незначна	2 – мала	3 – помірна	4 – висока
1 – незначний	1	2	3	4
2 – малий	2	4	6	8
3 – помірний	3	6	9	12
4 – високий	4	8	12	16

Джерело: *складено автором на основі* [35, 263, 261]

Таблиця 2.4 – Рекомендовані строки реагування з усунення дефектів

Кількісна оцінка ризику, балів	Інтервали строку реагування, діб
16	до 1/6 включно
12	до 1 включно
8 – 9	від 2 до 5 включно
4 – 6	від 6 до 10 включно
2 – 3	від 11 до 21 включно
1	більше 21

Джерело: *взято з ДСТУ* [35]

Строк реагування встановлюють не меншим від мінімально можливого за технологічними вимогами часу виконання робіт з усунення дефекту з урахуванням розмірів ділянки робіт, часу на комплектацію та переміщення ресурсів до місця розташування дефекту і, якщо потрібно, часу на облаштування ділянки робіт тимчасовими технічними засобами організації дорожнього руху і часу на їх прибирання після усунення дефекту [35].

При обґрунтуванні рівнів обслуговування приймають до уваги значення та категорії ділянок доріг, добову інтенсивність та склад руху, природно-кліматичні фактори та інші умови утримання доріг [35].

Структура даних, що є описом експлуатаційного рівня обслуговування, наведена у табл. Б. 1 додатку Б. Специфікація рівнів обслуговування за контрактом формується на основі нормативних рівнів обслуговування шляхом вибірки відповідних даних в залежності від доріг, які обслуговуються за контрактом [35].

Цільові експлуатаційні рівні утримання (ЕРУ) характеризують бажаний експлуатаційний стан доріг або їх складових, який встановлюється у контракті. ЕРУ оцінюють значенням показника (індикатора) рівня утримання доріг. Стандартом [35] встановлено три нормативних рівня утримання – задовільний, середній та високий і один ненормативний – недопустимий (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Класифікація рівнів утримання автомобільних доріг

Рівень утримання	Узагальнена характеристика рівня утримання
Високий (за контрактом і фактичний)	Утримання дороги забезпечує підтримку споживчих властивостей дороги на максимально можливому рівні. Кожен елемент дороги утримується в стані, який забезпечує цілодобовий, безперебійний і безпечний рух транспортних засобів. Дорожньо-транспортні пригоди через незадовільні дорожні умови, які залежать від дефектів утримання доріг, відсутні. Приймаються найменш можливі строки реагування. Не допускається перевищення строків реагування за контрактом. Значення показника оцінки рівня утримання складає 100 %
Середній (за контрактом і фактичний)	Утримання дороги забезпечує підтримку споживчих властивостей дороги на середньому рівні. Кожен елемент дороги утримується в стані, який забезпечує цілодобовий, безперебійний і безпечний рух транспортних засобів. Дорожньо-транспортні пригоди через незадовільні дорожні умови, які залежать від дефектів утримання доріг, відсутні. Приймаються середні строки реагування. Значення показника оцінки рівня утримання складає не менше 90 %

Кінець таблиці 2.5

Задовільний (за контрактом і фактичний)	Утримання дороги забезпечує допустимий рівень безпеки руху відповідно до ДСТУ 3587. Можливі випадки тимчасового обмеження руху транспортних засобів на окремих ділянках за умовами їх утримання. Дорожньо-транспортні пригоди з супутніми незадовільними дорожніми умовами, що залежать від дефектів утримання доріг, відсутні. Приймаються задовільні строки реагування. Значення критерію оцінки рівня утримання складає не менше ніж 85 %
Незадовільний (виключно фактичний)	Значення критерію оцінки рівня утримання складає менше 85 %

Джерело: *взято з ДСТУ 8992* [35]

Для оцінювання рівня утримання можливий час усунення кожного з дефектів ділять на п’ять інтервалів, розмір яких встановлюють кратними строку реагування за контрактом відповідного рівня обслуговування згідно з табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Граничні значення показника ЕРУ доріг

Рівень утримання	Значення показника рівня утримання РУ
Високий	дорівнює 100 %
Середній	від 90 % включно та менше ніж 100 %
Задовільний	від 85 % включно та менше ніж 90 %
Незадовільний	менше ніж 85%

Джерело: *взято з ДСТУ 8992* [35]

У процесі оцінювання рівня утримання не враховують дефекти [35]:

– на ділянках доріг, де виконуються роботи з капітального та поточного ремонтів або реконструкції дороги;

– усунення яких не передбачене контрактом;

– які перебувають у процесі усунення, а строк реагування на кінець звітного періоду ще не закінчився.

У таблиці 2.6 наведені значення показника рівня утримання, що відповідають класифікації рівнів утримання доріг [35].

Система стимулювання виконавця контракту включає щомісячну фіксовану оплату виконаних робіт та/або наданих послуг, яка може бути зменшена при наявності зафіксованих випадків перевищення фактичним часом усунення дефектів встановлених у контракті строків реагування, що оцінюється так званими штрафними балами. Премії за скорочення фактичного строку реагування не нараховуються. Несвоєчасне усунення виявлених дефектів оцінюється штрафними балами, наявність яких обумовлює зниження щомісячної оплати за контрактом на суму утримань, яка дорівнює добутку кількості штрафних балів та встановленої у контракті вартості штрафного балу.

Ціна контракту повинна встановлюватись відповідно до вимог Методики визначення обсягу фінансування будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг [90], але наведені в ній допустимі і нормативні обсяги робіт на один кілометр дороги другої категорії не можуть бути застосовані. Ціна контракту включає:

– для послуг з експлуатаційного утримання – фіксовану суму, яка виплачується щомісячними частками;

– для аварійних робіт – резервну суму, передбачену для таких цілей.

Ціна контракту повинна покривати всі зобов’язання виконавця за контрактом. Для розрахунку ціни контракту використовуються відомості обсягів робіт та послуг. Суми оплати послуг (виконання робіт) з експлуатаційного утримання є фіксованими і повинні бути зазначені в тендерній пропозиції виконавця.

Резервна сума, що включена в ціну контракту, являє собою оцінену кошторисними розрахунками суму, яка використовується у випадку затвердження замовником для оплати аварійних робіт і непередбачених витрат. Розмір резервної суми залежно від умов експлуатації повинен знаходитись у межах, які встановлені національними законодавчими актами.

Замовник виплачує виконавцю аванс в сумах і в термін, зазначених в

умовах контракту, в обмін на надання виконавцем безумовної банківської гарантії в такій формі і таким банком, які є прийнятними для замовника, на відповідні суми авансу. Гарантія залишається в силі до повернення суми авансу. Сума гарантії поступово зменшується за рахунок сум, виплачуваних виконавцем. Відсотки до суми авансу не застосовуються. Сума авансу складає 5 % від ціни контракту. Виконавець використовує суму авансу тільки для оплати за матеріально-технічні ресурси і на виконання підготовчих робіт, необхідні виключно для виконання контракту. Аванс повертається шляхом утримання пропорційних сум із платежів, належних виконавцю, відповідно до процентного графіка виконання робіт і послуг, що повинно бути зазначено в спеціальних умовах контракту.

Аварійні роботи оплачуються відповідно до кошторису, який складається виконавцем на основі дефектного акту і затверджується замовником по кожному випадку виконання аварійних робіт. Аварійні роботи оплачуються замовником фіксованою сумою, підтвердженою кошторисом, по кожному з розпоряджень про виконання аварійних робіт відповідно до загальних умов контракту [94].

В контракті може бути передбачено коригування цін за коефіцієнтом [94]:

$$K = a + b \cdot \frac{I_м}{I_0}, \tag{2.22}$$

K – коефіцієнт коригування частини ціни контракту;

a – частина ціни контракту, що не корегується, грн.;

b – частина ціни контракту, що корегується, грн., $a + b = 1$;

$I_м$ – індекс цін, переважаючий на кінець місяця;

$I_о$ – індекс цін, переважаючий за встановлену контрактом кількість днів до дати відкриття тендерних пропозицій щодо оплачуваних ресурсів.

Якщо значення індексу змінюється після того, як це значення вже було використано в розрахунках, розрахунки коригуються. Коригування враховується в наступному платіжному документі. Значення індексу повинно враховувати всі

зміни вартості.

Вартість наданих послуг засвідчується замовником з урахуванням щомісячної суми з корегуванням на суми утримань. Зниження суми оплати застосовується в разі перевищення часу реагування на невідповідності рівням обслуговування шляхом застосування штрафних балів. Усі суми зниження оплати віднімаються з сум, належних виконавцю, в кінці кожного місяця. Вартість штрафного балу вказується в умовах контракту та щорічно коригується [94].

Управлінські рівні обслуговування включають всі управлінські та адміністративні види діяльності, які виконавець повинен здійснити з метою дотримання ЕРО, зазначених в контракті, або для виконання інших вимог контракту. Діяльність з управління включає наступні процеси і процедури [49]:

– забезпечення якості послуг;
– забезпечення охорони здоров'я і безпеки персоналу виконавця;
– охорону навколишнього середовища;
– управління в надзвичайних ситуаціях;
– організацію руху на ділянках робіт;
– збір і обробку даних, підготовку звітів, необхідних за контрактом та необхідних для ефективного управління проектом.

Отже, послуги з управління включають різні управлінські процеси, які застосовує ДЕП для забезпечення дотримання ЕРО, збереження дорожніх активів протягом дії контракту, надання замовнику необхідної інформації про послуги та для підготовки наступного тендеру (табл. 2.7) [49].

Таблиця 2.7 – Функції ключового персоналу

Ключовий персонал	Функції
Менеджер дороги	Особа, призначена Підрядником. Відповідає за управління діяльністю Підрядника за Контрактом. Також є представником виконавця по даному Контракту
Менеджер з експлуатації	Відповідає за планування, координацію і виконання всіх операцій з утримання дороги і зимового утримання

Кінець таблиці 2.7

Менеджер показників виконання робіт	Відповідає за управління Відділом контролю показників виконання робіт, підготовку та реалізацію програми виконання робіт
Головний інженер	Відповідає за управління Відділом контролю показників виконання робіт, підготовку та реалізацію Програми виконання робіт
Менеджер по системах	Відповідає з боку виконавця за телекомунікації, апаратне забезпечення, введення даних, підтримку і експлуатацію системи відповідно до контракту

Джерело: *взято з* [49]

Виконавець зобов'язаний створити, в рамках своєї організаційної структури, спеціальний відділ контролю показників виконання робіт, укомплектований кваліфікованим персоналом, в завдання якого входить постійний контроль ступеня відповідності роботи виконавця вимогам ЕРО. Такий відділ контролю також відповідає за контроль якості, інспекції і випробування всіх робіт упродовж дії контракту. Відділ контролю відповідає за ведення постійного детального реєстру стану доріг та інших активів, включених в контракт, і надання керівництву виконавця всієї інформації, необхідної для ефективного управління та утримання доріг і активів, включених в контракт згідно з ЕРО [49].

План інформаційного управління встановлює процедури збору, зберігання і аналізу даних, а також підготовки звітності, необхідної для управління роботами і послугами. План інформаційного управління розробляється виконавцем і затверджується керівником проекту. Виконавець повинен підготувати план збору даних, в якому описує методи і частотність збору даних, а також підходи, що застосовуються для забезпечення і контролю якості даних.

Зокрема, план інформаційного управління повинен встановлювати процедури своєчасного введення даних, зібраних під час інспекцій і з інших джерел, в систему ІАСУ-ДККП, і підготовки звітів, необхідних Підряднику для ефективного виконання робіт і послуг, а також керівнику проекту для

демонстрації дотримання вимог та обґрунтування оплати. Виконавець збирає дані про активи, які підлягають утриманню за контрактом, і зберігає всі зібрані дані в системі ІАСУ-ДККП [49].

Підрядник збирає дані відповідно до Плану збору даних з точністю, частотою і повнотою, які вказані для цілей, з якими збираються такі дані, а потім водить ці дані в систему ІАСУ-ДККП [49].

Основною частиною складових інструментів механізму є моделі контракту. Коротко розглянемо їх.

Моделі погіршення стану доріг відтворюють процес зносу їх складових, зокрема окремих елементів доріг, який характеризується виникненням дефектів. Дефекти є наслідком процесів, які спричинені як дією зовнішніх факторів (навантаження, вологість, удари, розмиви тощо), так і внутрішніх (старіння) факторів. Дефекти бувають раптовими (удар і пошкодження огородження, збиття дорожнього знаку тощо) або кумулятивними (поступове зростання та накопичення, наприклад, виникнення і розвиток вибоїн).

Для цілей обґрунтування визначальних параметрів контракту необхідно мати оцінки про те, які дефекти і в якій кількості утворюються. Такі оцінки дозволяють обчислити обсяги робіт та/або послуг з усунення дефектів та вартість їх виконання.

Раптові пошкодження мають чіткий випадковий характер, залежні від імовірності здійснення факторів, що їх спричиняють, проте, подібні фактори також можуть корелювати з параметрами зовнішніх впливів, наприклад, корелювати з інтенсивністю дорожнього руху, певними стохастичними закономірностями щодо кількості та інтенсивності опадів, повеней тощо.

Кумулятивні (такі, що накопичуються) пошкодження виникають поступово але не зворотно [13, с. 15]. Прогноз об’ємів кумулятивних дефектів можливо здійснити за допомогою розробки так званих феноменологічних моделей, Дж. Богданофф та Ф. Козін [13, с. 16]. Кумулятивні пошкодження пов’язані з поведінкою матеріалів на атомному або молекулярному рівні. Але ці процеси вивчені недостатньо, щоби засновувати моделі кумулятивних пошкоджень на

фундаментальних фізичних законах. Доцільно звернутись до моделей, які базуються на сучасному розумінні явища на макроскопічному рівні і експериментальних даних. При описі кумулятивних пошкоджень не вдається досягти того ж рівня обґрунтованості, який демонструє механіка І. Ньютона [13, с. 16].

Феноменологічні моделі можуть бути детерміновані або імовірнісні. Вибір виду моделі на основі статистичних даних спостережень розвитку пошкоджень базується на обчисленні оцінок середнього і дисперсії його параметрів, наприклад, часу до відмови елементу. Відношення «середнє / середнє квадратичне відхилення» (сигнал / шум), обернене до коефіцієнту варіації, характеризує можливість застосування тієї чи іншої моделі [13, с. 16]. Якщо значення величини сигнал / шум постійно велике, доречно використовувати детерміновану модель, інакше більш доречним буде використання імовірнісної моделі. Згідно з [13, с. 17], тому що навіть ретельно контрольовані лабораторні експерименти з оцінки часу життя зразків матеріалів для кумулятивного пошкодження приводять до малих значень відношення сигнал / шум (менше 15) в переважній більшості випадків. В умовах експлуатації, де ретельний контроль неможливий, значення відношення сигнал / шум суттєво нижче тих, які фіксуються в ретельно контрольованих лабораторних умовах. Імовірнісна модель доречна для опису явища кумулятивного пошкодження, в якому відхиленнями від середнього терміну служби не можна нехтувати.

Як стверджують Дж. Боганофф та Ф. Козін [13, с. 17], через відсутність достатніх знань про відповідні фізичні закони для опису кумулятивного пошкодження необхідно і доречно використовувати феноменологічну імовірнісну модель, яка дозволяє описати і великі відхилення від середньої поведінки. Це призводить до суттєвого відхилення від того типу моделі, який дає класична механіка Ньютона, і визиває суттєві зміни в підході до моделей кумулятивного пошкодження.

Головними джерелами розкиду кумулятивного пошкодження елементу дороги є [13, с. 19]:

– початковий рівень пошкодження;

– інтенсивність і послідовність пошкодження;

– рівень пошкодження в момент заміни елементу;

– стратегія і критерії огляду з метою заміни елементу.

Інтенсивність і послідовність кумулятивного пошкодження залежить від історії навантажень, погіршення властивостей матеріалу в період експлуатації від впливу оточуючого середовища. Заміна елементу (капітальний ремонт) визначається допустимим рівнем пошкодження, яке встановлюється з міркувань економіки і безпеки. Для забезпечення задовільної експлуатації і безпеки необхідні стандартні способи ремонту елементу або його заміни, які потребують контролю, що ніколи не буває досконалим, особливо в польових умовах. Якщо неможливо оцінити наведені джерела розкиду на основі експериментальних даних, необхідно дати експертну оцінку їх значень [13, с. 19].

Система пріоритетів елементів за пошкодженнями базується на логічній прогресії їх важливості. Для всіх елементів доріг важливість елементу визначається згідно з таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 – Загальна послідовність пріоритетів елементів

Пріоритет	Характеристика впливу елементу і його пошкоджень
5	Безпека – забезпечення безпеки дорожнього руху
4	Інвестиції – збереження доріг (основних фондів) від деградації
3	Комфорт – забезпечення комфорту руху
2	Екологія – забезпечення захисту оточуючого середовища
1	Естетика – забезпечення естетичної привабливості доріг

Джерело: *взято з* [56]

Слід зазначити, що в світі майже відсутні наукові роботи, в яких розглядалась би проблема визначення кількості дефектів елементів доріг та мостів та їх формування в часі в залежності від типу, виду, кількості і віку елементів, впливу на них дії різних факторів оточуючого середовища (наприклад, раптових і

повторювальних навантажень та інших факторів). Проте, перш за все, ясно, що процеси виникнення і подальшого розвитку дефектів мають імовірнісний характер. Вирішення цієї проблеми лежить у сфері предмету досліджень теорії експлуатації всіх складових автомобільних доріг і мостів включно. В дисертаційній роботі, через відсутність історичних даних про хід цих процесів, необхідно розробити та запропонувати спрощений експертний метод прогнозування кількості дефектів у залежності від сезонів року.

Модель погіршення стану елементів доріг – це модель випадкового процесу виникнення специфічних дефектів, притаманних кожному елементу дороги або його частині. Кількісна оцінка виникнення дефектів певного виду може бути представлена моделлю:

$$P_{ji} = \begin{cases} 0, i \notin s_j, i < g_j \\ \xi_i \cdot k_j(t) \cdot \overline{P_{ji}} \cdot \delta_j, i \in s_j, \end{cases} \tag{2.23}$$

$$P_i = \sum_{j=1}^{j=N} P_{ji}, \tag{2.24}$$

де P_{ji} – ціла кількість дефектів j-го виду в i-й інтервал часу;

$\overline{P_{ji}}$ – ціла середня кількість дефектів j-го виду в i-й інтервал часу за історичними спостереженнями або експертною оцінкою;

s_j – сезон року;

g_j – номер останнього місяця гарантійного строку, в який дефект не може виникнути (для кумулятивних дефектів);

ξ_{ji} – випадкове число, безрозмірний коефіцієнт, що визначається методом Монте-Карло за трикутним законом розподілу;

t_j – кількості років після ремонту елементу дороги, до якого відноситься j-й дефект;

$k_j(t)$ – коефіцієнт, залежний від кількості років t_j після ремонту елементу дороги, до якого відноситься j-й дефект;

δ_j – ознака превентивності, що приймає значення 1, якщо дефект кумулятивний і буде попереджено його виникнення, інакше приймає значення 0;

P_i – кількість всіх дефектів в i-й інтервал часу;

N – кількість видів дефектів.

Моделі відновлення стану елементів доріг тісно пов'язані з моделями погіршення стану елементів доріг, є з ними взаємно обумовленими, і призначені для визначення стратегій усунення дефектів елементів в часі в залежності від інтенсивності і складу дорожнього руху, матеріалу і конструкції елементу, сезону року (весна, літо, осінь, зима чи весь рік) усунення. Головним чином, розроблюються моделі відновлення транспортно-експлуатаційних показників, яке здійснюється періодично раз на декілька років при виконанні капітального, поточного ремонтів або реконструкції дороги. До таких транспортно-експлуатаційних показників, наприклад, відносяться показники міцності дорожнього одягу, рівності і зчеплення його покриття, міцності та надійності елементів штучних споруд, наприклад, мостів тощо. Як правило, ці моделі є економіко-математичними, тобто базуються на використанні в них вартісних критеріїв та/або обмежень [151, 155, 166, 55].

Моделі відновлення стану елементів доріг можуть бути аналітичними математичними моделями [201, 252, 254, 255, 253] або імітаційними [202, 240, 131, 133]. Аналітичні математичні моделі, як правило, застосовуються в теоретичних економічних дослідженнях і базуються на застосуванні диференціальних рівнянь в частинних похідних і часто не враховують фактора часу, а імітаційні – враховують динаміку процесів погіршення експлуатаційного стану доріг та його відновлення, проте, не гарантують чітко оптимального рішення.

Аналітичні моделі оптимізації параметрів контракту, подібні проаналізованій у п. 2.2 моделі А.С. Соліньо, як вже було відмічено, не можуть бути застосовані.

Модель процесу погіршення стану елементів доріг та модель процесу

відновлення експлуатаційного стану елементів доріг слугують складовими імітаційної моделі блока інструментів концептуальної моделі, яка розглядається далі.

Модель процесу відновлення експлуатаційного стану елементів доріг, яка пропонується:

$$ш_j = \begin{cases} F[\tau_j \cdot \xi_i \cdot k_j(t) - \tau_j] \cdot c, i \in s_j, (\tau_j \cdot \xi_i \cdot k_j(t) - \tau_j) > 0 \\ 0, i \in s_j, (\tau_j \cdot \xi_i \cdot k_j(t) - \tau) \le 0 \end{cases}, \quad (2.25)$$

$$в_j = \xi_i \cdot k_j(t) \cdot \overline{в_j}, i \in s_j, \quad (2.26)$$

де $ш_j$ – штраф за перевищення контрактного строку реагування, грн.;

$F[\tau_j \cdot \xi_i \cdot k_j(t) - \tau_j]$ – функція кількості штрафних балів за перевищення контрактного строку реагування. Задається таблицею;

τ_j – контрактний строк реагування, діб;

c – вартість одного штрафного балу, грн.;

$в_j$ – вартість усунення дефекту, грн.;

$\overline{в_j}$ – середня вартість усунення дефекту, грн.;

s_j – сезон року;

ξ_{ji} – випадкове число, безрозмірний коефіцієнт, що визначається методом Монте-Карло за трикутним законом розподілу;

t_j – кількості років після ремонту елементу дороги, до якого відноситься j-й дефект;

$k_j(t)$ – коефіцієнт, залежний від кількості років t_j після ремонту елементу дороги, до якого відноситься j-й дефект;

Названі види моделей вимагають розробки інформаційної моделі обґрунтування параметрів контракту, яка б містила необхідні для їх застосування характеристики модельованих фізичних та економічних процесів. Нижче розглядається запропонована автором імітаційна модель.

Нетривіальним також є програмно-методичне забезпечення.

Інформаційна модель механізму являє собою модель виду «сутність – зв'язок» і призначена для створення комп’ютерної бази даних, що є елементом програмно-методичного забезпечення.

База даних обґрунтування параметрів контракту створюється на основі інформаційної моделі обґрунтування параметрів контракту, програмні засоби повинні реалізовувати алгоритми обчислень, що застосовані в запропонованих моделях, а інтерфейси повинні бути зручними для користувача і дозволяти маніпулювання вихідними параметрами перед проведенням чергового комп’ютерного експерименту.

Методика здійснення комп’ютерних експериментів в обґрунтуванні параметрів контракту повинна реалізувати експертні оцінки для визначення параметрів законів розподілу шуканих випадкових величин і такий порядок комп’ютерних експериментів, який дозволяв би зменшити їх обчислювальну складність, що потребує експериментальних досліджень впливу вихідних параметрів моделей.

У компоненті стимулювання якості виконання агентом ЕРО потрібно ввести штрафні бали, які принципал нараховує агенту за перевищення ним строку реагування на визначену у рівні обслуговування кількість годин або діб для визначення сум утримань з щомісячної суми оплати за контрактом.

Вище відмічалось, що в моделі А. Соліньо [254], рівняння є статичними, тому що не містять змінних часу. Насправді, експлуатаційні показники якості стану елементів доріг перебувають під впливом двох протилежних динамічних процесів: а) розвитку дефектів у просторі і часі, також збільшенні їх серйозності (міри ураження) та б) усунення дефектів, залежного від зусиль агента. Отже, в моделі механізму забезпечення якості в довгострокових контрактах з експлуатаційного утримання доріг слід внести змінну часу, а рівень якості q_i моделювати залежним від часу.

Зауважимо, що процес виникнення дефектів елементів доріг є в значній мірі випадковим і різним (наприклад сніг, ожеледиця, замулення дренажу, вибоїни

тощо), а значить випадковими є кількість дефектів і відповідні обсяги робіт та/або послуг з їх усунення. Різними повинні бути і моделі їх прогнозування. Тому застосування аналітичної моделі А. Соліньо не буде адекватним фактичному перебігу двох згаданих процесів. Більш перспективними є моделі їх імітації за допомогою спеціально розроблених комп'ютерних програм.

Отже, на основі викладеного підходу та результатів робіт [131, 133] розроблена імітаційна модель, яка є складовою інструментарію забезпечення якості в довгострокових контрактах, а значить інструментом формування механізму забезпечення стратегічного розвитку підприємств з експлуатаційного утримання доріг.

Імітаційне моделювання є процес конструювання моделі реальної системи і постановки експериментів на цій моделі з метою або зрозуміти поведінку системи, або оцінити (в рамках обмежень, що накладаються деяким критерієм або сукупністю критеріїв) різні стратегії, які забезпечують функціонування даної системи. Отже, процес імітаційного моделювання можна розуміти як процес, що включає:

1) конструювання моделі;
2) аналіз адекватності моделі;
2) аналітичне застосування моделі для вивчення деякої проблеми.

Під моделлю реальної системи розуміється представлення групи об'єктів чи ідей в деякій формі, відмінній від їх реального втілення. Звідси термін «реальний» використовується в сенсі «існуючий або здатний прийняти одну з форм існування». Отже, системи, що існують тільки на папері, або ті, що перебувають у стадії планування (проектування), можуть моделюватися так само, як і діючі системи [163, с. 12].

Імітаційне моделювання в дисертаційній роботі застосовується передусім тому, що не можна експериментувати з довгостроковим контрактом, який ще не існує. Зауважимо, що система, яка розглядається в дисертаційній роботі, відноситься саме до останніх.

Імітаційне моделювання є експериментальною і прикладною методологією,

що має метою [163, с. 12]:

– описати поведінку системи;

– побудувати теорії та гіпотези, які можуть пояснити поведінку, що спостерігається;

– застосувати ці теорії для передбачення майбутньої поведінки системи, тобто тих впливів, які можуть бути викликані змінами в системі або змінами способів її функціонування.

Важливо підкреслити, що застосування імітаційної моделі прогнозування здійснення контракту з утримання автомобільних доріг у фазі ex ante при відсутності достатньої кількості спостережених і належним чином зафіксованих та оброблених даних про ефективність довгострокових контрактів, які вже відбулись, є єдиним доступним підходом для замовника і виконавця у намаганні обґрунтувати визначальні параметри нового довгострокового контракту.

Основними вимогами для імітаційної моделі, що пропонується автором дисертації, є необхідність урахування динаміки здійснення довгострокового контракту, тобто врахування фактору часу, а також стохастичних властивостей системи, яка розглядається. Інакше кажучи, імітаційна модель певним чином повинна відтворювати виконання контракту у фазі ex post.

Розглянемо структуру імітаційних моделей згідно з Р. Шенноном [163]. У найбільш загальному випадку структуру моделі можна представити математично у вигляді [163, с. 27]:

$$E = f(x_i, y_i), \tag{2.27}$$

де x_i – змінні і параметри, якими ми можемо управляти;

y_i – змінні і параметри, якими ми не можемо управляти;

E – результат дії системи.

Кожна модель являє собою, взагалі кажучи, деяку комбінацію таких складових, як [163, с. 28–29]:

– компоненти;

– змінні;

– параметри;

– функціональні залежності;

– обмеження;

– цільові функції.

Компоненти – це складові частини, які при відповідному об’єднанні утворюють систему. Наприклад, компонентами контракту можуть вважатись замовник, виконавець, дорожні активи, дорожній рух тощо. Система визначається як група, або сукупність об’єктів, поєднаних деякою формою регулярної взаємодії або взаємозалежності для виконання заданої функції, отже компоненти суть об’єкти, що утворюють досліджувану систему.

Параметрами є величини, які дослідник або користувач, що працює з моделлю, може вибирати довільно, а змінні можуть приймати значення, що визначаються видом даної функції. Параметри після того, як вони були задані, залишаються постійними величинами і не можуть бути змінені в ході чергового експерименту. Наприклад, функцією надійності елементу моста прийнята інтегральна функція розподілу *P(t)* для часу T_n, протягом котрого відбуваються всі *n* подій процесу його деградації [39]:

$$P(t) = 1 - P(T_n > t) = 1 - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \tag{2.28}$$

де λ – параметр процесу інтенсивність відмов (швидкість деградації);

e – основа натурального логарифму.

Прийнято розділяти змінні екзогенні та ендогенні. Екзогенні змінні є вхідними, зовнішніми, які виникають поза системою, а ендогенні змінні є внутрішні, тому що виникають в системі в результаті дії внутрішніх причин. Ендогенні змінні можуть бути змінними стану (експлуатаційний стан, наприклад, елементу прогонової будови моста) або вихідними змінними на виході системи

(наприклад, надійність елементу прогонової будови моста).

Функціональні залежності описують поведінку змінних і параметрів у межах компоненту, як у функції (2.27), або характеризують співвідношення між компонентами системи. Ці співвідношення можуть бути детермінованими або стохастичними. Першими є тотожності або визначення, які встановлюють залежність між змінними або параметрами тоді, коли процес на виході однозначно визначається заданою інформацією на вході, а стохастичні співвідношення являють собою залежності, коли процес на виході дає невизначений результат для заданої інформації на вході.

Обмеження – це межі існування значень змінних або обмежуючі умови розподілу і витрачання тих чи інших засобів (грошей, часу тощо). Бувають штучні та природні. Наприклад, бюджетні, технологічні, часові обмеження тощо.

Цільова функція, або функція критерію, – це точне відображення цілей або задач системи і необхідних правил оцінки їх виконання. Р. Акоф і М. Сасиєні [163, с. 30] виділили два типи цілей: збереження та придбання. Цілі збереження зв’язані із збереженням або підтримкою будь-яких ресурсів (трудових, часових тощо) або станів (наприклад, безпеки та комфорту руху експлуатаційного стану тощо). Цілі придбання полягають у придбанні нових ресурсів (прибутку виконавця, суспільного блага тощо). За словником Вебстера, «критерій» як «мірило» оцінки, правило або вид перевірки, за допомогою яких складається правильне судження про що-небудь [163, с. 30].

Призначення експлуатаційного утримання доріг (в англомовних джерелах – routine maintenance) полягає в постійному профілактичному підтриманні експлуатаційного стану на рівні, не гіршому від такого, що може бути забезпечений цими видами діяльності відповідно до ДСТУ 3587 [34], П Г.1-218-118 [99], П Г.1-218-113 [101]. Склад робіт з цього виду діяльності визначений у нормативному документі [38]. Недостатній рівень фінансування експлуатаційного утримання доріг, як з теоретичних міркувань, так і з практичного досвіду, призводить до скорочення фактичних міжремонтних строків періодичних поточних середніх і капітальних ремонтів доріг, а значить до зростання вартості

життєвого циклу доріг і зменшення зовнішніх соціально-економічних вигод.

Довгостроковий контракт, який тут розглядається, є контракт, в якому оплата робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг безпосередньо пов'язана з виконанням (при забезпеченні рівня стану q_{min}) або перевиконанням (при забезпеченні рівня стану q_1, q_2..., кращого ніж q_{min}) виконавцем чітко поставлених у контракті вимог щодо кінцевих показників експлуатаційного стану доріг, які можуть бути досягнуті шляхом виконання робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг [38]. Таким чином, у специфікаціях ЕРО довгострокового контракту встановлюються кінцеві показники, які виконавець повинен підтримувати при наданні послуг (виконанні робіт) з експлуатаційного утримання доріг. При дотриманні прийнятих у контракті рівнів обслуговування оплата виконавцю проводиться в повному обсязі, як правило, рівними частинами щомісяця.

Дефекти характеризуються: місцем розташування, приналежністю до певного елементу дороги; рівнем серйозності (наприклад, глибина вибоїни), рівнем розповсюдження (наприклад, площа або еквівалентний діаметр вибоїни), ступенем впливу на безпеку та комфорт руху, на збереження (довговічність) елементу. Одному виду дефекту, в залежності від величини його граничних параметрів, може бути встановлено декілька рівнів обслуговування.

Стану елементів можна надати деяку метрику – рівень стану, який може бути абсолютним (наприклад, рівність дорожнього покриття) або відносним (за шкалою рейтингу з певною кількістю балів, додатково розділеної на дискретні категорії, наприклад, як у [39].

Стан елементів автомобільних доріг, від якого залежить значення функції суспільних вигод (2.14), формується під впливом двох процесів:

– процесу погіршення (деградації), тобто виникнення і розвитку в часі дефектів елементів дороги, які є результатом дії зовнішніх і внутрішніх факторів (наприклад, транспортних навантажень, атмосферних опадів, температури, старіння матеріалів, техногенних (аварії) і антропогенних (навмисне пошкодження) чинників тощо). Процес деградації може бути кумулятивним,

дискретним і дискретно-неперервним (наприклад, погіршення стану огороджень), як показано на рис. 2.18;

– процесу відновлення – ліквідації виконавцем дефектів елементів дороги шляхом виконання робіт з ремонту та утримання елементів доріг. Кожна робота триває певний час, величина якого залежить від призначеної для її виконання кількості трудових і матеріально-технічних ресурсів (зусиль виконавця)

Зауважимо, що моделі процесу деградації елементів складових доріг в Україні більш-менш детально розроблені лише для дорожнього одягу та його покриття і для елементів автодорожніх мостів.

Ці дві моделі базуються на різних принципах. Рівень деградації дорожнього одягу характеризується коефіцієнтом запасу міцності, показником рівності і коефіцієнтом зчеплення покриття. Рівень деградації елементів мостів характеризується рейтингом за 100-бальною шкалою, п'ятьма експлуатаційними станами, параметром надійності або характеристикою безпеки, рівнем зносу.

Рисунок 2.18 – Гіпотетичний дискретно-неперервний характер процесу деградації, де q_1, q_2, q_{min} – кінцеві цільові рівні стану елементу, від яких залежить величина суспільної вигоди

Джерело: *розроблено автором*

Зусилля виконавця e_i, $i = 1,\ldots,n$ і функції витрат $\psi_i(e_i)$ у грошових одиницях, залежать, в тому числі, від строку реагування – допустимого часу на ліквідацію

дефекту, заданому в рівні обслуговування. Приймаючи до уваги цілочисельність деяких ресурсів (кількість робочих, машин і механізмів), можна стверджувати, що функція витрат $\psi_i(e_i)$ має кусочно-безперервний характер.

При обґрунтуванні рівнів обслуговування за контрактом встановлюють контрактний строк реагування з усунення кожного дефекту та кількість штрафних балів за перевищення цього строку. У якості критерію призначення параметрів рівнів обслуговування застосовують максимум чистої теперішньої вартості прибутку ($П_{NPV}$):

$$П_{NPV} = \sum_{t=0}^{T} \frac{В_t - \left[СР_t + ІВ_t + Ш_t\right]}{(1+d)^t} \Rightarrow max, \tag{2.29}$$

при обмеженнях:

$$\sum_{t=1}^{T} \frac{В_t - Ш_t}{(1+d)^t} > \sum_{t=0}^{T} \frac{СР_t + ІВ_t}{(1+d)^t}, \tag{2.30}$$

де T – тривалість контракту, місяців;

$В_t$ – щомісячна виплати за роботи та послуги за контрактом в t-й місяць, яку визначають урахуванням рекомендацій [95, п. 5.6], грн.;

$Ш_t$ – суми утримань за штрафні бали, нараховані за t-й місяць, грн.;

d – щомісячна ставка дисконтування, скоригована на індекс інфляції, який визначають за рекомендаціями [95, п. 5.3];

$СР_t$ – собівартість робіт та послуг за контрактом у t-й місяць, грн.;

$ІВ_t$ – інші витрати: кошти на покриття адміністративних витрат, кошти на покриття ризиків, кошти на страхування ризику, податки, збори, інші обов’язкові платежі, які встановлені чинним законодавством, грн.;

Собівартість робіт та послуг в t-й місяць визначають за формулою:

$$CP_t = \sum_{i=1}^{E_t} \sum_{j=1}^{D_{t,i}} \left(C_{i,j}(t_{i,j}^{y}) \cdot n_{t,i,j} \right), \tag{2.31}$$

де E_t – кількість елементів доріг, які обслуговуються в t-й місяць;

$D_{t,i}$ – кількість видів дефектів i-го елементу дороги в t-й місяць;

$t_{i,j}^{y}$ – тривалість усунення одного дефекту j-го виду i-го елементу, діб;

$C_{i,j}(t_{i,j}^{y})$ – функція собівартості роботи або послуги з усунення одного дефекту j-го виду i-го елементу, що залежить від обраної технології усунення;

$n_{t,i,j}$ – кількість дефектів j-го виду i-го елементу в t-й місяць.

Для обґрунтування тривалості усунення ($t_{i,j}^{y}$) j-го дефекту i-го елементу враховують обмеження:

$$t_{i,j}^{y} \le t_{i,j}^{K} \le t_{i,j}^{H}, \tag{2.32}$$

де $t_{i,j}^{K}$ – контрактний строк реагування, діб;

$t_{i,j}^{H}$ – нормативний строк реагування, діб.

Суми утримань за нараховані штрафні бали Ш$_t$ визначають за формулою:

$$Ш_t = \sum_{i=1}^{E_t} \sum_{j=1}^{D_{t,i}} \left[cb_t \cdot P_{i,j}\left(q_{t,i,j} \right) \right], \tag{2.33}$$

де cb_t – вартість одного штрафного балу в t-й місяць, яку, можливо, переглядають кожного року дії контракту, грн.;

$q_{t,i,j}$ – кількість інтервалів перевищень строку реагування при усуненні j-го

дефекту *i*-го елементу в *t*-й місяць, яку визначають за формулою:

$$q_{t,i,j} = \begin{cases} 0, & t^{к}_{i,j} \geq t^{уф}_{i,j,} \\ \left\lceil \dfrac{(t^{уф}_{i,j} - t^{к}_{i,j}}{t^{н}_{i,j}} \right\rceil, & t^{к}_{i,j} < t^{уф}_{i,j,} \end{cases}, \quad (2.34)$$

$t^{уф}_{i,j,}$ – фактична тривалість усунення дефекту, діб;

$t^{к}_{i,j}$ – контрактний інтервал часу перевищення строку реагування, діб;

$|\bullet|$ – тут і далі – округлення до найближчого більшого цілого числа.

$P_{i,j}\left(q_{t,i,j}\right)$ – прийнята при укладанні контракту функція обчислення кількості штрафних балів, яка залежить від кількості інтервалів перевищення строку реагування при усуненні *j*-го дефекту *i*-го елементу, $P_{i,j}(0) = 0$.

Подібні правила у системі стимулювання можуть досліджуватись при реалізації обґрунтування параметрів довгострокового контракту, що розглядається тут.

За формулами (2.29) і (2.33) вартість робіт та суми утримань за нараховані штрафні бали розраховують окремо для кожної категорії ділянок доріг, включених у контракт, та їх адміністративного значення з урахуванням рекомендацій [95, п. 5.3, п. 5.4], після чого їх результати підсумовують.

При обґрунтуванні строку реагування потрібно враховувати, що час, потрібний для усунення дефекту, складається з: часу прийняття рішення з вибору технології його ліквідації, часу переміщень ресурсів до місць розташування дефектів та їх повернення, часу виконання роботи або надання послуги.

При відсутності історичних даних про спостережені дефекти та моделей прогнозування їх кількості, орієнтовні обсяги робіт та послуг з усунення дефектів та їх вартість для кожного року дії контракту визначають з урахуванням рекомендацій [95].

Середньорічну кількість дефектів елементів доріг, яка залежить від типу,

виду та кількості елементів доріг за даними паспортів автомобільних доріг з урахуванням їх змін у часі, визначають експертним методом спеціалістами, обізнаними зі станом доріг, що обслуговуються за контрактом.

При визначенні середньорічної кількості дефектів елементів доріг враховують її поступове зростання у часі від року виконання останнього капітального або поточного середнього ремонту елементу дороги. Темпи зростання встановлюють також за історичними даними або експертним методом.

Річну кількість випадків дефектів розподіляють по місяцях року з урахуванням сезону року, коли такі дефекти виникають.

Якщо при заданому у контракті рівні фінансування робіт та послуг з експлуатаційного утримання доріг чиста теперішня вартість прибутку, яку обчислюють за формулою (2.29), має від'ємне значення, то збільшують строки реагування у контрактних рівнях обслуговування у порядку зменшення номерів категорій ризику, наведених у таблиці 2.4, але не більше ніж допустимі за чинними нормативними документами, або відмовляються від виконання другорядних робіт та послуг згідно рекомендаціям [95, п. 6].

В імітаційній моделі прийнято, що кожна робота з усунення дефекту знаходиться під впливом множини притаманних їй внутрішніх і зовнішніх випадкових факторів. Вплив їх на тривалість роботи оцінюється через трикутні закони розподілу випадкових величин. В імітаційній моделі конкретні значення тривалості роботи визначаються методом Монте-Карло.

Час на усунення дефекту $\tau_i^{\text{у}}$ складається з часу на обробку інформації відносно дефекту і його ліквідації $\tau_i^{\text{р}}$, часу доставки (перебазування) ресурсів до місця розташування дефекту $\tau_i^{\text{п}}$, часу виконання роботи $\tau_i^{\text{в}}$. Повинне виконуватись обмеження:

$$\tau_i^{\text{у}} = (\tau_i^{\text{р}} + \tau_i^{\text{п}} + \tau_i^{\text{в}}) \le \tau_i . \qquad (2.35)$$

В імітаційній моделі $\tau_i^{\text{у}}$ є випадковою величиною, яка характеризується

трикутним законом розподілу «фактичної» тривалості усунення дефекту $\tau_i^{уф}$:

$$\tau_i^{уф} = f(a,b,c), \tag{2.36}$$

де a – мінімальна тривалість, діб (годин);

b – максимальна тривалість, діб (годин);

c – найбільш імовірна тривалість, діб (годин).

Модельна («фактична») тривалість усунення *i*-го дефекту визначається методом Монте-Карло за формулами трикутного закону розподілу [267]:

$$t_i^{уф} = a + \sqrt{U(b-a)(c-a)}, \text{ якщо } 0 \le U < F(c), \tag{2.37}$$

$$t_i^{уф} = b - \sqrt{(1-U)(b-a)(b-c)}, \text{ якщо } F(c) \le U < 1, \tag{2.38}$$

де *U* – випадкове число з інтервалу від 0 до 1, яке визначають за допомогою генератора випадкових чисел за рівномірним законом розподілу;

$t_i^{уф}$ – модельна («фактична») тривалість усунення *i* -го дефекту, діб;

F(c) – значення інтегральної функції розподілу тривалості усунення дефекту при найбільш імовірному значенню тривалості *c*, яку визначають за формулою:

$$F(c) = (c-a)/(b-a). \tag{2.39}$$

Коли $\tau_i^{у}$ перевищує регламентований у контракті директивний строк реагування τ_i, виконавцю нараховується утримання з сум оплати [94, с. 23–24]. Усі суми зниження оплати віднімаються з сум, належних виконавцю за контрактом, в кінці кожного місяця. У випадку порушення критерію рівня обслуговування фіксується дата та час реєстрації t_1 і дата та час усунення t_2. Різниця між ними $t_2 - t_1$ називається фактичним часом реагування (усунення дефекту) τ_y. Для розрахунку використовуються наступні одиниці згідно з табл. 2.9, відповідно до

зарубіжної практики [49]:

r – регламентований строк реагування на усунення дефекту τ_i з точністю до хвилини;

n – дробове число штрафних балів за одиницю часу перевищення (наприклад, 1 бал на тиждень дорівнює 0,142857 в день);

$\tau^{у}$ – фактичне дробове число днів на усунення дефекту з точністю до хвилини;

c_p – вартість 1 штрафного балу.

Таблиця 2.9 – Розмір штрафних балів залежно від часу реагування

Показники	Затримка виконання і штрафні бали				
Інтервали часу усунення дефекту	$0<\tau_y\leq r$	$r<\tau_y\leq 2r$	$2r<\tau_y\leq 3r$	$3r<\tau_y\leq 4r$	$> 4r$
Коефіцієнт до штрафу за затримку виконання	$k^{ш}_1=0$	$k^{ш}_2=1$	$k^{ш}_3=2$	$k^{ш}_4=3$	$k^{ш}_5=4$
Кількість одиниць перевищень строку реагування	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5

Джерело: *запропоновано автором на основі підходу з* [49]

При розрахунку фактичного часу усунення дефекту необхідно враховувати час несприятливих погодних умов для виконання робіт, який віднімається від фактичного часу відгуку.

Номер інтервалу перевищень фактичного часу реагування над регламентованим визначається за формулою (2.40) і округлюється до наступного більшого цілого числа n:

$$I_{П} = \left\lceil \frac{\tau^{уф} - r}{r} \right\rceil, \tau_y > r; I_{П} = 0, \tau^{уф} \leq r. \tag{2.40}$$

Округлення означає те, що, якщо термін реагування перевищує максимально допустимий строк, наприклад, на 1 хвилину, нараховується повний

штрафний бал за дане порушення [49].

Штрафні бали за недотримання регламентованого часу відгуку (B_p) для кожного дефекту розраховуються за формулою:

$$B_p = n \cdot \sum_{i=1}^{i=5} (k_i \cdot Q_i), \tag{2.41}$$

де k_i – коефіцієнт кількісного застосування штрафних балів з областю значень ($k^ш_1$=0, $k^ш_2$, $k^ш_3$, $k^ш_4$, $k^ш_5$) з табл. 3.2 відповідно (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5).

Таким чином, функція витрат $\psi_i(e_i)$ коригується шляхом урахування штрафів з вартістю одного балу c_p:

$$\psi_i(e_i) = (1 + k_d) \cdot C(\tau_i^к) + B_p \cdot c_p, \tag{2.42}$$

Найбільш складним питанням є кількісне визначення впливу на суспільні вигоди (2.13) параметрів рівнів обслуговування, встановлених у межах експлуатаційного утримання доріг. Вплив деяких дефектів на значення функції суспільного добробуту достатньо досліджений і може бути кількісно оцінений. Перш за все, це стосується дефектів, що усуваються в процесі зимового утримання дороги – сніжно-льодовий накат і ожеледь, які знижують коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям і, тим самим, знижують безпеку і швидкість руху. Для інших дефектів вплив на функцію суспільного добробуту не такий очевидний.

Наприклад, існує зв'язок рівнів обслуговування дефектів, специфікованих в контракті, з показником рівності дорожнього покриття. Показник рівності залежить від параметрів рівнів обслуговування не тільки самого покриття, але й інших елементів дороги, які здійснюють на покриття не безпосередній, а опосередкований вплив (наприклад, система дренажу). А вже через значення показника рівності можна визначити суспільну вигоду від впливу рівності

покриття (рис. 2.19).

Рисунок 2.19 – Гіпотетичний вплив строку реагування на суспільну вигоду

Джерело: *розроблено автором*

На рис. 2.19 “+” означає прямий вплив, тобто збільшення (або зменшення) однієї величини (причини) визиває збільшення (або зменшення) залежної величини (наслідку); “–” – обернений вплив: збільшення (або зменшення) однієї величини (причини) визиває зменшення (або збільшення) залежної величини (наслідку).

Наявність дефектів елементів дороги, тривалість їх існування впливають на безпеку, швидкість та комфортність дорожнього руху і на збереження елементів дороги. В пропонованій імітаційній моделі дефекти розглядаються урахуванням впливу на:

1) безпеку руху,

2) швидкість руху,

3) комфортність руху,

4) збереження елементу.

Слід зауважити, що на можливість негативної дії дефекту впливають

фактори ризику та їх сполучення. Так, дефекти дренажу можуть значно вплинути на формування дефектів покриття дороги в період інтенсивної зливи в результаті інфільтрації вологи в конструкцію дорожнього одягу.

Головним фактором при встановлення ціни контракту є об'єм попиту на роботи та/або послуги виконавця і розподілу об'єму в період дії контракту. Обсяг попиту на роботи та/або послуги ДЕП – це кількість дефектів елементів доріг, виникнення яких має випадковий характер. В імітаційній моделі передбачений наступний механізм моделювання об'єму попиту на послуги виконавця.

В деякі моменти часу 1, …, t_k, … виконавець здійснює контроль стану елементів дороги (мережі доріг) і фіксує наявність дефектів елементів дороги. Окрім того, контроль стану може здійснюватись замовником. На практиці, фіксація наявності дефектів елементів дороги повинна виконуватись з отриманням цифрового фото дефекту і формуванням необхідної символьної інформації за допомогою персонального комп'ютера (планшета, мобільного телефону тощо) та передачі фото та інформації через мережу інтернет в центральну базу даних, наприклад, ІАСУ-ДККП [59, 58, 60].

Результатом контролю є кількість дефектів певного рівня обслуговування, специфікованого в умовах контракту. Потім моделюється виконання робіт, причому тривалість і вартість робіт визначається методом Монте-Карло за формулами (2.37) і (2.38). Штрафні бали визначаються з використанням залежностей (2.41), а сумарні витрати на виконання робіт C за період T – за формулою:

$$C = \sum_{r=1}^{R} \sum_{s=1}^{S_r} \sum_{e=1}^{E_{rs}} \sum_{d=1}^{D_e} \sum_{l=1}^{L_{ed}} \sum_{t=1}^{T} \psi_{rsedlt} + C_{tc}, \tag{2.43}$$

де R – кількість ділянок доріг, які обслуговуються виконавцем;

S_r – кількість складових доріг;

E_{rs} – кількість елементів у складовій s ділянки дороги r;

D_e – кількість дефектів, притаманних елементу;

L_{ed} – кількість рівнів обслуговування, притаманних дефекту;

T – кількість місяців у періоді, який моделюється;

ψ_{rsedlt} – витрати на виконання робіт з усунення дефекту за місяць t;

C_{tc} – трансакційні витрати.

Трансакційні витрати включають, зокрема, витрати пошуку інформації, витрати вимірювання (моніторингу стану доріг) тощо.

Питомі витрати C/T в деякі періоди року можуть перевищувати суму щомісячного фіксованого платежу. В такому разі, місячна різниця між потребою коштів і фіксованим платежем покривається за рахунок власних коштів виконавця або кредиту. Коли місячна різниця між потребою коштів і фіксованим платежем є від'ємною, виконавець може ліквідувати заборгованість.

Замовник здійснює вибірковий моніторинг процесу ліквідації дефектів елементів доріг і нараховує штрафи у випадку перевищення виконавцем контрактного строку реагування.

В момент ліквідації дефекту розраховуються можливі впливи дефекту на значення складових функції добробуту (2.14). Оцінку впливу можна розглянути на такому прикладі відновлення відстані видимості. Використаємо дані досліджень впливу відстані видимості на ризик дорожньо-транспортних подій, наведені в роботі [159] (рис. 2.20).

За період Δt від виникнення дефекту до його усунення через ділянку довжиною L проїде $N{\cdot}\Delta t$ автомобілів. Зовнішній ефект від зниження ризику ДТП $\Delta R_{дтп}$ в результаті усунення дефекту відстані видимості буде:

$$\Delta R_{дтп} = R^{д}_{дтп} - R^{н}_{дтп}, \tag{2.44}$$

де $R^{д}_{дтп}$ – ризик при наявності дефекту; $R^{н}_{дтп}$ – ризик після усунення дефекту.

Зниження збитку від ДТП при усередненій вартості втрат від 1 ДТП c_{los}:

$$\Delta C_{дтп} = c_{los} \cdot N \cdot \Delta t \cdot \Delta R_{дтп}. \tag{2.45}$$

У фазі обґрунтування ціни контракту ex ante, як замовником, так і виконавцем, за допомогою імітаційної моделі потрібно прогнозувати встановлену в результаті контролю стану кількість дефектів, параметри яких диференційовані за рівнями обслуговування.

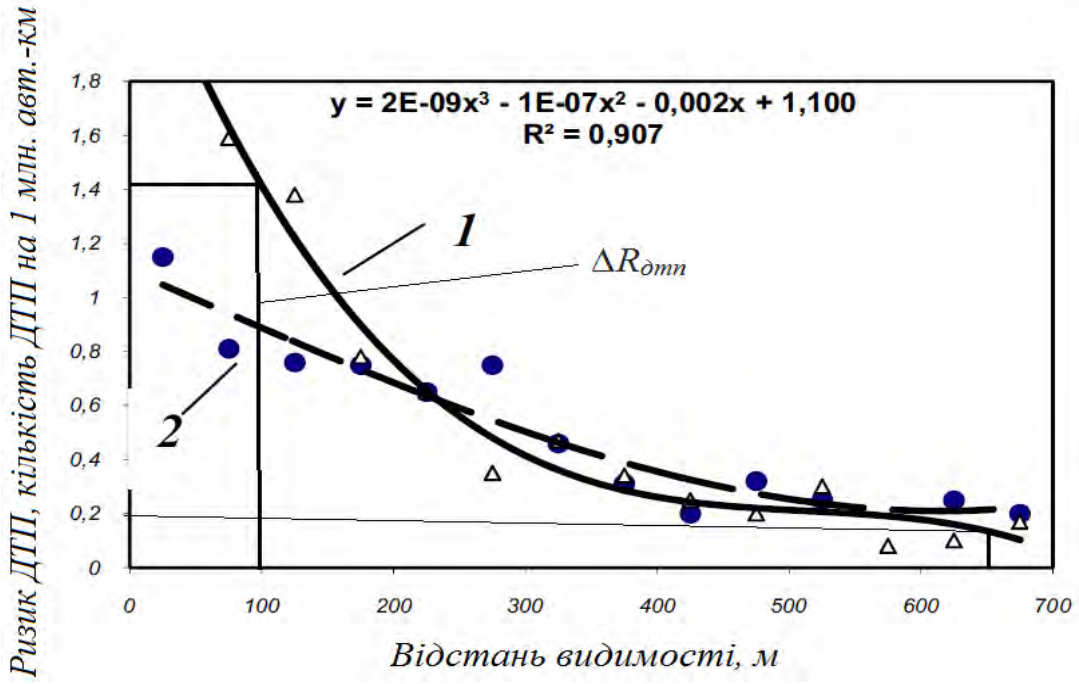


Рисунок 2.20 – Залежність показника ризику ДТП від відстані видимості у плані на багатосмугових дорогах: 1 – з розподільчою смугою; 2 – без розподільчої смуги

Джерело: взято з [159]

Ця кількість моделюється на основі історичних даних, накопичених в ІАСУ-ДКПП [59, 60], а при їх відсутності – на основі трикутних ймовірнісних розподілень з параметрами *a*, *b*, *c* (2.36), отриманих на основі експертних оцінок.

Випадкова кількість дефектів даного виду і даного рівня обслуговування визначається методом Монте-Карло за формулами [267]:

$$D = a + \sqrt{U(b-a)(c-a)}\text{, якщо } 0 \le U < F(c), \tag{2.46}$$

$$D = b - \sqrt{(1-U)(b-a)(b-c)}\text{, якщо } F(c) \le U < 1, \tag{2.47}$$

де U – випадкове число з інтервалу від 0 до 1, яке визначають за допомогою

генератора випадкових чисел за рівномірним законом розподілу;

D – кількість дефектів, шт.;

F(c) – значення інтегральної функції розподілу тривалості усунення дефекту при найбільш імовірному значенню тривалості *c*, яку визначають за формулою (2.39).

Імітація складається з декількох вкладених циклів (рис. 2.21).

Початок
Цикл прогонів імітаційної моделі:
Цикл по місяцям виконання контракту:
Цикл по кожному об'єкту специфікації ЕРО:
Визначення випадкової кількості випадків такого об'єкту
Цикл по випадкам такого об'єкту за місяць:
Визначення випадкових «фактичних» (модельних) значень часу і витрат на усунення дефекту методом Монте-Карло та розрахунок штрафних балів
Кінець циклу по випадкам такого об'єкту за місяць
Кінець циклу по кожному об'єкту специфікації ЕРО
Кінець циклу по місяцям
Кінець циклу прогонів імітаційної моделі
Результати моделювання: гістограми та графіки оцінок законів розподілу (витрати, суми утримань, збитки / прибутки та графіки розподілу досліджуваних змінних (витрати, штрафні санкції, збитки / прибуток, ЕРУ)
Кінець

Рисунок 2.21 – Схема імітації процесу утримання автомобільної дороги

Джерело: *розроблено автором*

Ефективність застосування і достовірність оцінки параметрів трикутного закону розподілу за методом експертних оцінок залежать від компетентності, кількості експертів, точності і однозначності формулювань, що обмежує широке застосування методу.

Раціональне використання висновків експертів можливе тільки за умови зведення їх у форму, зручну для подальшого аналізу. Для оцінки узгодженості експертів найчастіше використовують коефіцієнт конкордації, величина якого вказує на достовірність оцінок. Коефіцієнт конкордації М. Кендалла визначають

за формулою [11, с. 137]:

$$W = \frac{\sigma_{\phi}^{2}}{\sigma_{\max}^{2}} = \frac{\sum_{i=1}^{m}\left\{a_i - \frac{1}{2}n*(m+1)\right\}^2}{\frac{1}{12}n^2*m*(m^2-1) - n\sum_{j=1}^{n}\frac{1}{12}\sum_{t_j}(t_j^3 - t_j)}, \quad (2.48)$$

де σ_{ϕ}^{2} – фактична дисперсія підсумкових (впорядкованих) оцінок, які надані експертами;

$\sigma_{\max}^{2}$ – дисперсія підсумкових оцінок за умови, що думки експертів повністю збігаються;

a_i – сумарна оцінка, одержана i-м об’єктом;

m – кількість досліджуваних об’єктів;

n – кількість експертів;

t_j – кількість однакових оцінок у j-го експерта.

Величина коефіцієнта конкордації коливається в межах від 0 до 1. При нульовому значенні коефіцієнта зв'язок між оцінками різних експертів відсутній, тобто відсутня узгодженість думок. Якщо значення дорівнює одиниці, то думки експертів повністю збігаються.

В експертних оцінках можна дотримуватись такої шкали ймовірностей P ризикових подій [6]:

– слабо імовірний - $0.0 < P \leq 0.1$;
– мало імовірний - $0.1 < P \leq 0.3$;
– імовірний - $0.3 < P \leq 0.5$;
– вельми імовірний - $0.5 < P \leq 0.8$;
– майже можливий - $0.8 < P \leq 1.0$;

Загальний підхід до виявлення суб'єктивних ймовірностей неперервних змінних є метод квантилів, заснований на судженнях експерта щодо кумулятивного розподілу ймовірностей за допомогою обраних значень квантилів. Основні процедури, як описано в [181, с. 188], становлять:

1) ідентифікувати найвище (x_{100}) і найнижче (x_0) значення змінної. Це означає, що значення ймовірність змінної бути менше від x_0 становить 0%, а

менше x_{100} становить 100%;

2) ідентифікувати медіанне значення (x_{50}), тобто 50% шансів, що значення змінної буде менше x_{50}, і 50% шансів, що буде більше x_{50};

3) поділити інтервал від x_{50} до x_{100} на дві однаково ймовірні частини. Назвати точку розділення x_{75}, що означає 75% шансів, що значення змінної буде менше x_{75}, і 25% шансів, що буде більше x_{75};

4) повторити крок 3 для ідентифікації x_{25}.

Аналогічно моделюється коефіцієнт здорожчання.

Запропонована імітаційна модель, в першу чергу, призначена для розв'язання задач оцінювання статистичних результатів для конкретних значень вхідних параметрів контракту. Цими результатами є імовірнісні оцінки законів розподілу економічних показників – вартості виконаних робіт та наданих послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг, які обслуговуються ДЕП за довгостроковим контрактом; сум утримань з виплат належних ДЕП: прогнозованого збитку або прибутку. Крім того, імітаційна модель дозволяє відстежити динаміку показника експлуатаційного рівня утримання і вплив на нього випадкових факторів та стратегій утримання автомобільних доріг. Схема оцінювання наведена на рис. 2.22.

Через отримані оцінки імовірнісних розподілів імітаційна модель дає змогу оцінити економічні ризики здійснення довгострокового контракту, оцінити вплив оцінок параметрів трикутних законів розподілу випадкових величин контракту, що неможливо було б отримати за допомогою аналітичних математичних моделей.

Можливість оцінки своєї спроможності виконати той чи інший довгостроковий контракт, що пропонується замовником на торгах (при проведенні тендерів). Таким чином, потенційний виконавець контракту формує інформацію, яка дозволяє замовнику ідентифікувати його тип (сигналізування, signaling). У випадку фільтрації (screening), замовник пропонує меню контрактів (лотів), складених таким чином, що виконавці того чи іншого типу самі повинні вибрати призначений для них контракт.

Рисунок 2.22 – Схема оцінювання прогнозованих економічних результатів, отриманих внаслідок застосування імітаційної моделі

Джерело: *розроблено автором*

Імітаційна модель призначена для розв’язання наступних економічних задач:

– обґрунтування рівня комплексності довгострокового контракту;

– обґрунтування суми щомісячної оплати виконавцю довгострокового контракту, отже можливої ціни контракту:

– обґрунтування вартості одного штрафного балу;

– обґрунтування стратегії утримання автомобільних доріг – стратегії випередження (превентивної) та стратегії підтримки (корективної);

– обґрунтування можливих інноваційних заходів з ефективної підтримки експлуатаційних характеристик автомобільних доріг.

Висновки до розділу 2

1. Встановлено, що критичний стан більшості автомобільних доріг України спричинений довголітнім недостатнім фінансуванням будівництва, реконструкції, капітального та поточного середнього ремонтів, експлуатаційного утримання доріг.

Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року визначено глобальну мету розвитку транспорту, підпорядковані їй цілі, напрями та завдання, що передбачають досягнення: конкурентоспроможності та ефективності, інноваційного розвитку транспортної галузі та реалізацію глобальних інвестиційних проектів, впровадження безпечного для суспільства, екологічно чистого та енергоефективного транспорту, забезпечення безперешкодної мобільності та міжрегіональної інтеграції. Зокрема, передбачено впровадження довгострокових контрактів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг на основі їх роботи та кінцевих результатів, забезпечення коротко-, середньо- та довгострокового планування розвитку автомобільних доріг, визначення ключових показників ефективності управління дорожнім господарством та системи моніторингу їх виконання, введення європейських стандартів обслуговування автомобільних доріг, поступового відновлення експлуатаційних характеристик дорожньої мережі, покращення якості та довговічності автомобільних доріг на основ висновків техніко-економічного обґрунтування.

Реалізація Національної стратегії здійснюється шляхом розробки і виконання відповідних середньострокових державних програм. Однією з таких програм є Державна цільова економічна програма розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки, яка визначає мету і цілі дорожнього господарства України як елемента автотранспортної системи.

2. Системний аналіз умов і факторів стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств дозволив з’ясувати місце і призначення дорожньо-

експлуатаційного підприємства в системі дорожньої інфраструктури автомобільного транспорту. Головними компонентами забезпечення досягнення цілей розвитку ДЕП є: замовники в особі обласних служб автомобільних доріг або департаментів доріг обласних держадміністрацій; користувачі доріг як безпосередні, так і підприємства, організації, установи та населення, економічний і соціальний стан яких залежить від наявності і стану мережі доріг та ефективності забезпечення нею автотранспортних послуг; автомобільні дороги і транспортні потоки; ДЕП, що здійснюють експлуатаційне утримання доріг; довгострокові контракти, що регулюють взаємодію замовників і ДЕП; зовнішнє середовище, яке, з одного боку, впливає на стан доріг, а, з іншого боку, знаходиться під шкідливим впливом автомобільної дороги з її транспортним потоком.

3. Стратегічний розвиток ДЕП здійснюється в результаті взаємодії замовника послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг і виконавця послуг – ДЕП, яка обумовлюється довгостроковими контрактами. Сторонам довгострокових контрактів (замовнику і ДЕП) необхідно мати в розпорядженні відповідні моделі зі складу інструментів механізму забезпечення стратегічного розвитку для обґрунтування своїх рішень ще у фазі ex ante (підготовки і укладання) контракту та оцінки їх можливих результатів. Модель повинна спиратися на модель процесу утворення дефектів внаслідок природного погіршення експлуатаційного стану елементів автомобільних доріг та модель їх усунення, отже відтворювати фазу ex post (здійснення) контракту.

4. Головними параметрами довгострокового контракту, які впливають на забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, є: комплексність контракту; тривалість дії контракту; протяжність ділянок доріг, що обслуговуються, їх адміністративне значення та категорії; контрактні експлуатаційні рівні обслуговування; контрактні рівні вимог до ділянок доріг; контрактні експлуатаційні рівні утримання; ціна контракту; вартість одного штрафного балу.

5. Критерієм оптимальності контракту для замовника є максимум функції суспільного добробуту (суспільного блага), залежної від зусиль ДЕП, а критерієм

оптимальності контракту для ДЕП – максимум чистого прибутку від здійснення контракту. Вигоди ДЕП від впровадження довгострокових контрактів полягають у гарантованому постійному навантаженні протягом тривалого періоду, створенні потенціалу для збільшення прибутку і можливостей для зростання бізнесу. Проте, залишається не вирішеною в необхідному об'ємі фундаментальна проблема оцінювання впливу дефектів елементів складових доріг, які усуваються засобами експлуатаційного утримання в теорії експлуатації автомобільних доріг.

6. Довгострокові контракти як засіб забезпечення стратегічного розвитку ДЕП регулюються нормативно-правовою базою, яка ще повністю не завершена, а саме, ще не розроблена типова форма договору (контракту) про утримання автомобільних доріг загального користування.

7. Виконаний критичний аналіз можливості застосування аналітичної оптимізаційної моделі контракту, представленою системою диференціальних рівнянь у частинних похідних, на основі теорії агентства, який дозволив зробити висновок про її статичність, тому що модель не містить змінної часу, передумовою її є диференційованість функції корисності виконавця контракту до третьої похідної, а кількість рівнів обслуговування обмежена десятьма видами дефектів. Зроблений висновок про доцільність розробки імітаційної моделі обґрунтування визначальних параметрів контракту, яка не потребує жорстких обмежень і здатна оперувати сотнями рівнів обслуговування.

8. Розглянуті концептуальні передумови і дана характеристика складових інструментарію обґрунтування заходів із забезпечення стратегічного розвитку ДЕП на основі довгострокового контракту з експлуатаційного утримання автомобільних доріг, що базується на досягненні і підтримуванні експлуатаційних якостей доріг відповідно до вимог нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів та оцінки ефективності механізму. Констатовано, що концептуальна модель механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП та імітаційна модель процесу утримання автомобільних доріг співвідносяться як загальне і часткове (специфічне), отже ці моделі не тотожні.

Показано, що стратегія розвитку є вхідною для механізму стратегічного

розвитку ДЕП, заданою ззовні. Стратегія розвитку ДЕП визначається місією ДЕП, яка, в свою чергу, є причиною створення та існування ДЕП. ДЕП існує тільки тому, що існує автомобільна дорога, яку потрібно утримувати через те, що експлуатаційні параметри (або якості) з часом погіршуються через дію на елементи дороги навантажень транспортного потоку, зовнішніх природних факторів та деяких внутрішніх факторів, наприклад, старіння матеріалів. Можна казати про зовнішні цілі, встановлені для ДЕП, і про внутрішні цілі, які ДЕП встановлює для себе. Ці дві категорії цілей повинні бути взаємно обумовленими і узгодженими.

9. Показником якості утримання автомобільних доріг запропоновано прийняти рівень утримання – характеристику певного стану якості: елементу, складової, ділянки дороги, сукупності ділянок дороги або мережі доріг, яку визначають своєчасністю, повнотою і якістю усунення дефектів елементів доріг.

10. В процесі концептуалізації механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП сформульовані його специфічні принципи: планомірного розвитку ДЕП, взаємної обумовленості процесів деградації і відновлення експлуатаційних показників доріг, узгодженості стратегії утримання доріг з послідовністю їх періодичних ремонтів, пріоритезації об’єктів та елементів доріг, альтернативності варіантів стратегії розвитку ДЕП, обмеженої раціональності – вибору кращого варіанту з розглянутих, регулярності моніторингу стану доріг для контролю наявності та строків усунення дефектів елементів доріг.

11. У якості основного інструменту і засобу механізму забезпечення стратегічного розвитку ДЕП розроблена дискретно-подійна імітаційна модель процесу утримання автомобільних доріг, яка базується на концепції рівня утримання доріг, що гарантує підтримку певного рівня суспільних вигод, які для більшості дефектів елементів доріг не можна оцінити в грошовому виразі.

Випадкові змінні запропоновано моделювати за допомогою трикутних законів розподілу, як це звичайно робиться при відсутності належної кількості натурних спостережень, достатньої для статистично значимої вибірки даних.

12. Через отримані оцінки імовірнісних розподілів імітаційна модель дасть змогу оцінити економічні ризики здійснення довгострокового контракту, оцінити вплив параметрів трикутних законів розподілу випадкових величин контракту, що неможливо було б отримати за допомогою аналітичних математичних моделей.

Запропонована схема оцінювання прогнозованих економічних результатів, отриманих за допомогою імітаційної моделі, головними з яких є оцінки законів розподілу випадкових вартості робіт та послуг, сум утримань з оплати виконавцю (штрафів), збитку або прибутку ДЕП та динаміка показника рівня утримання. Цим забезпечується можливість оцінки спроможності ДЕП виконати той чи інший довгостроковий контракт, що пропонується замовником на торгах (при проведені тендерів). Таким чином потенційний виконавець контракту формує інформацію, яка дозволяє замовнику ідентифікувати його тип (сигналізування, signaling). У випадку фільтрації (screening), замовник пропонує меню контрактів (лотів), складених таким чином, що виконавці того чи іншого типу самі повинні вибрати призначений для них контракт.

Основні результати досліджень щодо аналізу існуючих наукових підходів та методів вирішення задач дисертаційної роботи, проведені автором, викладені в статтях [29, 80, 82, 83 131, 133, 216].

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

3.1 Програмні засоби імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг та оцінювання їх адекватності

Задача дисертації полягала в тому, щоб розробити досить просту і доступну для розуміння комп'ютерну програму – прототип і виконати з її допомогою комп'ютерні експерименти, які б дозволили без надмірної деталізації реалізувати запропоновану в п. 2.3 імітаційну модель для оцінювання ефективності заходів із стратегічного розвитку ДЕП при застосуванні довгострокових контрактів. Таку можливість надає добре відомий економістам широко розповсюджений табличний процесор Microsoft Office Excel. Використання інших потужних систем програмування вимагає їх закупівлі і вивчення при обов'язковій наявності властивостей, які дозволяють моделювати складні системи) [92].

При реалізації моделей в Excel використовують три основні підходи до проведення імітації [92]:

1) орієнтований на події,

2) орієнтований на процеси,

3) сканування активностей.

Перший підхід описує зміни в системі, що відбуваються в момент скоєння кожної випадкової події (прибуття заявки, завершення обслуговування тощо), і при його реалізації за допомогою електронних таблиць, як правило, використовується один рядок для кожної події. При використанні процесно-орієнтованого підходу відбувається моделювання послідовності подій для кожної, наприклад, заявки, і для його реалізації зазвичай використовується один рядок для кожної вимоги (застосовується при моделюванні систем масового обслуговування). Підхід сканування активностей описує дії, що виникають у

системі протягом фіксованого інтервалу часу (наприклад, у день, тиждень, місяць, рік), і при його реалізації зазвичай використовується один рядок для кожного часового інтервалу (наприклад, моделювання систем управління запасами) [92].

Тут йдеться про механізм системного часу. При моделюванні послідовності подій застосовують механізм модельного часу за «особливими станами» системи, що моделюється. Інтервали часу між послідовними подіями є випадковими і різними. При скануванні активностей, де інтервали модельного часу є фіксованими і рівними один одному, механізм модельного часу називається «Δt» (рис. 3.1) [161, 77]. Розглянемо позитивні сторони використання пакета Excel. Як переваги можна відзначити наступні аргументи [92]:

– Excel має велику кількість математичних, фінансових, статистичних та інших видів вбудованих функцій, в тому числі для генерування випадкових величин;

– програма дозволяє зберігати дані, а також доступ до них;

– пакет забезпечує побудову графіків і діаграм;

– в пакеті є вбудована сучасна версія мови програмування Visual Basic for Application з об’єктно-орієнтованими можливостями, реалізацією циклів і розгалужень алгоритму;

– дане програмне забезпечення є поширеним і наявним практично у кожного фахівця;

– пакет забезпечує експорт в інші програмні продукти;

– є можливість завантаження вихідних даних із широко вживаних баз даних, наприклад, MS SQL Server.

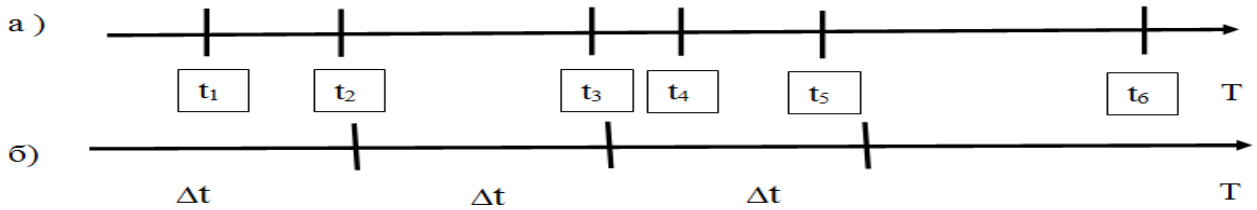


Рисунок 3.1 – Механізм модельного часу: а) за особливими станами, б) «Δt»

Джерело: *складено автором на основі* [161, 77]

Крім того, можливість перегляду всіх формул, занесених в осередку таблиці, підвищує довіру до результатів моделювання, а з реалізованою моделлю користувач може експериментувати й оцінювати результати без запрошення фахівців з імітаційного моделювання.

На думку автора дисертації, найбільш прийнятним для створюваної імітаційної моделі є механізм модельного часу «Δt», тому що платежі виконавцю контракту здійснюються щомісячно на основі його звітності про усунення дефектів, яка є основою для визначення платежів з урахуванням зниження сум утримань.

Можна зробити висновок, що в дисертації доцільна розробка програмного забезпечення імітаційної моделі на основі MS Excel з використанням Visual Basic for Application. Автор дисертаційної роботи претендує лише на розробку спрощеного з об’єктивних причин прототипу комп’ютерної програми імітаційного моделювання довгострокових контрактів, втім обґрунтованого і достатнього, щоби стати основою для можливої розробки подібної моделі із застосуванням промислових систем управління базами даних та поширених об’єктно-орієнтованих мов програмування, наприклад, [59, 58, 60].

При розробленні програми автор враховував наступні передумови:

– відсутність (або недоступність) історичних даних щодо можливих обсягів дефектів елементів автомобільних доріг;

– відсутність достатньо адекватних моделей для прогнозування обсягів дефектів в умовах здійснення довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг;

– наявність у мережі доріг, які будуть обслуговуватись за контрактом, різних за адміністративним значенням і категоріям ділянок (секцій) доріг, що відрізняються технічними параметрами, інтенсивністю і складом руху тощо;

– застосування різних рівнів вимог до експлуатаційних характеристик елементів доріг (ЕРО) та різних цільових рівнів утримання (ЕРУ) ділянок доріг;

– мінливість застосування певних рівнів обслуговування у різні сезони року (снігопадів може майже не бути взимку і можуть бути навесні або восени);

– необхідність уникнення надмірної деталізації імітаційної моделі, яка насправді може призвести до втрати адекватності моделі і великої її обчислювальної складності.

В основу застосованої в імітаційній моделі класифікації вимог та рівнів утримання покладена нормативна класифікація автомобільних доріг за рівнями вимог за ДСТУ 3587 [33]. Її наведено в табл. 3.3. Зауважимо, що дані в цій таблиці погано обумовлені, тому що нечітко виражений зв'язок між значенням доріг та інтенсивністю руху. Наприклад, на автомобільній дорозі міжнародного значення можуть бути присутні ділянки IV і навіть V категорії (наприклад, транспортний коридор М-19). Інтенсивність руху на них буває до 7000 авт/добу, але рівень вимог навряд чи доцільний бути 2. Такі ділянки можна віднести до рівня вимог 4 і т. п.

З означеного випливає, що комп’ютерна програма імітаційної моделі повинна давати змогу ділити мережу доріг контракту за характерними ознаками, які включають: індекс і номер дороги, назву дороги, її категорію за технічною класифікацією автомобільних доріг [36, табл. 4.1], рівень вимог (ЕРО) та рівень утримання (ЕРУ).

Таблиця 3.1 – Класифікація автомобільних доріг за рівнями вимог

Рівень вимог	Автомобільні дороги загального користування згідно з [108]	Інтенсивність руху в транспортних одиницях, авт/добу
1	міжнародні та національні	понад 7000
2	міжнародні та національні	до 7000
	регіональні та територіальні	понад 3000
3	регіональні та територіальні	до 3000
	Обласні	понад 1000
4	всі інші, що не увійшли до 1–3	

Джерело: [33]

Принципова схема підходу до розбудови комп’ютерної програми наведена на рис. 3.2.

Рисунок 3.2 – Складність системи, що породжує багато варіантів результатів моделювання

Джерело: *розроблено автором*

Можливі всі породжені варіанти, отже потрібна розробка унікального ідентифікатора кожного варіанту.

Принципова схема узгодження даних про нормативні і контрактні строки реагування з усунення дефектів та прогнозовані кількості дефектів і їх розподіл по сезонах року і зведення результатів моделювання наведена на рис. 3.3.

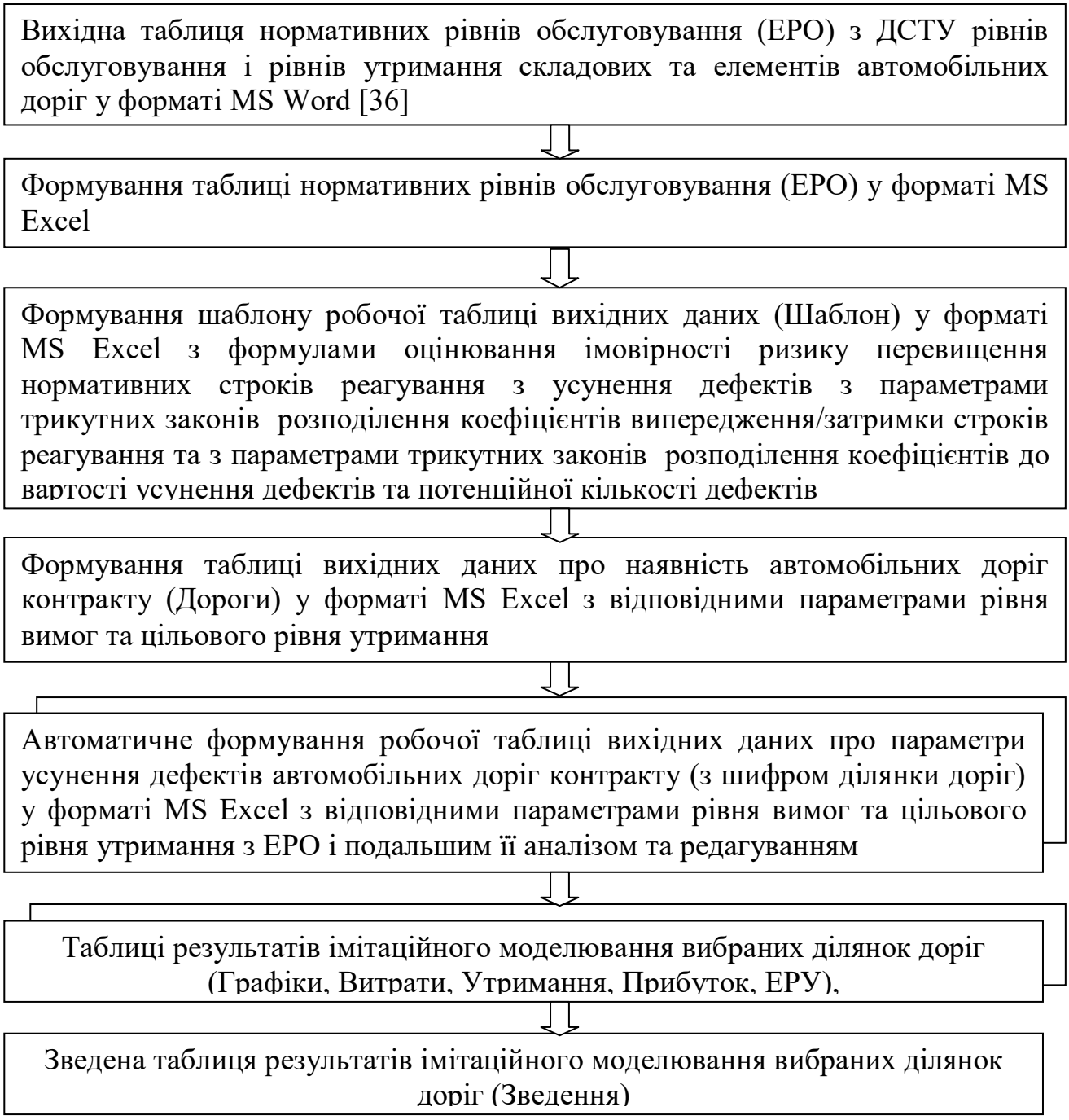


Рисунок 3.3 – Принципова схема формування і трансформації даних

Джерело: *розроблено автором*

Зауважимо, що є особливість, яка відрізняє електронну таблицю ЕРО у форматі листа MS Excel від вихідної таблиці у форматі MS Word, наведеної в ДСТУ 8993:2020 [36].

Особливість стосується кодування рядків таблиці. Рядок першого типу (код 1) позначається номером таблиці, звідки він був взятий і номером підрозділу цієї таблиці. Наприклад, код «т2п1» означає таблицю другу рівнів обслуговування з ДСТУ 8993:2020 [36, табл. 2] «Покриття дорожнього одягу» і її перший підрозділ «Вибоїни, руйнування крайки покриття проїзної частини та укріплених узбіч».

Рядок другого типу кодується «2т01», який означає другу таблицю з ДСТУ 8993:2020 [36, табл. 2] і 01-й рівень обслуговування. Таке кодування необхідне для подальшої обробки даних у наступних електронних таблицях.

Таким чином, після імпорту таблиць рівнів обслуговування з нормативного документу на лист Excel користувач (або автор програми) повинен перекодувати рядки згаданих вище типів.

Наступним кроком підготовки вихідних даних для імітаційного моделювання є формування робочих таблиць вихідних даних окремих ділянок доріг. Для цього використовується лист Шаблон з таблицею, яка містить заголовок та «шапку» майбутньої робочої таблиці і один рядок примірних даних з відповідними формулами розрахунку значень окремих показників.

В шаблоні вихідних даних рівень вимог та рівень утримання ще не задані. Вони будуть встановлюватись пізніше при формуванні конкретної робочої таблиці. Тому у шаблоні відсутні дані про строки реагування шаблон не потрібно редагувати.

Для моделювання випадкових коефіцієнтів до тривалості, вартості усунення та кількості дефектів реалізовано наступний підхід.

Введено поняття коефіцієнту випередження/затримки часу усунення дефекту $\boldsymbol{\varepsilon_p}$ – випадкової величини, яка розподіляється за трикутним законом.

Якщо $\tau_ф$ – «фактичний» (модельний) період усунення дефекту, а $\tau_о$ – заданий строк реагування, то:

$$\tau_ф = \tau_о \cdot \varepsilon_р \quad (3.1)$$

Чергова реалізація $\boldsymbol{\varepsilon_р}$ коефіцієнту випередження/затримки часу усунення дефекту розраховується методом Монте-Карло за формулами (2.37), (2.38). Існують однозначні залежності між параметрами цього коефіцієнту і параметрами трикутного закону розподілу випадкового періоду часу усунення дефекту:

$$a = \tau_o \cdot a_k \quad (3.2)$$

$$b = \tau_o \cdot b_k \quad (3.3)$$

$$c = \tau_o \cdot c_k \quad (3.4)$$

де k – індекс відповідного значення коефіцієнту випередження/затримки.

Нижче наведена формула обчислення імовірності ризику перевищення контрактного строку реагування, яка складена з використанням функцій MS Excel:

=100-ЕСЛИ(E10<(E10*G10);0;ЕСЛИ(И((E10*G10)<=E10;E10<=(E10*H10));(E10-(E10*G10))^2/(((E10*I10)-(E10*G10))*((E10*H10)-(E10*G10)));ЕСЛИ(И((E10*H10)<E10;E10<=(E10*I10));1-((E10*I10)-E10)^2/(((E10*I10)-(E10*G10))*((E10*I10)-(E10*H10)));ЕСЛИ((E10*I10)<E10;1))))*100 (3.5)

Тут:

E10 – строк реагування, τ_o;

H10 – мінімальне значення коефіцієнту випередження / затримки часу усунення дефекту, a_k;

I10 – найбільш імовірне значення коефіцієнту випередження / затримки часу усунення дефекту, c_k;

J10 – максимальне значення коефіцієнту випередження / затримки часу усунення

дефекту, b_k.

Формула (3.5) копіюється і розміщується в колонці F таблиці шаблону.

Аналогічним чином моделюються випадкові коефіцієнти здешевлення / здорожчання та зменшення / збільшення кількості дефектів.

Укрупнена схема алгоритму перевірки існування листа робочої таблиці вихідних даних із заданим кодом (назвою) листа наведена на рис. 3.4.

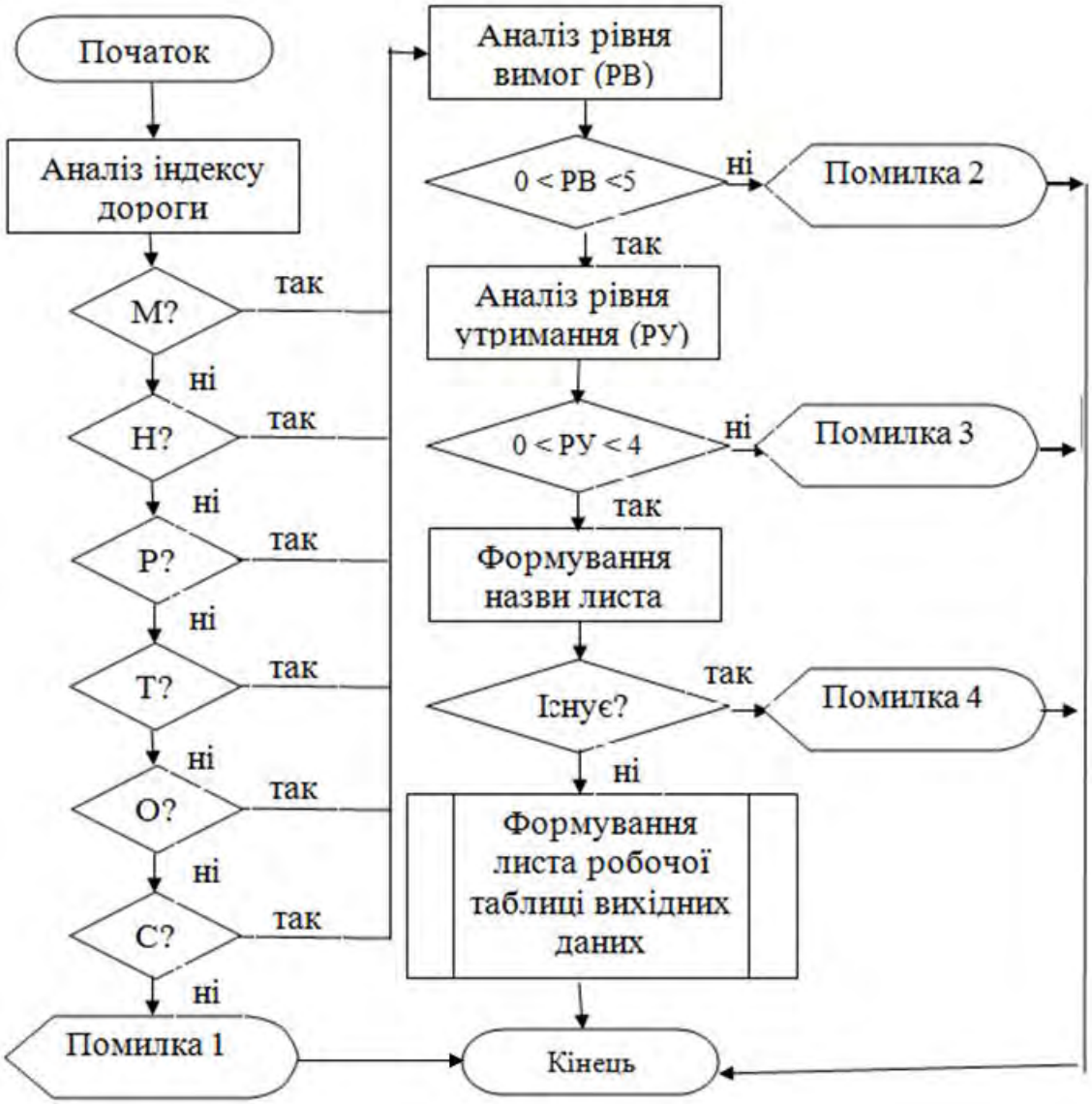


Рисунок 3.4 – Укрупнена схема алгоритму перевірки існування листа робочої таблиці вихідних даних із заданим кодом (назвою) листа. Тут: М – міжнародні дороги; Н – національні; Р – регіональні; Т – територіальні; О – обласні; С – районні

Джерело: *розроблено автором*

Укрупнена схема алгоритму формування листа робочої таблиці вихідних даних наведена на рис. 3.5.

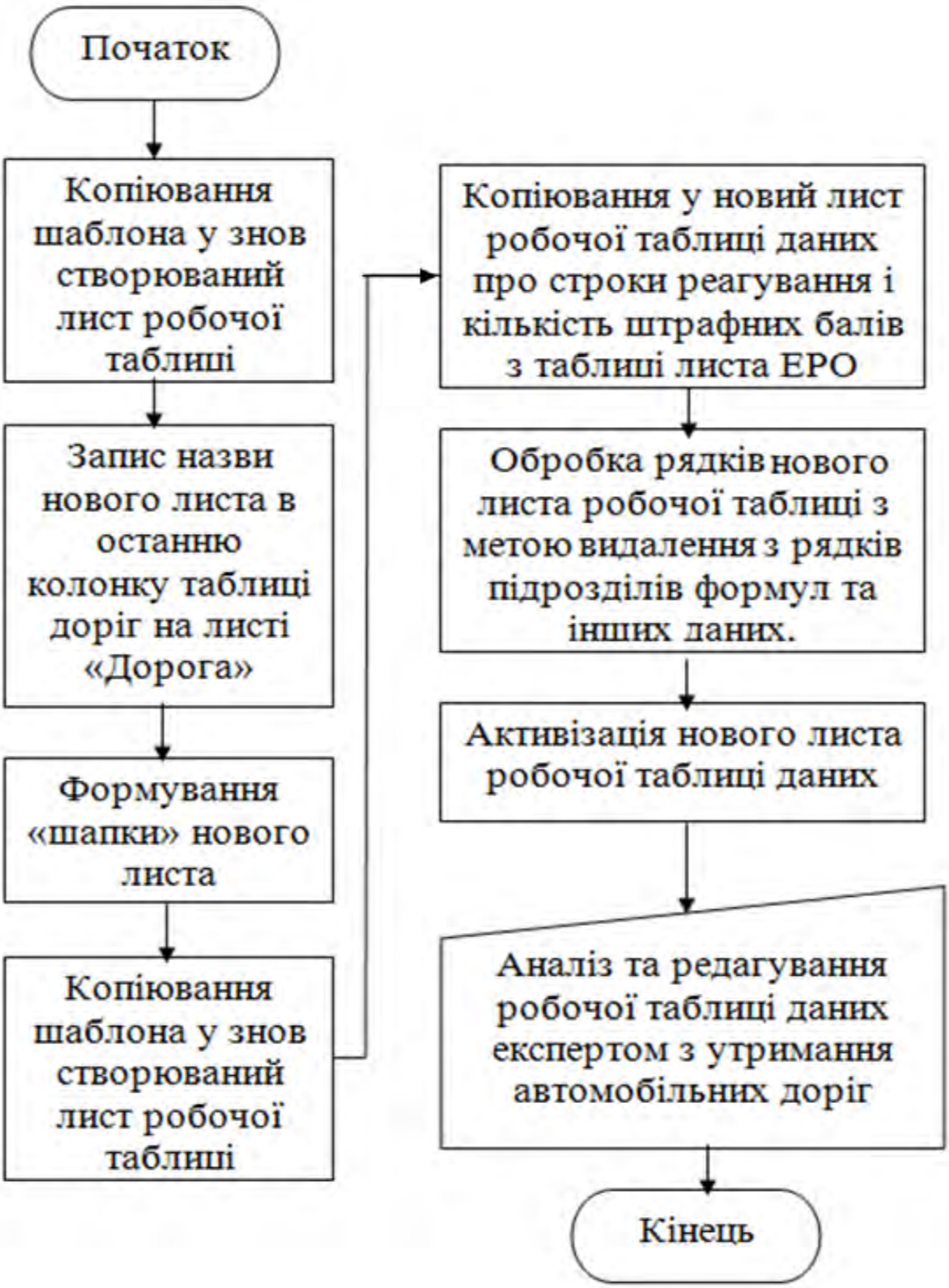


Рисунок 3.5 – Укрупнена схема алгоритму формування листа робочої таблиці вихідних даних

Джерело: *розроблено автором*

Таким чином, експерт може регулювати строк реагування за контрактом,

виходячи з цієї аналітичної оцінки значення показника ризику. При цьому повинне виконуватись обмеження неперевищення контрактними строками реагування нормативних, що встановлені у ДСТУ [36].

Вартість усунення одного випадку дефекту залежить від технології, матеріалів та обладнання, які виконавець може використати, спираючись на дані про власні ресурси. Для її розрахунку експерт визначає об’єм роботи чи послуги на один випадок дефекту і на основі цього об’єму виконує розрахунок прямих і загальновиробничих витрат, застосовуючи правила і нормативи визначення кошторисної вартості робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

Оброблена і відредагована робоча таблиця є вихідною для подальшого імітаційного моделювання.

З метою реалізації імітаційної моделі автором дисертаційного дослідження розроблені два модулі класів Visual Basic for Application: один для реалізації властивостей і методів моделювання рівня обслуговування, другий – для збереження результатів моделювання.

Після виконання імітаційного моделювання його результати розміщуються на п’ятьох листах проекту: «Графіки», «Утримання», «Витрати», «Прибуток» і «Зведення». Вони дають можливість оцінити результати моделювання випадкового процесу усунення дефектів. На листах проекту: «Утримання», «Витрати», «Прибуток», ЕРУ розміщуються модельні дані і відповідні діаграми, усереднені значення величин сум утримань за штрафні бали, витрат на виконання робіт та надання послуг, а також можливих збитків або прибутків по місяцях здійснення контракту. На лист «Зведення» заносяться головні результати моделювання, потрібні для узагальнення даних по окремих ділянках для всієї мережі доріг контракту з урахуванням їх особливостей і вимог до них.

Алгоритми підпрограм і функцій імітаційної моделі зручно записати у таблицях – діаграмах Нассі-Шнейдермана [250] для компактного відображення алгоритмів замість блок-схем. В таблиці 3.2 наведена діаграма класу рівня обслуговування ClassLos.

Таблиця 3.2 – Діаграма алгоритму класу рівня обслуговування ClassLos

Крок	Оператори алгоритму
1	Початок процедури імітації. Вхідний параметр є номер місяця дії контракту
	1 Якщо задана середня за сезон кількість випадків дефекту більша 0, то
	1 Визначення випадкової кількості випадків за сезон R=F(a,b,c)
	2 Визначення коефіцієнту kf – зростання кількості випадків дефектів за сезон в залежності від року після ремонту
	3 Коригування кількості випадків за сезон R=kf*R
	4 Визначення кількості випадків дефекту за місяць nCase
	5 Ініціалізація робочих масивів даних
	6 Цикл по випадкам дефекту від 1 до nCase
	1 Визначення методом Монте-Карло випадкового коефіцієнту kc зменшення / збільшення вартості усунення одного випадку дефекту
	2 Якщо є ознака превентивного усунення, то
	Якщо гарантійний строк вичерпаний, то
	Так
	1. Визначення останнього місяця нового гарантійного строку
	2. Визначення методом Монте-Карло випадкового коефіцієнту kc зменшення / збільшення часу усунення випадку дефекту
	3. Визначення кількості штрафних балів
	4. Накопичення вартості усунення дефекту та штрафних балів
	Інакше
	1. Визначення методом Монте-Карло випадкового коефіцієнту kc випередження / затримки часу усунення випадку дефекту
	2. Визначення кількості штрафних балів
	3. Накопичення вартості усунення дефекту та штрафних балів
	Все якщо
	Все якщо
	Кінець циклу
2	Кінець процедури імітації

Джерело: *розроблено автором*

В таблиці 3.3 наведена діаграма процедури створення об’єктів ClassLos. Таких об’єктів створюється стільки, скільки рівнів обслуговування в таблиці EPO.

Таблиця 3.3 – Діаграма алгоритму створення об’єкта класу рівня обслуговування ClassLos

<table>
<tr><td colspan="4">Початок процедури</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">Ініціалізація змінних</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">Визначення номеру останнього рядка LastRow в робочій таблиці</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">Ознака кумулятивного дефекту sPrevent = False</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">Цикл по рівням обслуговування For I = 8 To LastRow</td></tr>
<tr><td></td><td>1</td><td colspan="2">Якщо не назва таблиці, то</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>1</td><td>Якщо секредня кількість випадків дефекту > 0</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>1. Створення нового обєкту ClassLos</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2. Ініціалізація змінних, що накопичуються</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>3. Завантаження назви одиниці виміру</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>4. Завантаження строку реагування</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>5. Завантаження шифру сезону року</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>6. Завантаження параметрів a, b, c закону розподілу коефіцієнту зменшення/збільшення тривалості усунення дефекту</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>7. Завантаження параметрів a, b, c закону розподілу коефіцієнту зменшення/збільшення вартості усунення дефекту</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>8. Завантаження параметрів a, b, c закону розподілу коефіцієнту зменшення/збільшення кількості випадків дефекту за сезон року</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>9. Завантаження кількості місяців тривалості контракту, місяця року початку виконання контракту, щомісячної суми оплати виконавцю контракту, вартості одного штрафного балу, шифру об’єкту, щорічних коефіцієнтів зростання орієнтовної оцінки кількості випадків дефектів після капітальног або середнього ремонту, ознаки превентивного усунення, тривалості гарантійний періоду, місяця кінця гарантійного періоду</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>10. Додавання обєкту в колекцію значимих об’єктів losCollection</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Кінець циклу по рівнях обслуговування</td></tr>
<tr><td colspan="4">Кінець процедури</td></tr>
</table>

Джерело: *розроблено автором*

В таблиці 3.4 наведено алгоритм процедури імітації проксу утримання автомобільної дороги.

Таблиця 3.4 – Діаграма алгоритму процедури імітації

1. Початок процедури
   1. Якщо тривалість контракту ≥ 6 місяців та ≤ 84 місяців, то
      1. Якщо номер початкового місяця ≥ 6 та ≤ 12, то
         1. Введення кількості прогонів імітаційної моделі
         2. Якщо кількість прогонів ≥ 2 та ≤ 5000, то
            1. Форматування листів Графіки, Витрати, Штрафи, Прибуток, ЕРУ
            2. Виведення на листи результатів назви стратегії утримання доріг
            3. Форматування діаграм на листах результатів та виведення на діаграми назви стратегії утримання доріг
            4. Цикл прогонів імітаційної моделі For pr = 1 To nProg
               1. Створення екземпляру об’єкта класу результатів Set oResult = New ClassResult та ініціалізація властивостей створеного об’єкту
               2. Цикл «Для» по місяцям дії контракту
                  1. Ініціалізація змінних і масивів для накопичення результатів за місяць
                  2. Цикл по кожному обєкту з колекції losCollection об’єктів ClassLos
                     1. Ініціалізація змінних і масивів для накопичення результатів по обєкту за місяць
                     2. Визов методу Simulation класу ClassLos "імітація" для одного виду дефекту в одному прогоні за один місяць
                     3. Накопичення даних за прогон в даному місяці
                  Кінець циклу по кожному обєкту з колекції losCollection об’єктів
                  3. Накопичення результатів за місяць
               Кінець циклу по місяцям дії контракту
            Кінець циклу прогонів імітаційної моделі
            5. Обробка результатів моделювання. Формування листів Графіки, Витрати, Штрафи, Прибуток, ЕРУ, Зведення
      Інакше
         1. Діагностичне повідомлення про помилку
         2. До кроку 2
      1.1.1 Все якщо
   Інакше
      1. Діагностичне повідомлення про помилку
      2. До кроку 2
   1.1 Все якщо
2. Кінець процедури

Джерело: *розроблено автором*

Дуже важливою при застосуванні імітаційної моделі є проблема оцінювання

ступеню її відповідності реальному процесу усунення дефектів. При вирішенні цієї проблеми автор дисертації прийняла до уваги наступні головні положення.

Згідно з Р. Шенноном [163, с. 234], модель будується для досягнення конкретної цілі, і її обґрунтованість оцінюється в термінах цієї цілі. Вона повинна мати характеристики, близькі до характеристик реальної системи, що вивчається.

Р. Шеннон робить важливе зауваження, що оцінити якість моделі означає оцінити рівень нашої впевненості у тому, що висновки, зроблені за допомогою моделі, застосовні і до реальної системи, а поняття обґрунтованості моделі не є двійковою змінною типу «так – ні». Р. Шеннон наводить гіпотетичні залежності між різними показниками, які характеризують модель, і точністю моделі (рис. 3.6).

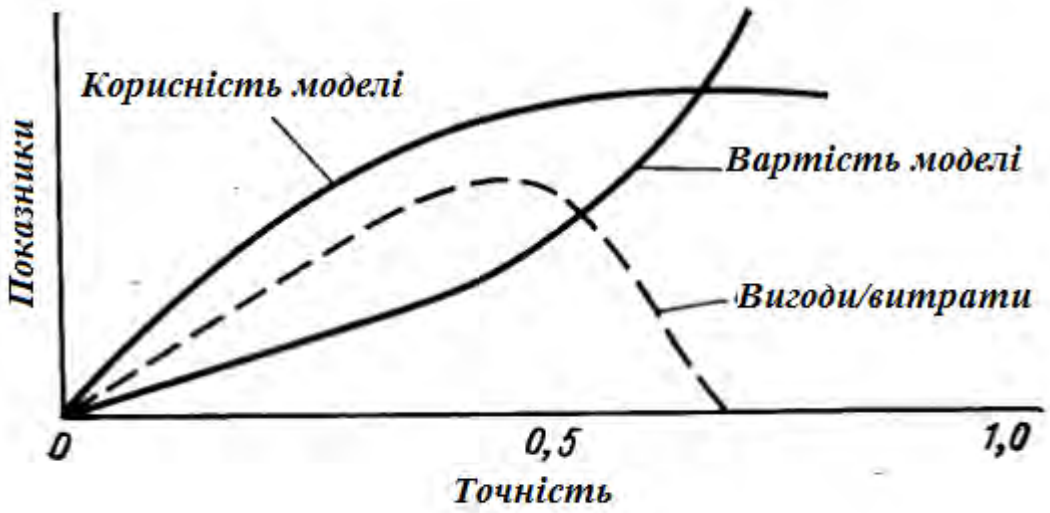


Рисунок 3.6 – Точність моделі

Джерело: [163, с. 235]

Як видно, існує оптимальне значення точності за критерієм «вигоди / витрати» дещо нижче 0,5.

Якщо між реальними і модельними процесами є деяка розбіжність, особливо в умовах існування випадкових змінних, то результатам моделювання властива деяка неточність, яку не можна усунути збільшенням кількості повторювань або застосуванням різних методів статистичного аналізу.

Оскільки моделювання пов'язане з вирішенням реальних завдань,

необхідно, перш за все, бути впевненими, що кінцеві результати моделювання точно відображають дійсний стан речей, що модель не абсурдна, не дає безглуздих відповідей, оцінити наскільки модель і дані, отримані на ній, корисні і можуть бути використані при прийнятті рішень, наскільки точна розроблена модель [163, с. 237–239; 77, с. 104].

На етапі дослідження імітаційної моделі потрібно зміцнити свою довіру до моделі, переконатися, що модель функціонально надійна, оцінити її достовірність. Дослідник повинен провести серію перевірок, і в процесі перевірки моделі досягти прийнятного рівня впевненості, що висновки, зроблені на основі моделювання, будуть правильними і застосовними для реальної системи [77, с. 104].

Це складна, філософська проблема. Моделювання є методом наукового пізнання навколишньої дійсності. Історично існує кілька напрямків у науці про відношення до методів наукового пізнання: емпіризм, раціоналізм, абсолютний прагматизм [77, с. 105].

На одному кінці філософського спектра знаходиться емпіризм, критерієм якого є практика. Емпірик вважає, що повинна бути проведена емпірична перевірка будь-якої випробуваної гіпотези (за допомогою експерименту, або на основі аналізу емпіричних даних) [163, с. 240].

Раціоналізм ґрунтується на застосуванні методів формальної логіки. Прихильники раціоналізму вважають, що модель є сукупністю правил логічної дедукції (типу «якщо, то»), які можуть привести від передумов до об'єктивних висновків. Виходить, що погодитися з правильністю моделі – означає погодитися з основними передумовами і логікою побудови такої моделі. Прикладом таких передумов слугують передумови Форрестера [163, с. 239]: якщо умови в цьому місті більш сприятливі, ніж поза ним, то люди і промисловість будуть прагнути до нього; природно, справедливе і зворотнє.

Подібні передумови можуть бути висунуті і стосовно імітаційної моделі довгострокового контракту, наприклад:

– при перевищенні контрактного строку реагування з виконавця стягується

сума утримання певного, встановленого в контракті, розміру;

– розмір суми утримання залежить від ціни штрафного балу, а кількість штрафних балів залежить від ступеню небезпечності дефекту;

Третій філософський підхід – філософія абсолютного прагматизму, у якого основним критерієм є корисність, стверджує, що модель повинна з певною точністю дозволяти досягати деяких цілей і давати корисні результати, тому прагматика не цікавить внутрішність моделі – «чорного ящика», його цікавлять лише співвідношення між входами і виходами моделі.

Але істина, як кажуть філософи, знаходиться посередині. Тому повинна бути проведена всебічна перевірка придатності моделі, комплексна оцінка моделі, яка відображає всі філософські точки зору [77, с. 105].

На практиці виділяють 3 основні категорії оцінки [77, с. 106]:

1. Оцінка адекватності або валідація моделі. У загальному випадку валідація передбачає перевірку відповідності між поведінкою імітаційної моделі і досліджуваної реальної системи. Валідація моделі є підтвердженням того, що модель у межах розглянутої області застосувань поводиться із задовільною точністю, відповідно з цілями моделювання.

2. Верифікація моделі. Це перевірка на відповідність поведінки моделі задумам дослідника. Тобто процедури верифікації проводять, щоб переконатися, що модель поводиться так, як було задумано. Для цього реалізують формальні і неформальні дослідження імітаційної моделі. Верифікація імітаційної моделі передбачає доказ можливості використання створюваної програми моделі в якості машинного аналога концептуальної моделі на основі забезпечення максимальної схожості з останньою. Мета процедури верифікації – визначити рівень, на якому цю подібність може бути успішно досягнуто.

Валідація та верифікація імітаційної моделі пов'язані з обґрунтуванням внутрішньої структури моделі, в ході цих процедур проводяться випробування внутрішньої структури і прийнятих гіпотез, досліджується внутрішня спроможність моделі.

3. Валідація даних. Валідація даних (data validity) спрямована на доказ того,

що всі використовувані в моделі дані, в тому числі вхідні, мають задовільну точність і не суперечать досліджуваній системі, а значення параметрів точно визначені і коректно використовуються. Ці перевірки пов'язані з проблемним аналізом, тобто аналізом і інтерпретацією отриманих в результаті експерименту даних. Проблемний аналіз – це формулювання статистично значущих висновків на основі даних, отриманих у результаті експерименту на імітаційній моделі. Перевіряється правильність інтерпретації отриманих за допомогою моделі даних, оцінюється, наскільки можуть бути справедливі статистичні висновки, отримані в результаті імітаційного експерименту. З цією метою проводять дослідження властивостей імітаційної моделі: оцінюється точність, стійкість, чутливість результатів моделювання. Ці перевірки пов'язані з виходами моделі, сама імітаційна модель розглядається як «чорний ящик».

Важливими є відмінності між існуючими системами і такими, що проектуються. В нашому випадку довгостроковий контракт у фазі *ex ante* лише прогнозується як замовником, так і виконавцем – учасником тендеру. Підкреслимо, що новий довгостроковий контракт є унікальним, може бути схожим на інші, але відмінним від них. Так, потенційно можливі довгострокові контракти будуть схожими з пілотним контрактом, який останніми роками виконується в Україні [49], проте вони будуть значно іншими за розміром фінансування і всіляко залежати від конкретних технічних характеристик доріг, їх початкового експлуатаційного стану, геологічних та кліматичних умов тощо.

З позиції управління проектами, за ISO 21500:2012, проект – це унікальна множина процесів, яка включає скоординовані і керовані завдання з датами початку і завершення, вжиті для досягнення мети. Хоча багато проектів бувають схожі, проте кожен проект унікальний, оскільки відмінності можуть виникнути в результатах, що досягаються проектом; у впливі на проект причетних осіб (стейкхолдерів); у використаних ресурсах; у способах адаптації для досягнення результатів. У кожного проекту є встановлені початок і завершення. Зазвичай проект реалізується через ряд фаз [182].

Таким чином, висновок про неможливість емпіричного обґрунтування

адекватності запропонованої імітаційної моделі, а значить застосування статистичної теорії оцінювання і перевірки гіпотез, веде нас до вибору підходу обґрунтування імітаційної моделі з позицій раціоналізму й абсолютного прагматизму. Так само, коли, наприклад, обґрунтовується певний інвестиційний проект. Фундаментом його здійсненності слугує інституційне оточення – законодавчі і правові акти, нормативно-технічні документи, при виконанні вимог яких можна впевнено стверджувати про достатню достовірність імітаційної моделі.

Корисна валідація зовнішнього представлення, коли перевіряється, наскільки модель виглядає адекватною з точки зору спеціалістів, які будуть з нею працювати, так званий тест Тьюринга – встановлення експертами відмінностей між поведінкою моделі і реальною системою. Важливим інструментом валідації імітаційної моделі є графічне представлення проміжних результатів і вихідних даних. Найбільш ефективними є гістограми, часові графіки окремих змінних за весь період моделювання тощо [77, с. 110].

В п. 2.3 показано, що комп’ютерна реалізація запропонованої імітаційної моделі досить проста за своєю структурлю, отже, легко перевірити перетворення інформації від входу до виходу і виконати трасування моделі на реальних вхідних даних. В процесі тестування моделі автором виконувались перевірки на відсутність абсурдних результатів, коли параметри моделі приймають граничні значення, аналізувалась відповідність отриманих результатів очікуванням експертів і т. п.

Важливим результатом оцінювання точності моделювання є залежність коефіцієнтів варіації економічних показників від кількості прогонів імітаційної моделі та їх залежність від тривалості здійснення проекту (рис. 3.7 та 3.8).

На рис. 3.13 наведені дані комп’ютерного експерименту про залежність коефіцієнтів варіації від кількості повторювань (прогонів) моделі. На графіках видно, що збільшення кількості прогонів слабо впливає на значення коефіцієнтів варіації.

Як видно (рис. 3.7), починаючи з 1000 прогонів імітаційної моделі,

коефіцієнти варіації всіх категорій результатів моделювання відрізняються незначно, що свідчить про достатню точність моделювання вже при 1000 прогонах імітаційної моделі. Цей висновок важливий з точки зору економії часу на проведення різних варіантів досліджень.

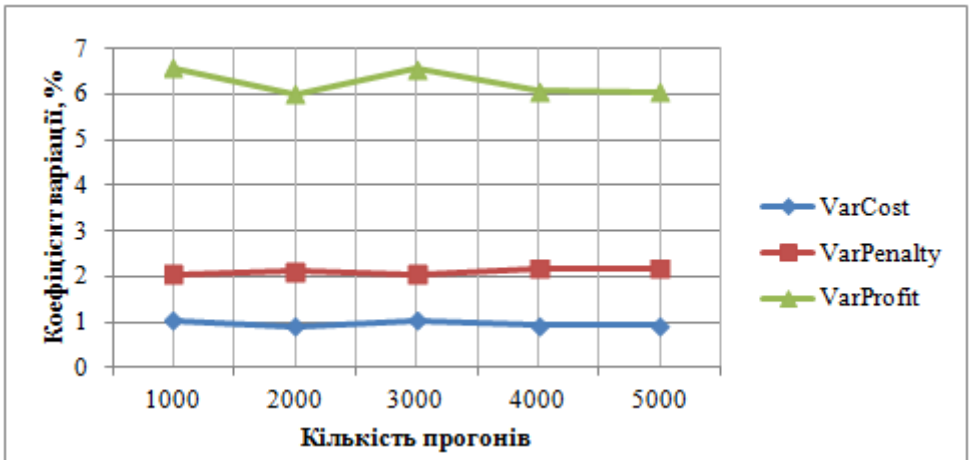


Рисунок 3.7 – Залежності коефіцієнтів варіації від кількості прогонів (контракт тривалістю 60 місяців)

Джерело: *розроблено автором*

На рис. 3.14 наведені результати дослідження впливу тривалості контракту на значення коефіцієнту варіації випадкових змінних.

Так, наприклад, якщо задані в контракті строки реагування ніколи не перевищуються, то суми утримань зі щомісячної оплати виконавцю не нараховуються.

Всі отримані в процесі моделювання результати мають обґрунтований характер і можуть бути перевірені.

Отже, можна зробити висновок, що обґрунтованість імітаційних моделей бажано оцінювати шляхом порівняння динаміки реального процесу, що моделюється, з динамікою, отриманою шляхом імітаційного моделювання. В такому разі необхідно мати спостережені і збережені належним чином дані про реальний розвиток процесу, причому в достатній кількості. Однак такі реальні дані зараз практично відсутні, довгострокові контракти з утримання автомобільних доріг в Україні ще не здійснюються, а дані про здійснення

пілотного проекту за міжнародним договором ще не опубліковані, тим більше, умови фінансування пілотного проекту можуть значно відрізнятись від діючої практики, отже, потрібно шукати інші, скоріш за все непрямі, аргументи і докази прийнятності розробленої імітаційної моделі.

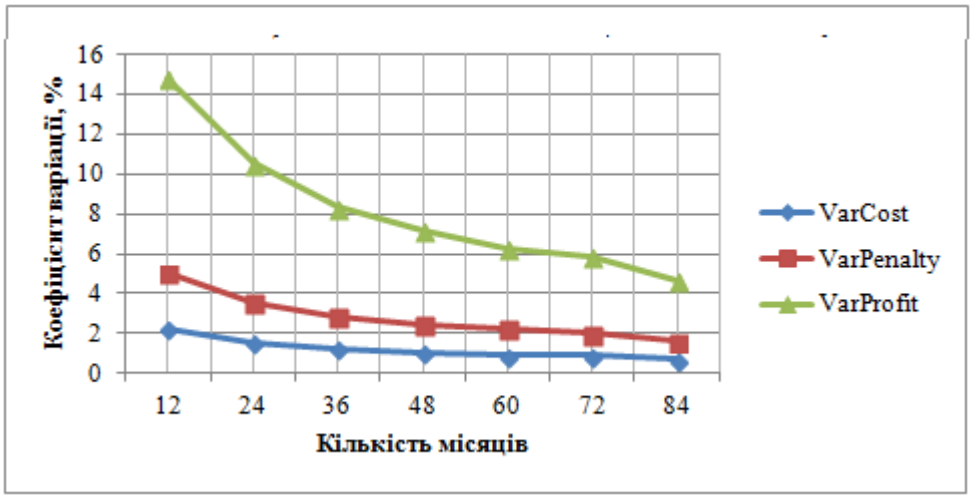


Рисунок 3.8 – Вплив тривалості контракту на значення коефіцієнту варіації випадкових змінних вартості робіт та послуг, штрафів та прибутку ДЕП

Джерело: *розроблено автором.*

Слід зауважити, що оцінка достовірності належить до «вічних» проблем імітаційного моделювання. Таке становище зумовлено передусім специфікою застосування імітаційного моделювання як інструментарію дослідження, який, на відміну від класичних методів математичного моделювання, не забезпечує дослідників систем відповідними формалізованими засобами визначення (опису) таких систем. Однак не зайве зауважити, що простота реалізації деяких процедур дослідження в імітаційному моделюванні, наприклад, аналізу чутливості, роблять метод імітаційного моделювання привабливим і доступним [77].

3.2 Методичні положення і практичні рекомендації щодо застосування імітаційної моделі для оцінювання заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств

Практичне використання комп’ютерної програми імітаційної моделі являє собою нетривіальну, досить трудомістку задачу, обумовлену необхідністю оперувати значною кількістю вихідних даних, які потрібно узгодити з вибраною

стратегією експлуатаційного утримання доріг, а також правильно інтерпретувати отримані результати моделювання.

Методика застосування розробленої комп'ютерної програми імітаційної моделі для оцінювання заходів забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств складається із наступних етапів.

Етап 1. Отримання і аналіз вихідних даних.

Замовник (дорожня адміністрація) надає ДЕП, яке бере участь у процедурі закупівлі робіт та послуг з експлуатаційного утримання певної ділянки дороги або мережі доріг:

– склад ділянок доріг та дані про їх технічні параметри, про кількість елементів складових доріг, що є об'єктами майбутнього довгострокового контракту;

– вибірку специфікацій рівнів обслуговування згідно з ДСТУ 8993 [36], доповнену даними про орієнтовну середню кількість дефектів за перший рік виконання контракту і усереднені обсягі робіт та/або послуг на один випадок дефекту, кількість штрафних балів за перевищення строку реагування на одиницю часу;

– дані про очікувану прогнозовану зміну середньодобової середньорічної інтенсивності дорожнього руху та його склад за роками виконання контракту,

– відомості про останній перед виконанням контракту ремонт (будівництво, реконструкцію);

– дані про рівень вимог згідно з ДСТУ 3587 [33];

– вимоги до експлуатаційного рівня утримання, однакові для всіх ділянок дороги або окремо для кожної, що є об'єктами довгострокового контракту.

Етап 2. Здійснення, при необхідності, обстеження ділянок доріг.

На цьому етапі замовник разом із потенційним виконавцем довгострокового контракту приймають рішення щодо необхідності перед контрактного обстеження означених ділянок доріг для уникнення опортуністичної поведінки замовника і зменшення інформаційної асиметрії між замовником і ДЕП. Опортунізм з боку

ДЕП – продавця послуг може бути обумовлений тим, що при пролонгації договірних відносин замовника і ДЕП (наприклад, укладання нового контракту між ними щодо ділянок доріг, які раніше здійснювало означене ДЕП).

Етап 3. Розрахунок кошторисної вартості робіт та послуг.

На третьому етапі виконавець контракту, спираючись на структуру своїх трудових і технічних ресурсів, а також на можливості постачання матеріальних ресурсів, складає кошторисну документацію за діючими нормами і правилами з розрахунками вартості виконання робіт та послуг [136, 137] для визначення середньої вартості усунення одного випадку кожного дефекту.

Обсяги робіт з усунення одиниці виміру кожного дефекту залежать від вибраної технології їх усунення та усереднюються за вартістю при використанні різних технологій.

Розрахована вартість вводиться в колонку «Середня вартість усунення на 1 випадок, грн.» по кожній позиції рівнів обслуговування (Додаток В, рис. В.2).

Етап 4. Формування оцінок параметрів законів розподілу випадкових коефіцієнтів випередження / затримки, здешевлення / здорожчання та зменшення / збільшення кількості випадків дефектів елементів доріг.

Тривалість, вартість, а також кількість випадків усунення дефекту розглядаються як випадкові величини, тому для їх моделювання вводяться параметри трикутних законів розподілення по кожному дефекту специфікації ЕРО і вже на цьому кроці обчислюється ризик їх перевищення за формулою (3.5). Це дає експерту можливість скоригувати параметри трикутних законів розподілу, вибравши технологію усунення дефекту, яка може зменшити згаданий ризик. Отже, внесення у робочу таблицю експертних оцінок параметрів трикутних законів розподілення тривалості, вартості усунення та кількості випадків дефектів є надзвичайно важливим творчим експертним етапом підготовки вихідних даних.

Досягнення високого рівня утримання можливе, коли максимальне значення закону розподілу коефіцієнту випередження / затримки не буде перевищувати 1,00. При цьому будуть відсутні зниження сум оплати.

Окремо слід зауважити, що набори даних робочої таблиці відрізняються в залежності від досліджуваної стратегії утримання автомобільних доріг, а саме: для стратегії підтримки (корективної) і стратегії випередження (превентивної). В результаті вибору превентивної стратегії утримання доріг змінюються показники середньої вартості усунення дефекту, тому що цей дефект не може виникнути взагалі через попередження його виникнення. Прикладом можуть слугувати перекриття дорожнього покриття великими картами при виявленні ознак майбутньої появи вибоїн. Це коштує, звісно, дорожче, проте виконується значно рідше, ніж ремонт вибоїн. Крім того, є гарантія якості покриття на досить тривалий період. Такий підхід використовується турецькою фірмою при виконанні пілотного проекту за довгостроковим контрактом на ділянці дороги М-06 Київ-Чоп [103]. Коли дефекти не виникають, то не нараховуються і штрафні бали і суми утримань з оплати послуг ДЕП. Такий метод передбачений і в розробленій в дисертації комп'ютерній програмі імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг.

Не всі рівні обслуговування будуть задіяні в кожному конкретному випадку контрактної мережі доріг. Рівні обслуговування з орієнтовною оцінкою кількості усунень дефектів за сезон, що дорівнює нулю, при моделюванні пропускаються.

Етап 5. Моделювання і отримання оцінок законів розподілу ймовірностей випадкових економічних показників.

Моделювання здійснюється при різних значеннях головних параметрів довгострокового контракту, які є вхідними для процесу моделювання і не змінюються в ході цього процесу. За допомогою економічних показників і похідних від них оцінюється ступінь забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Процес моделювання є ітеративним, він повторюється щоразу з новими значеннями вхідних параметрів, в результаті чого розкриваються певні тенденції або закономірності виконання довгострокового контракту.

Результати моделювання можуть бути збережені для наступної обробки та узагальнення.

У якості прикладу застосування методичних положень і практичних рекомендацій розробленої в дисертаційній роботі комп’ютерної програми імітаційної моделі для оцінювання ефективності заходів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП далі розглядається приклад експлуатаційного утримання ділянки регіональної автомобільної дороги державного значення Р-15 Ковель – Вол. Волинський – Червоноград – Жовква від км 3+000 до км 89+514, протяжністю 87,3 км (у тому числі під'їзд км 0+000 – км 1+250 та об'їзд км 0+000 – км 3+850). З усього комплексу дефектів виділені й окремо розглянуті дефекти дорожнього покриття. Роботи і послуги включають також зимове утримання покриття.

Визначальні параметри контракту обґрунтовуються шляхом послідовних наближень при цілеспрямованій зміні їх значень. Для співставлення отриманих результатів моделювання, наведених на листі «Графіки» (Додаток В, рис. В.6), формуються листи, які показують динаміку економічних показників в часі.

Методика користування програмою, що реалізує імітаційну модель утримання автомобільних доріг, наведена в Додатку В «Методика оцінювання ефективності заходів із забезпечення стратегічного розвитку ДЕП за допомогою програми JSIMULA».

Розглянемо задачу визначення договірної ціни довгострокового контракту. Задача вирішується при фіксованій вартості одного штрафного балу.

Тепер ми намагаємось визначити договірну ціну, що базується на принципах, які покладені в основу довгострокових контрактів, задекларованих у дисертаційній роботі, а саме: витрати виконавця контракту необхідно визначати через підтримку експлуатаційних параметрів (якостей) дефектів дороги.

Розглянемо порядок обґрунтування щомісячної виплати виконавцю контракту за дотримання контрактних рівнів обслуговування на ділянці дороги Р-15 Ковель – Володимир-Волинський – Червоноград – Жовква км 3+000 - км 89+514, протяжністю 87,3 км (у тому числі під'їзд км 0+000 – км 1+250 та об'їзд км 0+000 – км).

На рис. 3.9 наведені результати моделювання залежності прибутку від суми

щомісячного платежу контракту тривалістю 36 місяців (три роки).

На рис. 3.10 наведений графік витрат виконавця в залежності від тривалості комплексного контракту.

Слід підкреслити, що показник рівня утримання (ЕРУ) залежить виключно від кількості штрафних балів, які нараховуються за перевищення контрактного строку реагування, і обчислюється за формулою (2.21) [35]. Тобто його значення прямо зв'язані з параметрами трикутних законів розподілення коефіцієнту випередження / затримки, що застосовується при визначенні «фактичного» (модельного) часу усунення дефектів у процесі імітації.

Рисунок 3.9 – Графік залежності прибутку від розміру щомісячного платежу

Джерело: *розроблено автором*

Відмітимо, що тривалість контракту у більшості комп'ютерних експериментів, які виконувались, становить три роки через обмеження тривалості середньострокових програм трьома бюджетними періодами. Збільшення тривалості довгострокового контракту до семи років, безумовно, збільшує його економічну ефективність, оскільки виникає економія від зменшення трансакційних витрат, які спричиняються меншою частотою укладення договорів та витрат після завершення контракту.

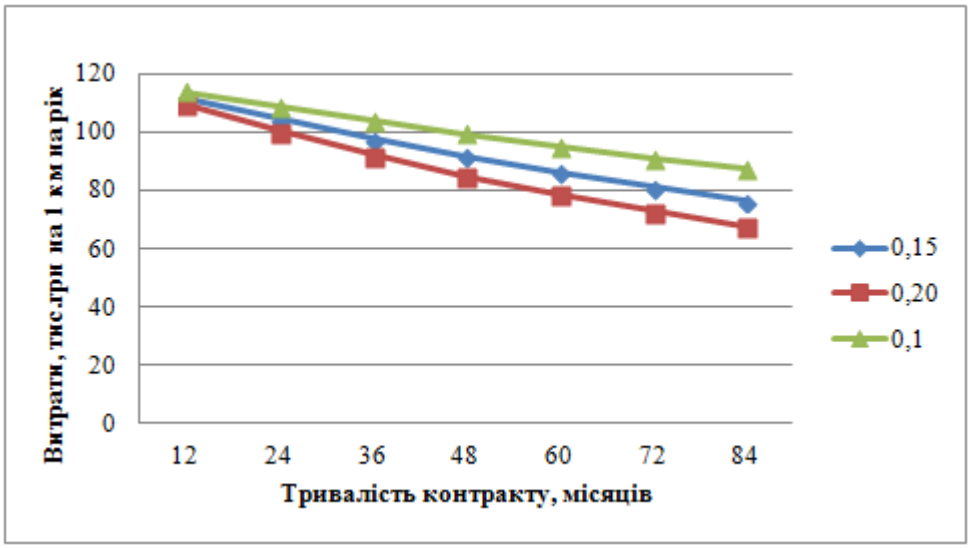


Рисунок 3.10 – Графік залежності питомих витрат (тис. грн. на 1 км дороги на рік) ДЕП від тривалості контракту

Джерело: *розроблено автором*

Експерту, який задає параметри цих законів розподілення, слід звернути особливу увагу на оцінку параметра максимального значення. Так, високий рівень утримання може бути досягнутий при максимальному значенні коефіцієнту, меншому або рівному одиниці для всіх рівнів обслуговування.

Такі значення вимагають від експерта збільшення середньої вартості усунення дефекту, яке відображує потребу в більшій кількості трудових і технічних ресурсів для більш швидкого виконання робіт.

Розглянемо методику оцінювання ефективності забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, для прикладу застосування якої порівнювались дві головні стратегії утримання доріг за контрактом:

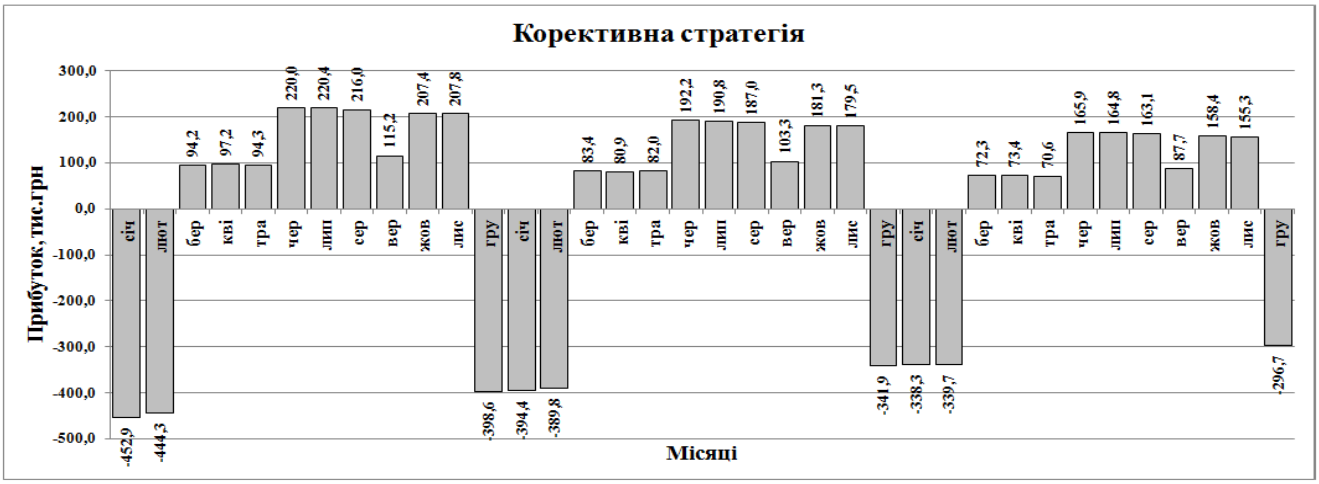
– стратегія підтримки (корективна);

– стратегія випередження (превентивна).

Діаграми розподілення середніх збитків/прибутків при виконанні утримання доріг за місяцями виконання контракту за цими стратегіями наведені на рис. 3.11.

В табл. 3.4 наведені дані для порівняння досліджуваних стратегій. Як видно, превентивна стратегія, хоча і потребує від ДЕП більших витрат на виконання робіт та надання послуг, проте зменшує суму штрафних утримань за рахунок

зменшення кількості штрафних балів, як це видно на рис. 3.11.



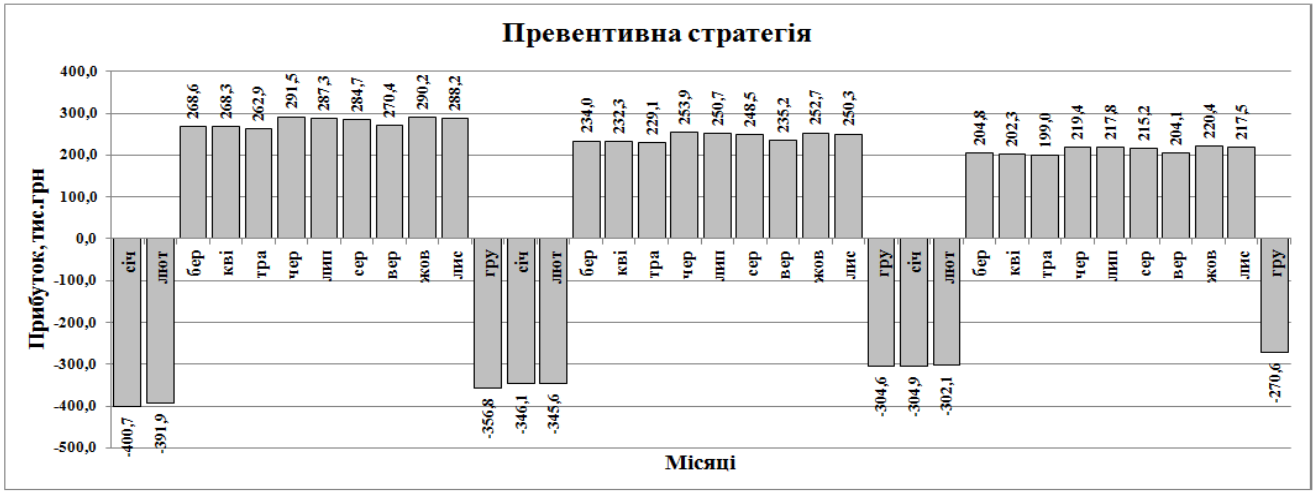
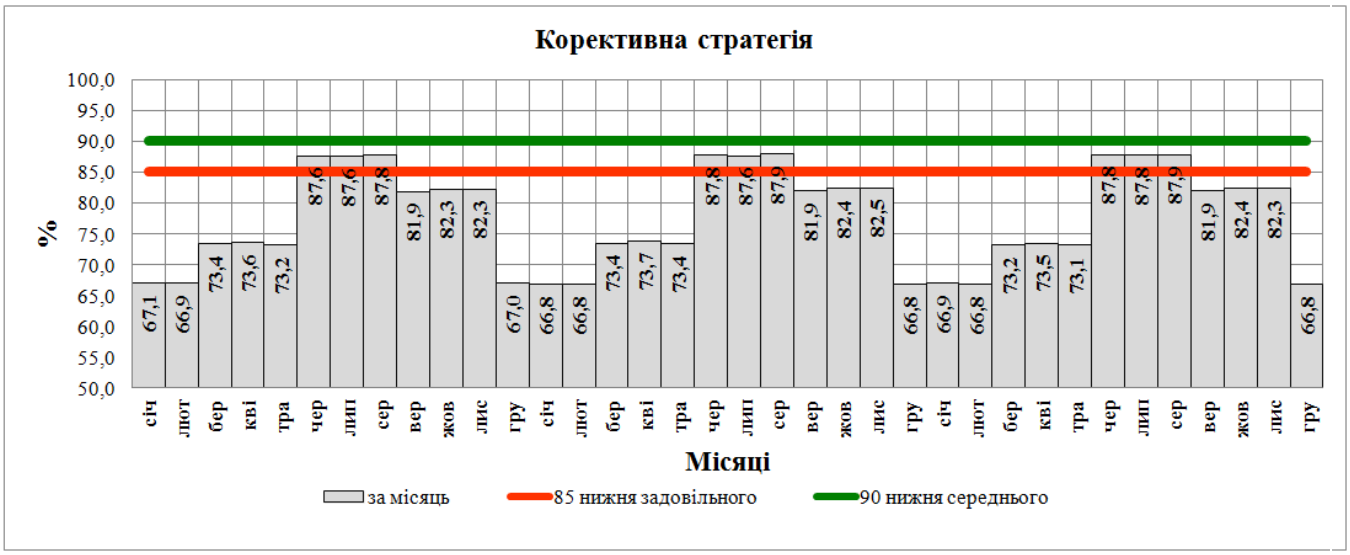


Рисунок 3.11 – Діаграми розподілу збитків / прибутків ДЕП при різних стратегіях утримання автомобільної дороги

Джерело: *розроблено автором*

Графіки, наведені на рис. 3.12 та 3.13, слугують для порівняння корективної і превентивної стратегій утримання автомобільних доріг.

Для дослідження спеціалізованих контрактів потрібно виконати розділення всеохоплюючого контракту на спеціалізовані (рис. 3.14).



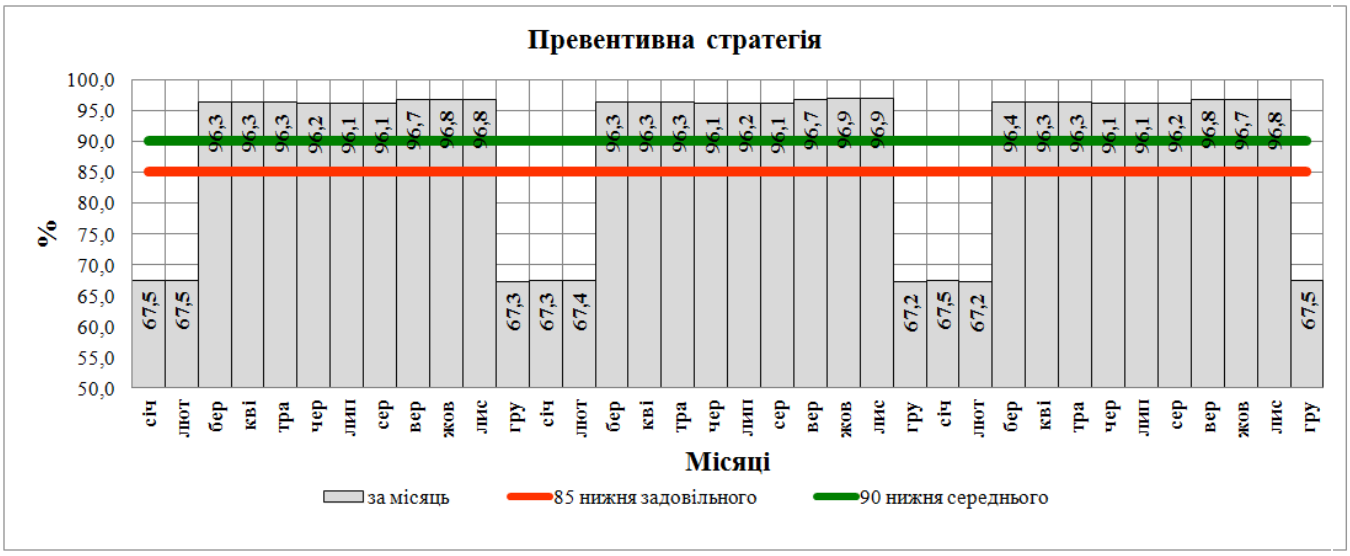


Рисунок 3.12 – Діаграми показника експлуатаційного рівня утримання (ЕРУ) при різних стратегіях утримання автомобільної дороги

Джерело: *розроблено автором*

Спеціалізовані контракти моделюються кожний окремо. Для цього з комплексної таблиці ЕРО виділяються рівні обслуговування відповідні спеціалізованим контрактам і створюються окремі листи ЕРО для кожного контракта. Проект JSimula копіюється і зберігається з новим зрозумілим іменем, і в нього підставляється специфікована версія ЕРО, а стара версія ЕРО попередньо видаляється.

В результаті будемо мати декілька проектів імітації, проте, з однаковими програмними засобами, які моделюються послідовно, причому кожний проект може мати різні варіанти розрахунків, з яких експерт – користувач комп’ютерної

програми вибирає найбільш прийнятний для включення в подальші узагальнення.

Зниження суми оплати	
Середня сума, тис. грн	5 121
Стандартне відхилення, σ	208
Коеф. варіації (Var),%	4,05
Серед. кількість штрафних балів	4 436
На 1 км, тис.грн на рік	19,55

Витрати	
Середні, тис. грн	14 875
Стандартне відхилення, σ	173
Коеф. варіації (Var),%	1,2
На 1 км, тис.грн на рік	56,80

Прибуток	
Середній, тис. грн	467,00
Стандартне відхилення	319,77
Коеф. варіації,%	68,47
На 1 км, тис.грн на рік	1,78

Корективна стратегія

Зниження суми оплати	
Середня сума, тис. грн	4 007
Стандартне відхилення, σ	175
Коеф. варіації (Var),%	4,38
Серед. кількість штрафних балів	3 463
На 1 км, тис.грн на рік	15,30

Витрати	
Середні, тис. грн	12 881
Стандартне відхилення, σ	127
Коеф. варіації (Var),%	1,0
На 1 км, тис.грн на рік	49,18

Прибуток	
Середній, тис. грн	3 576,00
Стандартне відхилення	236,06
Коеф. варіації,%	6,6
На 1 км, тис.грн на рік	13,65

Превентивна стратегія

Рисунок 3.13 – Результати моделювання величин штрафів, витрат і прибутку з оцінками законів розподілу. Економічна ефективність складає відповідно 3,1% та 28,5%

Джерело: *розроблено автором*

В цілому, створений на базі Excel прототип програмних засобів достатньо гнучкий для розв’язання дуже різних задач обґрунтування довгострокових контрактів з різноманітною структурою. Однак, виокремлення таких специфічних контрактів породжує проблему їх взаємного узгодження з точки зору управління ними як дорожньою адміністрацією, так і виконавцем. Логічним виходом для вирішення означеної проблеми є застосування генерального підряду, в якому генпідрядник для виконання специфічних функцій організує субпідрядників та управляє їх взаємодією. На думку автора цієї дисертаційної роботи, означену

проблему доцільно вирішувати в умовах реалізації дорожніх концесій, де концесіонер організує розв’язання подібного роду задач, що виникають на згаданій основі.

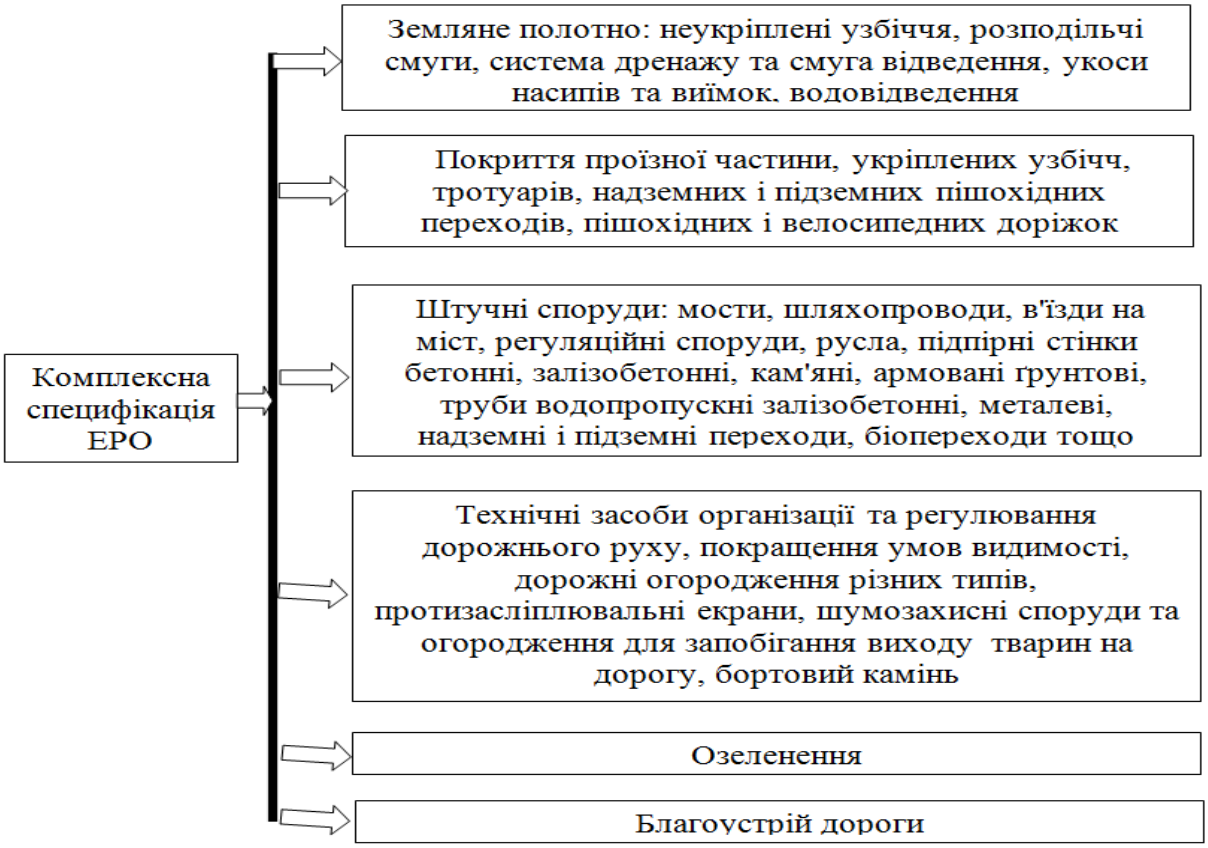


Рисунок 3.14 – Розділення всеохоплюючого контракту на спеціалізовані

Джерело: розроблено автором

При виділенні спеціалізованих довгострокових контрактів виникає цілий ряд складних проблем з управління такими контрактами. Не зовсім ясно, як визначати довжину ділянок доріг для виконання спеціалізованого контракту, як узгоджувати їх взаємодію на одній і тій же ділянці дороги тощо. Можна зробити висновок про недоцільність виділення спеціалізованих контрактів.

3.3 Джерела економічної ефективності заходів із забезпечення стратегії розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств

Впровадження механізму обґрунтування визначальних параметрів контрактів з утримання автомобільних доріг, без сумніву, може забезпечити

значний економічний ефект, про що свідчать наведені у табл. 1.6 фактичні дані з різних країн світу. Ці дані були отримані шляхом порівняння результатів нового виду контрактів (PBC) з результатами таких, що використовувались зазвичай у згаданих країнах власними силами дорожніх адміністрацій (in-house) на дорогах у порівнянних умовах.

Проте таке порівняння можливе лише при виконанні таких необхідних умов:

– наявність детальних фактичних даних про вартість виконання робіт та/або надання послуг за згаданими видами контрактів;

– наявність детальних фактичних даних про фізичний стан елементів доріг та його динаміку;

– наявність спостережень фактичних значень рівня утримання доріг або їх окремих елементів.

В нашому випадку такі фактичні дані відсутні за однією суттєвою причиною – довгострокові контракти ще не впроваджувались, їх впровадження планується почати у 2021 році. Таким чином, можна казати лише про розрахункову економічну ефективність від впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Економічна ефективність вимірюється, в загальному випадку, відношенням отриманої вигоди до витрат, які були понесені при виконанні контракту, причому ці витрати можуть бути як одноразовими, так і довгостроковими. Врахування останніх при визначенні економічної ефективності повинно проводитись через амортизаційні відрахування. До них відносяться додаткове придбання основних фондів, модернізація виробництва тощо, результати яких розраховані на використання на більший період, ніж річний. Вони обліковуються через амортизаційні відрахування. Відповідно до цього, фактичні, а в нашому випадку «модельні», витрати враховуються в загальних витратах при розрахунку економічного ефекту.

Можливі різноманітні відомі та нові, інноваційні заходи отримання ефекту при застосуванні довгострокових контрактів. Розглянемо лише деякі з них.

Отримання прибутку у випадку превентивної стратегії пояснюється застосуванням інноваційного методу недопущення кумулятивних дефектів, більш витратного, але такого, що виключає появу і розвиток дефекту.

Іншим методом зниження сум утримань є збільшення потенціалу ДЕП шляхом інвестування у власні основні засоби, що дає можливість зниження або навіть виключення ризику перевищення строку реагування

Перша група заходів лежить у площині превентивного виконання робіт та надання послуг з утримання елементів доріг. Наприклад, при кумулятивному зростанні розміру дефекту можна не чекати досягнення його параметрів рівня втручання, а попередити це досягнення та можливе перевищення сроку реагування, при усуненні якого будуть нарахувані штрафні бали. При превентивному усуненні дефекту виключається можливість нарахування штрафних балів, хоча на це усунення потребуються певні витрати.

Друга група заходів пов’язана з необхідністю придбання додаткових ресурсів, що дадуть змогу виконати роботи та надати послуги у встановлені строки реагування. Наприклад, своєчасне очищення покриття від снігу за рахунок наявності снігозбиральних машин приведе до різкого скорочення кількості штрафних балів.

Що стосується зовнішніх позитивних ефектів, то можна вважати, що вони будуть більшими при зростання показника рівня утримання.

Отже, визначення економічного ефекту, а значить економічної ефективності від впровадження механізму обґрунтування визначальних параметрів контрактів з утримання автомобільних доріг являє собою складну і малодосліджену техніко-економічну проблему.

$$E_{\text{пр}} = c_p \cdot \sum_{i=1}^{i=N} [(P_i^{\text{Д}} - P_i^{\text{П}}) - \sum_{i=1}^{i=N} V_i \tag{3.6}$$

$$E_{к} = c_p \cdot \sum_{i=1}^{i=N}[(P_i^{Д} - P_i^{П}) - \sum_{i=1}^{i=N_{wp}} V_i - \sum_{i=1}^{i=N}(Z_i \cdot k_i) \quad (3.7)$$

де $P_i^{Д}, P_i^{П} -$ кількість штрафних балів до і після застосування заходу;

V_i – разові витрати на застосування заходу, грн.;

c_p – вартість штрафного балу, грн.;

k_i – коефіцієнт амортизації;

Z_i – витрати, результати яких розраховані на використання довший, ніж річний період;

N – кількість заходів.

В табл. 3.5 наведені результати оцінювання ефектів одного з варіантів корективної стратегії та інноваційної превентивної стратегії розвитку ДЕП, розраховані на основі формули (3.6). Для розглянутого прикладу економічна ефективність, яка оцінюється відношенням економічного ефекту до витрат, складає:

а) корективна стратегія E_e = 467 / 14876 · 100 = 3,1 %;

б) превентивна стратегія E_e = 3576 / 12881 · 100 = 27,8 %;

З наведеного прикладу видно, що корективна стратегія є більш ефективною.

Таблиця 3.5 – Економічні показники довгострокового контракту на утримання ділянки автомобільної дороги

	Середнє, тис. грн.	Стандартне відхилення, тис. грн.	Коефіцієнт варіації, %	На 1 км за рік, тис. грн.
Стратегія підтримки (корективна)				
Штраф	5 131	208	4,05	19,55
Витрати	14 876	173	1,20	56,80
Прибуток	467	320	68,47	1,78

Кінець таблиці 3.5

Стратегія випередження (превентивна)				
Штраф	4007	175	4,38	15,20
Витрати	12 881	127	1,00	49,18
Прибуток	3 576	236	6,60	13,65

Джерело: *розроблено автором*

Зауважимо, що величина економічної ефективності є суто індивідуальною, залежною від випадкових значень одиничної вартості усунення дефекту, випадкового часу усунення дефекту, випадкової кількості дефектів, які залежать від усереднених оцінок цих величин та параметрів трикутного закону розподілу, а також від суми щомісячного платежу, вартості одного штрафного балу та ставки дисконту. В умовах впливу невизначеності від дії багатьох чинників задача оцінювання економічної ефективності є нетривіальною.

Висновки до розділу 3

1. Виконано алгоритмізацію імітаційної моделі. Вирішено, що в дисертаційній роботі доцільною є розробка комп'ютерної програми імітаційної моделі пронесу утримання автомобільних доріг на основі MS Excel та Visual Basic for Application. Комп'ютерну програму можна вважати прототипом комп'ютерної програми імітаційного моделювання, втім обґрунтованого і достатнього для практичного застосування. Прототип може слугувати основою для розробки в подальшому комп'ютерної програми, що базується на потужних системах управління базами даних та поширених об'єктно-орієнтованих мов програмування.

2. Розроблена комп'ютерна програма оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП враховує наступні передумови:

– відсутність або недоступність історичних даних щодо можливих обсягів дефектів елементів автомобільних доріг; відсутність адекватних моделей для прогнозування обсягів дефектів в умовах здійснення довгострокових контрактів;

– наявність у контрактній мережі доріг різних за адміністративним значенням і категоріям ділянок доріг, що відрізняються інтенсивністю і складом руху;

– застосування різних цільових рівнів утримання для різних ділянок доріг; необхідність уникнення надмірної деталізації імітаційної моделі, яка може призвести до втрати адекватності моделі і до різкого зростання обчислювальної складності.

3. При оцінці адекватності імітаційної моделі неможливе її емпіричне обґрунтування, що привело до підходу обґрунтування моделі з позицій раціоналізму і абсолютного прагматизму. Фундаментом передбачуваної здійсненності контракту слугують законодавчі і правові акти, нормативно-технічні документи, при виконанні вимог яких можна впевнено стверджувати про достатню достовірність імітаційної моделі для отримання оцінок законів розподілу економічних показників довгострокового контракту і оцінки з їх допомогою ризиків здійсненності контракту. Виконане тестування комп’ютерної програми дозволило визначити мінімальну достатню кількість 1000 прогонів імітаційної моделі для розрахунку значень шуканих економічних показників. Показано, що коефіцієнт варіації головних економічних показників при кількості прогонів моделі у межах 1000 – 5000 залишається практично незмінним, а при різній тривалості контракту від одного до семи років зменшується не більше ніж на 2 %.

4. Розроблені методичні положення і практичні рекомендації щодо порядку використання імітаційної моделі для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, яка включає п’ять послідовних етапів, ітеративне застосування яких дозволяє виконати необхідні комп’ютерні експерименти для визначення ціни, тривалості, комплексності, кількості і довжини ділянок доріг контракту з оцінюванням економічних ризиків контракту. Комп’ютерні експерименти дають можливість кількісної оцінки здійсненності та привабливості довгострокових контрактів для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП.

5. На прикладі реальної ділянки дороги виконано і продемонстровано застосування методичних положень для порівняння двох стратегій утримання автомобільної дороги: стратегії підтримки (корективної) і стратегії випередження (превентивної. Порівняння результатів імітаційного моделювання стратегій дозволяє стверджувати про безумовну перевагу превентивної стратегії. Встановлено, що отриманий розрахунковий економічний ефект є завжди суто індивідуальним і відображує творчий підхід експерта та його схильність до ризику або неприйняття ризику.

6. Імітаційне моделювання дає можливість обчислення відношення «Ціна / Якість» шляхом ділення вартості виконаних робіт на усереднене значення показника рівня утримання, зокрема отримати динаміку відношення у часі.

7. Запропоновані джерела економічної ефективності засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. Розрахункова економічна ефекивніть корективної стратегії склала 3,1 %, а превентивної стратегії – 27,8 %.

Основні результати досліджень, які отримані в третьому розділі, викладені в статтях здобувача [29, 131, 133, 80, 82, 216]. Крім того, здобувачем у Державній службі інтелектуальної власності України зареєстровано авторське право на науковий твір (Додаток Г), виконаний у співавторстві, в якому особисто здобувачем розроблено аналітичну частину алгоритму та оформлено його опис.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі узагальнено та по-новому розв'язано важливе науково-практичне завдання, що полягає в дослідженні теоретичних основ і розробці методичних положень та практичних рекомендацій щодо механізму стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств в умовах застосування довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг загального користування за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів. Результати проведеного дослідження дозволили сформулювати наступні висновки:

1. На основі аналізу понятійного апарату стратегічного розвитку підприємств та категорії «механізм» стосовно забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств дано його авторське визначення, яке враховує специфіку утримання автомобільних доріг.

Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств – це сукупність принципів, моделей, інструментів, економічних важелів, методів організації виконання робіт та послуг при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг на основі здійснення довгострокових контрактів з метою забезпечення досягнення стратегічних цілей: допустимої швидкості, високого рівня безпеки, економічності та комфорту руху при мінімізації шкідливого впливу дороги на навколишнє середовище і утворення конкурентних переваг ДЕП на ринку дорожніх послуг.

2. Аналіз основних положень сучасної теорії контрактів, сутності та світового досвіду реалізації довгострокових контрактів на утримання автомобільних доріг за принципом забезпечення їх експлуатаційних якостей дозволив визначити головні особливості довгострокових контрактів порівняно з традиційними однорічними договорами, предметом яких є обсяги робіт, що надаються і контролюються замовником, тоді як предметом довгострокових контрактів є експлуатаційні показники якості доріг, які контролює замовник, не втручаючись в діяльність ДЕП. Це стимулює ДЕП зменшувати витрати при постійній щомісячній оплаті на підтримку експлуатаційних показників якості, що

створює можливості для стратегічного розвитку ДЕП.

3. Встановлено, що основною причиною незадовільного стану автомобільних доріг України є недостатній рівень фінансування ремонтів та утримання доріг, значно менший від мінімальних потреб, в той час коли розвиток мережі доріг та поліпшення її транспортно-експлуатаційного стану є необхідною передумовою подальшого соціально-економічного розвитку держави і суспільства.

4. На основі системного аналізу умов і факторів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, підпорядкованих меті і завданням Національної транспортної стратегії, цілям і задачам розвитку дорожнього господарства, з'ясовані відповідні мета, цілі та завдання ДЕП в системі дорожньої інфраструктури автомобільного транспорту. Глобальні інтереси цієї системи представляє замовник, який впливає на діяльність ДЕП через довгострокові контракти. Критерієм оптимальності означеної системи є суспільний добробут, який включає суспільні вигоди і враховує прибуток ДЕП. Виходячи з неможливості кількісної оцінки впливу більшості дефектів елементів доріг на суспільні вигоди, запропонований підхід забезпечення заданого експлуатаційного рівня утримання, підтримка якого гарантує отримання необхідного рівня суспільних вигод.

5. Для розв'язання задачі стратегічного розвитку ДЕП на основі механізму його забезпечення запропонований концептуальний підхід, у якому основна увага автора дисертації зосереджена на інструментах і засобах механізму, необхідних для обґрунтування раціональних економічних рішень з управління стратегічним розвитком ДЕП. Запропонована імітаційна модель стохастичного процесу утримання автомобільних доріг, для чого здійснений змістовний її опис з частковою формалізацією складових імітаційної моделі, достатніх для подальшої алгоритмізації і розробки комп'ютерної програми. Вхідними параметрами імітаційної моделі є головні параметри довгострокового контракту: протяжність ділянок доріг, що є об'єктами контракту; тривалість контракту; розмір щомісячної оплати ДЕП за виконання робіт та надання послугу утримання доріг; вартість одного штрафного балу, які нараховуються за несвоєчасне усунення дефектів;

специфікація експлуатаційних рівнів обслуговування; рівень вимог до експлуатаційного стану ділянок доріг; контрактний рівень утримання. Випадкові величини моделюються за трикутними законами розподілу, параметри яких встановлюються експертним методом, через повну відсутність статистичних спостережень. Виходом імітаційної моделі є оцінки ймовірнісних розподілів випадкових величин вартості робіт та послуг, сум утримань з оплати ДЕП (штрафів), збитку або прибутку, динаміка цих величин у контрактному періоді та динаміка показника рівня утримання, а також похідні від них показники.

6. На основі змістовного опису та алгоритмізації імітаційної моделі створений діючий прототип комп'ютерної програми імітаційної моделі процесу утримання автомобільних доріг, реалізований в Excel Microsoft Office з використанням Visual Basic for Application. Відсутність можливості емпіричного обґрунтування адекватності імітаційної моделі спричинила обґрунтування достовірності моделі з позицій раціоналізму та абсолютного прагматизму. Виконане тестування комп'ютерної програми дозволило визначити мінімальну достатню кількість 1000 прогонів імітаційної моделі для розрахунку значень шуканих економічних показників.

7. Розроблені методичні положення і практичні рекомендації щодо порядку використання імітаційної моделі для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП, які включають п'ять послідовних етапів, ітеративне застосування яких дозволяє виконати необхідні комп'ютерні експерименти для визначення ціни, тривалості, комплексності, кількості і довжини ділянок доріг контракту з оцінюванням економічних ризиків контракту. Комп'ютерні експерименти дають можливість кількісної оцінки здійсненності та економічної привабливості довгострокового контракту для оцінювання засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП. На прикладі ділянки дороги Р-15 виконане і продемонстроване застосування методичних положень для порівняння двох стратегій утримання автомобільної дороги: стратегії підтримки (корективної) і стратегії випередження (превентивної). Порівняння результатів імітаційного моделювання стратегій дозволяє стверджувати про безумовну перевагу

превентивної стратегії. Розрахункова економічна ефективність корективної стратегії склала 3,1 %, а превентивної стратегії – 27,8 % (в іншому прикладі 17 %). Встановлено, що отриманий розрахунковий економічний ефект є завжди суто індивідуальним і відображує творчий підхід експерта та його схильність до ризику або неприйняття ризику.

8. Обґрунтовані джерела економічної ефективності засобів забезпечення стратегічного розвитку ДЕП: впровадження інноваційних технологій (превентивної стратегії утримання автомобільних доріг, застосування матеріалів і конструкцій з більш тривалим гарантійним строком служби тощо); підвищення виробничої потужності ДЕП і зменшення таким чином параметру максимального значення у трикутному законі розподілу коефіцієнту випередження / затримки тривалості усунення дефектів. Обидва джерела, перш за все, зменшують кількість штрафних балів, отже сум утримань із щомісячної оплати ДЕП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверина И. С. Эволюция и классификация феномена «хозяйственный механизм»ю. *Вестн. Волгогр. гос. ун-та*. Сер. 3. Экон. Экол. 2012. № 2 (21). С. 12–16. URL: https://ges.jvolsu.com/index.php/ru/component/attachments/download/82. (дата звернення: 12.03.2020).

2. Акофф Р. Л. Системы, организации и междисциплинарные исследования. *Системные исследования* : ежегодник. М., 1969. С. 143–164.

3. Андрющенко К. А. Формування стратегічних альтернатив підприємством для збільшення частки ринку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 17. С. 33–37. Фахове видання (Міжнародні наукометричні бази: (IndexCopernicus, SIS, Google Scholar)).

4. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. СПб. : ПИТЕР, 1999. 325 с.

5. Антонюк Л. Методика оцінки вартості життя жителя України та загального економічного збитку від ДТП. Презентація проекту. *Umbrella Research*. К., 2016. 20 с. URL: http://trafficchallenge.com.ua/wp-content/uploads/2016/10/Umbrella_presentation_cost-of-road-craches_25.10.16.pdf (дата звернення 21.03.2020).

6. Артамонов А. А. Функции управления рисками в процессе реализации инвестиционных строительных проектов: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (строительство) / Артамонов Алексей Александрович. Санкт-Петербург, 2003. 124 с.

7. Афанасьев Н. В., Рогожин В. Д., Рудыка В. И. Управление развитием предприятия : монография. Х. : ИНЖЭК, 2002. 184 с.

8. Базилюк А. В., Жулин О. В. Інклюзивне зростання як основа соціально-економічного розвитку. *Економіка та управління на транспорті*. 2015. Вип. 1. С. 19–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eut_2015_1_5.

9. Баланович А. М. Обґрунтування стратегій розвитку промислового підприємства на основі ринкових тенденцій: дис. … канд. екон. наук: 08.00.04.

Х. : ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2018.

10. Безуглий А. О., Печончик Т. І., Мудриченко Н. С., Маковська Ю. А. Механізм оцінки ефективності енергосервісу в дорожньому господарстві. *Економіка. Менеджмент. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність ISSN 2524-0994. Dorogi i mosti*. 2018 (18).

11. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Статистика, 1980. 263 с., ил. (Матем. статистика для экономистов).

12. Бобровська О. Ю. Механізм системного управління процесами розвитку територій регіонів: концептуалізація конструювання і побудови. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2017. Вип. 2 (33). URL: http://www.dridu.dp.ua/vidavnictvo/2017/2017_02(33)/9.pdf. (дата звернення: 09.03.2020).

13. Богданофф Дж., Козин Ф. Вероятностные модели накопления повреждений / пер. с англ. М. : Мир, 1989. 344 с.

14. Богомолова Н. І. Розвиток підприємств транспортного будівництва: фінансово-економічні засади. *Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Економіка і управління»*. 2018. № 42 (2). С. 134–142.

15. Боднар Л. П. Удосконалення проектування ремонтів при експлуатації автодорожніх мостів: дис. … канд. техн. наук: 05.22.11. К. : НТУ, 2019.

16. Бондар Н. М. Управління розвитком транспортної інфраструктури України на засадах державно-приватного партнерства: дис. … докт. екон. наук: 08.00.03. К. : НТУ, 2015. 484 с.

17. Босенко В. А. Всеобщая теория развития. К. : Екс Об, 2001. 311 с.

18. Боярська М. О. Аналіз стратегії розвитку підприємства. *Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського. Глобальні та національні проблеми економіки*. Випуск 5. 2015. С. 306–310.

19. Бремзен А., Гуриев С. Конспекты лекций по теории контрактов. URL: https://www.nes.ru/dataupload/files/programs/econ/preprints/2005/GurievBremzen.pdf (дата звернення 18.01.2020).

20. Воробьев В. А., Майборода Т. Л. Теория контрактов: Поиск оптимальной мотивационной модели в исследованиях Харта и Хольмстрема. *Belarusian Economic Journal*. 2016. No 4. P. 99–112. URL: http://bseu.by/ket/Vorobiev-Maiboroda.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

21. Гальченко С. Рецепт идеальной дороги. Как на Львовщине создали идеальные 200 км покрытия на международной трассе. URL: https://tsn.ua/ru/ukrayina/recept-idealnoy-dorogi-kak-na-lvovschine-sozdali-idealnye-200-km-pokrytiya-na-mezhdunarodnoy-trasse-863340.html. (дата звернення 04.11.2016).

22. Гаманюк О., Затворницька О. Як підвищити ефективність витрат на утримання доріг? Уроки зі Словаччини. Аналітична записка. *Центр економічної стратегії*. 2019. 34 с. URL: https://ces.org.ua/wp-content/uploads/2019/08/Road_expenditures.pdf. (дата звернення 06.08.2020).

23. ГБН Г.1-218-182:2011: Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. Київ : Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. URL: https://dbn.at.ua/_ld/10/1034__.1-218-182-201.pdf. (дата звернення 14.07.2019).

24. Гордєєв О. Концептуальні підходи до сутності інституційного механізму. *Публічне управління*. 2012. С. 36–42. URL: http: //www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/putp/2012-3/doc/1/07.pdf. (дата звернення: 12.03.2020).

25. Горохов А. А. Эволюция теоретических исследований понятия «механизм» в экономической науке. *Известия УрГЭО*. 3 (35) 2011. С. 32–37. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-teoreticheskih-issledovaniy-ponyatiya-mehanizm-v-ekonomicheskoy-nauke/viewer (дата звернення: 12.03.2020).

26. Гречан А. П. Особливості формування інноваційної стратегії транспортних підприємств. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. № 3. С. 111–118.

27. Гриньов А. В. Інноваційний розвиток промислових підприємств: концепція, методологія, стратегічне управління. Харків : ІНЖЕК, 2003. 308 с.

28. Гудзь О. І. Стратегія розвитку підприємства: сутність та класифікація.

Е*кономіка і суспільство*. Вип. 18. 2018. Мукачівський державний університет. С. 346–352.

29. Даценко В. М., Маковська Ю. А., Соколова Н. М. Механізм забезпечення якості в довгострокових договорах з експлуатаційного утримання доріг. *Ефективна економіка*. 2020. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7991.

30. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги Частина І. Проектування.

31. Джаман М. О. Теорія економіки регіонів : навч. Посібник. К. : ЦУЛ, 2014. 384 с. URL: https://pidru4niki.com/1597012262964/rps/sutnist_ponyattya_ekonomichnogo_prostoru_yogo_rol_formuvanni_regionalnih_sotsialno-ekonomichnih. (дата звернення: 30.01.2021).

32. Дойль П. Менеджмент: стратегия и тактика. СПб. : Питер, 1999. 560 с.

33. ДСТУ 3587:20ХХ. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану. (Проект, друга редакція), 2019.

34. ДСТУ 3587-97. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану. Київ : Держстандарт України, 1997.

35. ДСТУ 8992:2020. Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування під час експлуатаційного утримання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.

36. ДСТУ 8993:2020. Автомобільні дороги. Рівні обслуговування під час експлуатаційного утримання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.

37. ДСТУ Б А.1.1-100:2013 Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. Київ : Мінрегіон України, 2014. 39 с.

38. ДСТУ ХХХХ:201Х: Автомобільні дороги. Види та переліки робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання (Проект, друга редакція). Київ : ДП «УкрНДНЦ».URL:https://ukravtodor.gov.ua/4489/standarty_ta_normy/proekt_dstu_avtomobilni_dorohy__vydy_ta_pereliky_robit_z_remontiv_ta_ekspluatatsiinoho_utrymannia/proekt_dstu_druha_redaktsiia.pdf. (дата звернення 14.07.2019).

39. ДСТУ-Н Б В.2.3-23. Настанова з оцінювання і прогнозування

технічного стану автодорожніх мостів. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2013. 23 с.

40. Дунда С. П. Теоретичні підходи до визначення поняття «розвиток підприємства». *Проблеми підвищення інфраструктури* : зб. наук. пр. 2011. Вип. 32. С. 70–75. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/5224. (дата звернення: 12.12.2020).

41. Дячек В. В., Гавкалова Н. Л. Концепція побудови механізму державно-приватного партнерства. *Інфраструктура ринку. Електронний науково-практичний журнал*. Випуск 41. 2020. URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2020/41_2020_ukr/41_2020.pdf. (дата звернення: 16.12.2020).

42. Економічна сутність розвитку підприємства / Л. С. Запасна. *Культура народов Причерноморья*. 2006. № 96. С. 33–37. Бібліогр.: 25 ...автор: Л. С. Запасна, 2006. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/36354/10-Zapasna.pdf. (дата звернення: 12.12.2020).

43. Економічний енциклопедичний словник : у 2 т. т. 1 / за ред. С. В. Мочерного. Львів : Світ, 2005. 616 с.

44. Єдині правила ремонту і утримання автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів, правила користування ними та охорони: постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1994 р. № 198. Редакція від 05.04.2017, підстава – 161-2017-п. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/198-94-%D0%BF. (дата звернення 14.07.2019).

45. Єрохін С. А. Структурна трансформація національної економіки (теоретико-методологічний аспект) : монографія. К. : Світ знань, 2002. 528 с.

46. Жулин О. В. Тарифікація послуг за проїзд платними дорогами України: дис. … канд. екон. наук: 08.00.04. К. : НТУ, 2015. 219 с.

47. Забродский В. А., Кизим Н. А. Развитие крупномасштабных экономико-производственных систем. Харьков : Бизнес Информ, 2000. 72 с.

48. Забродська Л. Д. Стратегічне управління: реалізація стратегії : Навч. посібник для студ. екон. спец. Харків : Консул, 2004. 208 с.

49. Закупівля робіт і Послуг за Контрактом на основі кінцевих результатів виконання робіт на наступній дорозі: М06 Київ - Чоп Контракт 2 км 434 + 230 - км 702 + 424 Частина 2а: Специфікації по Роботам і Послуг на основі кінцевих результатів / Державна Служба автомобільних доріг України «Укравтодор», Київ : 2011.

50. Зборовська О. М. Економічний механізм управління розвитком промислового підприємства. *Інвестиції: практика та досвід*. № 2. 2010. С. 24–27. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/2_2010/7.pdf. (дата звернення: 12.03.2020).

51. Золотых И. Б. Экономический механизм: суть и системное представление в аграрном секторе. *Економіка і суспільство*. Вип. № 13. 2017. Мукачівський державний університет. С. 198–201. URL: http://www.economyandsociety.in.ua/journal/13_ukr/33.pdf. (дата звернення: 12.03.2020).

52. Зубков С. О. Концептуальна модель організаційно-економічного механізму мобілізації ресурсного потенціалу підприємства торгівлі. *Інноваційна економіка*. 3–4’ 2020 [83] Науково-виробничий журнал. С. 59–64. DOI: 10.37332/2309-1533.2020.3-4.8

53. Измалков С., Сонин К., Юдкевич М. Теория экономических механизмов (Нобелевская премия по экономике 2007 г.). *Вопросы экономики*. 2008. № 1. С. 4–26. URL: https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/k4dyyzd3kr/direct/61381274. (дата звернення: 12.03.2020).

54. Измалков С., Сонин К. Основы теории контрактов (Нобелевская премия по экономике 2016 года). *Вопросы экономики*. 2017. № 1. С. 5–21. URL: https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/32vkmrk8ec/direct/201428392 (дата звернення 20.07.2019).

55. Ігнатюк В. В. Управління програмами ремонтів дорожнього одягу автомобільних доріг: дис. … канд. техн. наук: 05.13.22. К. : НТУ, 2015.

56. ІН В.3.1-218-336:2010 Інструкція по визначенню рівнів експлуатаційного стану автомобільних доріг державного значення та їх елементів / Т. Журавська, О. Канін (науковий керівник), Ю. Леонтьєв, М. Лихоступ,

А. Харченко // Національний транспортний університет. К. : 2010. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=25612. (дата звернення 22.03.2020).

57. Інтернет ресурс. URL: http://www.adu.com.ua/sites/default/files/ vidkryti_dani/struktura_vlasnosti_2019.pdf. (дата звернення: 20.12.2020).

58. Канін О. П., Харченко А. М., Соколова Н. М., Шпиг А. Ю. База даних рівнів обслуговування в управлінні довгостроковими контрактами на основі кінцевих показників якості доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник.* К. : НТУ, 2015. Вип. 94. С. 124–134.

59. Канін О. П. Інформаційно-аналітична система управління довгостроковими контрактами на основі рівнів обслуговування доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник.* К. : НТУ, 2015. Вип. 94. С. 112–123.

60. Канін О. П. Інформаційно-аналітична система управління довгостроковими контрактами на основі рівнів обслуговування доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник*. К. : НТУ, 2016. Вип. 95.

61. Карлоф Б. Деловая стратегия : монография / пер. с англ. О. Д. Горина; науч. ред. и авт. предисл. В. А. Приписнов. М. : Экономика, 1991. 240 с.

62. Карпенко О. О., Бабина О. Є., Боняр С.¸М., Горбань А. В., Семенчук Т. Б. Потенціал транспортних підприємств: сутність, чинники формування та перспективи розвитку : Монографія. К. : ДУІТ, 2019. 111 с.

63. Касьянова Н. В. Управління розвитком підприємства на основі кумулятивного підходу: концепція, моделі та методи : Монографія. Донецьк : 2011. 375 с.

64. Кифяк В. Теоретичні основи визначення категорії «розвиток підприємства». *Економічний аналіз*. Вип. 8. Ч. 2. Тернопіль, 2011. С. 190–194.

65. Кищак І., Слюсаренко А. Теоретико-методологічні підходи до формування організаційно-економічного механізму управління підприємством.

Науковий вісник МНУ імені В.О. Сухомлинського. Економічні науки. № 1 (12) червень 2019. С. 49–56. DOI: 10.33310/2521-120X-2019-12-1-49-56.

66. Концепція реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування // Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 серпня 2008 р. № 1096-р. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/imported_content/npa/153288008/153288008.doc. (дата звернення 15.07.2019).

67. Концепція реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 серпня 2011 р. № 739-р.). *Офіційний вісник України.* 12.08.2011. 2011 р., № 59, стор. 195, стаття 2378, код акта 57895/2011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/739-2011-%D1%80/print. (дата звернення 15.07.2019).

68. Концепція реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р). *Офіційний вісник України.* 22.05.2015.2015 р., № 38, стор. 224, стаття 1150, код акта 76784/2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/432-2015-%D1%80 (дата звернення 15.07.2019).

69. Кузьминов Я. И., Бендукидзе К. А., Юдкевич М. М. Курс институциональной экономики: институты, сети, трансакционные издержки, контракты : Учебник для студентов вузов. М. : Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2006. 442 с.

70. Куккушкін О. М. Сутність поняття «стратегія розвитку підприємства». *Економіка, планування і управління в лісовиробничому комплексі. Науковий вісник*. 2005. Вип. 15.2. С. 220–227. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sutnist-ponyattya-strategiya-rozvitku-pidpriemstva. (дата звернення: 12.12.2020).

71. Кульман А. Экономические механизмы / Пер. с фр. общ. ред. Н. И. Хрусталевой. М. : А/О Издательская группа «Прогресс», «Универс», 1993. 192 с. URL: https://www.studmed.ru/kulman-a-ekonomicheskie-mehanizmy_4a1c9cd.html. (дата звернення: 12.03.2020).

72. Кучерук Г. Ю. Якість транспортних послуг:управління, розвиток та ефективність : монографія. Київ : ДЕТУТ, 2011. 208 с.

73. Лекция № 6: Теория контрактов. *Высшая школа экономики*. URL: https://www.hse.ru/data/2011/09/20/1267450850/Lecture6.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

74. Лекция: Теория контрактов. *Высшая школа экономики*. URL: https://www.hse.ru/data/2013/02/13/1308603640/Lecture12.02.13(1).pdf (дата звернення 11.01.2020).

75. Літвінов О. С., Капталан С. М. Сутність та види механізмів в економіці. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. Випуск 6 (11). 2017. С. 146–149. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/11_2017/30.pdf. (дата звернення: 30.01.2021).

76. Логістична регресія // Матеріал з Вікіпедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F. (дата звернення 01.02.2020).

77. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процес сов : Учебное пособие для слушателей программы eMBI. Академия ФйТи. М., 2005. 164 с. http://simulation.su/uploads/files/default/2005-uch-posob-lychkina-1.pdf (дата звернення 12.08.2020).

78. М 218-02070915-669:2010 Методика управління системою виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання доріг державного значення / Т. Журавська, О. Канін (науковий керівник), Ю. Леонтьєв, М. Лихоступ, А. Харченко // Національний транспортний університет. К., 2010. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25618. (дата звернення 22.03.2020).

79. Макарова Л. И. Институциональная экономика : Учебное пособие. Челяб. гос. ун-т. Челябинск, 2012. URL: https://studfile.net/preview/5784748/ (дата звернення 11.01.2020).

80. Маковська Ю. А. Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8362.

81. Маковська Ю. А. Концесійні договори, майбутнє для будівництва автомобільних доріг України. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. Київ. 2012. Вип. 11. С. 123–127 с.

82. Маковська Ю. А. Модель визначення ціни довгострокового контракту на поточний ремонт та утримання автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2018. № 1 (253). С. 30–32.

83. Маковська Ю. А. Рівні обслуговування в довгострокових контрактах на поточний дрібний ремонт та утримання автомобільних доріг. *Автошляхових України.* 2017. № 3 (251). С. 39–44.

84. Мала Н. Т., Грабельська О. В. Економічний розвиток підприємства: планування та моделювання. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 739 : Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. С. 22–28. URL: http://ena.lp.edu.ua:8080/ handle/ntb/17259. (дата звернення: 12.12.2020).

85. Масленніков Є. І. Концептуальна модель механізму забезпечення економічної безпеки та конкурентоспроможності підприємств харчової промисловості. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. Том 20. Вип. 3 (46). С. 393–404. DOI: 10.18524/2413-9998/2020.3(46).214994.

86. Матриця Гессе / Матеріал з Вікіпедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%93%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B5. (дата звернення 30.01.2020).

87. Мельник Л. Г. Основи стійкого розвитку : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2005. 654 с.

88. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента / Пер. с англ. М. : Дело, 1998. 704 с.

89. Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М. :

Дело, 1994. 680 с.

90. Методика визначення обсягу фінансування будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг, затверджена спільним наказом Мінінфраструктури та Мінфіну від 21.09.2012 No 573/1019 (із змінами), зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 16.10.2012 за № 1734/22046.

91. Методика з визначення соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод. М 03450778-ххх:20хх. (проект, перша редакція). *Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»*, К., 2019. 20 с. URL: http://dorndi.org.ua/files/upload/%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%94%D0%A2%D0%9F.pdf. (дата звернення 21.03.2020).

92. Мицель А. А., Грибанова Е. Б. Имитационное моделирование экономических процессов в EXCEL. Томск : Изд-во ТГУ, 2016. 115 с. URL: : http://tic.tsu.ru/apache22/data/www/uploads/МИМЭП_лаб_практикум в Excel.pdf.

93. Мочерний С. В. Методологія економічного дослідження. Львів : Світ, 2001. 416 с.

94. МР В.3.2-02070915-844:2014 Методичні рекомендації з управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування / О. Канін, Н. Соколова, А. Харченко, А. Шпиг, Ю. Маковська, Н. Шкарівська // Національний транспортний університет. Київ, 2014. 55 с.

95. МР Г.1-03450778-852:2015 Методичні рекомендації щодо встановлення пріоритетів та розподілу фінансових ресурсів за видами робіт з поточного дрібного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування. К., 2015.

96. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений. М. : Финстатинформ, 2000. 474 с.

97. Новікова А. М., Редзюк А. М., Клименко О. А., Агеєв В. Б. Щодо

Концепції Національної транспортної моделі України. *Автошляховик України*. № 1–2, 2017. С. 4–10.

98. Новий тлумачний словник української мови : в 4 т. / укл. В. В. Яременко, О. М. Сліпушко. К. : Аконіт, 2001. 911с.

99. П Г.1-218-118:2005: Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/dokumenty-ukravtodor/pravyla_1094/218-118-2005+46193-detail.html. (дата звернення 14.07.2019).

100. Паращенко Л. І. Теорія і технології формування моделі системи економічних механізмів управління загальною середньою освітою : Посібник. К., 2014. 197 с. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/77241767.pdf. (дата звернення: 09.03.2020).

101. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України. Київ, Харків, 2009. URL: https://ukryama.com/files/P-G.1-218-113-2009.pdf. (дата звернення 14.07.2019).

102. Пепеляев В. А., Чёрный Ю. М. (Киев). О современных подходах к оценке достоверности имитационных моделей. URL: http://www.gpss.ru/immod%2703/028.html. (дата звернення: 14.02.2021).

103. Пілотний проект: трасу Київ-Чоп передали іноземному виконавецю URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2114479-pilotnij-proekt-trasu-kiivcop-peredali-inozemnomu-pidradniku.html. (дата звернення 04.11.2016).

104. Пономаренко В. С., Тридід О. М., Кизим М. О. Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи : Монографія. Х. : Видавничий Дім «ІНЖЕК», 2003. 328 с.

105. Портер М. Конкуренция / пер. с англ. О. Л. Пелявского и др.; под ред. Я. В. Заблоцкого и др.; испр. изд. М. : Вильямс, 2006. 602 с.

106. Портер Майкл Е. Стратегія конкуренції / Пер. з англ. К. : Основи, 1997. 390 с.

107. Про автомобільний транспорт: Закон України від 05.04.2001 № 2344-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2001. 210т..105. Редакція від 04.11.2018,

підстава – 2581-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14. (дата звернення 14.07.2019).

108. Про автомобільні дороги: Закон України від 08.09.2005 № 2862-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2005. № 51. 211т..556. Редакція від 01.01.2019, підстава – 2621-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2862-15. (дата звернення 13.07.2019).

109. Про внесення змін до деяких законів України щодо реформування системи управління автомобільними дорогами загального користування: Закон України від 17.11.2016 № 1764-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 1. 211т. 6. Документ 1764-VIII, чинний, поточна редакція – Прийняття від 17.11.2016, Набрав чинності 01.01.2018 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1764-19. (дата звернення 16.07.2019).

110. Про внесення змін до Закону України «Про джерела фінансування дорожнього господарства України» щодо удосконалення механізму фінансування дорожньої галузі: Закон України від 17.11.2016 № 1762-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 1. 211т..4. Документ 1764-VIII, чинний, поточна редакція — Прийняття від 17.11.2016, Набрав чинності 01.01.2018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1762-19. (дата звернення 18.07.2019).

111. Про внесення змін до плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування та визнання таким, що втратило чинність, розпорядження Кабінету Міністрів України від 4 лютого 2009 р. № 125 (Розпорядження Кабінету Міністрів України від від 31 жовтня 2012 р. № 837-р). URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/imported_content/npa/245753626/245753626.doc. (дата звернення 15.07.2019).

112. Про джерела фінансування дорожнього господарства України: Закон України від 15.09.1991 № 1562-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 47. 211т..648. Редакція від 01.01.2019, підстава – 2621-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1562-12. (дата звернення 14.07.2019).

113. Про дорожній рух: Закон України від 30.05.1993 № 3353-XII.

Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1993. № 31. 212т..338. Редакція від 04.02.2019, підстава – 2478-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12. (дата звернення 13.07.2019).

114. Про затвердження Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018-2022 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 21 березня 2018 р. № 382. *Урядовий кур'єр*. 19.05.2018. № 94. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/382-2018-%D0%BF/print. (дата звернення 15.07.2019).

115. Про затвердження Порядку спрямування коштів державного дорожнього фонду: Постанова Кабінету Міністрів України від від 20 грудня 2017 р. № 1085-р. Редакція від 16.03.2019, підстава – 216-2019-п. *Офіційний вісник України*. 19.01.2018. № 6. С. 138. Ст. 249, код акта 88782/2018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1085-2017-%D0%BF/print. (дата звернення 18.07.2019).

116. Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг: Закон України від 14.12.1999 № 1286-XIV. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 3. 212т..21. Редакція від 25.03.2018, підстава – 2304-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1286-14. (дата звернення 14.07.2019).

117. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1997. № 24. 212т..170. Редакція від 01.05.2019, підстава – 2189-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80. (дата звернення 16.07.2019).

118. Про Правила дорожнього руху: постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306. Редакція від 01.05.2019, підстава – 46-2019-п. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF. (дата звернення 14.07.2019).

119. Про публічні закупівлі: Закон України від 25.12.2015 № 922-VIII. *Відомості Верховної Ради*. 2016. № 9. 212т..89. Редакція від 01.01.2019, підстава – 2629-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19. (дата звернення 14.07.2019).

120. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. *Урядовий кур'єр.* 27.06.2018. № 120.

121. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 51. 213т..446. Редакція від 16.07.2019, підстава – 2704-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80. (дата звернення 16.07.2019).

122. 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: звіт про НДР (заключ.) / Національний транспортний ун-т; кер. Канін О. П. ; виконав.: Маковська Ю. А., Соколова Н. М. [та ін.]. Київ, 2019. 167 с. № ДР 0117U005111.

123. Раєвнєва О. В. Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі : Монографія. Х. : ВД «ІНЖЕК», 2006. 496 с.

124. Розвиток підприємства: поняття та види / Ю. С. Погорєлов. *Культура народов Причерноморья*. 2006. № 88. С. 75–81. Бібліогр.: 27. автор: Ю. С. Погорєлов, 2006.

125. Скоробогатов А. С. Лекции и задачи по теории контрактов : Учебное пособие. СПб. : Ютас, 2006. 175 с. URL: https://www.vopreco.ru/jour/article/view/1683?locale=ru_RU#.

126. Слепов В. А., Бурлачков В. К., Ордов К. В. О теории экономических механизмов. *Экономическая теория*. № 24 (456). 2011. С. 2–8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-teorii-ekonomicheskih-mehanizmov. (дата звернення: 12.03.2020).

127. Соколова Н. М., Канін О. П., Харченко А. М. Моніторинг виконання довгострокових контрактів з утримання доріг. *Вісник Національного транспортного університету.* К. : НТУ, 2013. Вип. 28. С. 434–442.

128. Соколова Н. М., Канін О. П., Харченко А. М. Теоретичні аспекти довгострокових контрактів на основі кінцевих показників. *Управління проектами,*

системний аналіз і логістика : Науковий журнал. Вип. 11. К. : НТУ, 2013. С. 130–139.

129. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Аналіз світового досвіду державно-приватного партнерства та шляхи розвитку в Україні. *Вісник Національного транспортного університету.* Київ. 2012. Вип. 26. С. 510–515 с.

130. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Досвід антикризового управління в умовах державно-приватного партнерства. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. К., 2012. Вип. 10. С. 552–556 с.

131. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Імітаційна модель обґрунтування ціни довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг. *Ефективна економіка*. Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, № 6. 2016. URL: http://www.economy.nayka.com.ua.

132. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Обґрунтування рівнів обслуговування у довгострокових контрактах на утримання автомобільних доріг. *Ефективна економіка*. Дніпро. 2017. Вип. 12. URL: http://www.economy.nayka.com.ua.

133. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Підхід до імітації довгострокового контракту на утримання доріг. Systemy I rodki transport samochodowego, wybrane zagadnienia. Monografia nr 7, seria: Transport. Rzeszw, червень 2016. Польща. С. 419–428.

134. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Шкарівська Н. Ю. Державно-приватне партнерство як механізм залучення коштів на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 90. С. 154–162.

135. Соколова Н. М., Харченко К. Г., Маковська Ю. А. Використання концесійних угод на основі державно-приватного партнерства в дорожньому будівництві. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 89. С. 137–145.

136. СОУ 42.1-37641918-035:2018 Автомобільні дороги. Ресурсні

елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. *Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор)*, Київ. 2018. 390 с.

137. СОУ 42.1-37641918-071:2018 Автомобільні дороги. Ресурсні елементні кошторисні норми на роботи з експлуатаційного утримання. *Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор)*, Київ. 2018. 332 с.

138. СОУ 44.2-00018112-071:2011 Ресурсні елементні кошторисні норми на роботи з експлуатаційного утримання. Автомобільні дороги та мости.

139. СОУ 42.1-37641918-105:2013 Класифікація робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування.

140. Справочная энциклопедия дорожника. II том. Ремонт и содержание автомобильных дорог / А. П. Васильева, М., 2004. 1279 с. URL: http: //www.complexdoc.ru/ntdpdf/539298/spravochnaya_entsiklopediya_dorozhnika_tom_II_remont_i_soderzhanie_avtomobi.pdf. (дата звернення 14.07.2019).

141. Станкевич Н., Кюреши Н. и Кейроз Ц.. Содержание и улучшение дорожной инфраструктуры с помощью контрактов, основанных на показателях качества работ. *Транспортный бюллетень* TN-27. Вашингтон (США): Всемирный банк. Сентябрь, 2005. URL: http://www.amotia.org/sites/default/files/PDF/PBC-pres-impr-road-assets.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

142. Стратегія реформування та розвитку дорожньої галузі України / Міністерство інфраструктури України. 2015. URL: https://www.slideshare.net/Ministerstvo/ss-55540916 (дата звернення 15.07.2019).

143. Тироль Ж. Рынки и рыночная власть : Теория организации промышленности / Пер. с англ. СПб. : Экономическая школа, 1996. XLII+745 с. URL: http://www.library.fa.ru/files/Tirole_rus.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

144. Титикало В. С. Концептуальні основи формування організаційно-економічного механізму процесно-орієнтованого управління. *БІЗНЕСІНФОРМ*, № 10. 2020. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-10-361-369

145. Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратеги : Учебн. М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 576 с. URL: https://www.twirpx.com/file/87978/ (дата звернення:

12.12.2020).

146. Уильямсон О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация / Научн. ред. и вступительная статья В. С. Катькало; пер. с англ. Ю. Е. Благова, В. С. Катькало, Д. С. Славнова, Ю. В. Федотова, Н. Н. Цытович. СПб. : Лениздат; CEV Press, 1996, 702 с.

147. Управлінські інновації, як важіль забезпечення стратегічного розвитку / А. Беспалов, С. Горбаченко. *Науковий вісник [Одеського національного економічного університету]*. 2018. № 1. С. 59–70. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nv_2018_1_7. (дата звернення: 16.12.2020).

148. Федоренко В. Г. Основи менеджменту. URL: http://uchebnikirus.com/menedgment/osnovi_menedzhmentu_-_fedorenko_vg/osnovni_printsipi_menedzhmentu_sklad_zmist.htm (дата звернення: 30.01.2021).

149. Финансовые механизмы стратегического управления развитием предприятия / Ю. А. Путятин, А. И. Пушкарь, А. Н. Тридед. Харьков : Основа, 1999. 488 с.

150. Філософський словник : За ред. В. І. Шинкарука. 2-ге вид. К. : Голов. ред. УРЕ, 1986. 800 с.

151. Халай Т. О. Удосконалення управління проектами експлуатації автомобільних доріг: дис. канд. техн. наук: 05.13.22. К. : НТУ, 2006. 171 с.

152. Харт О. Неполные контракты и теория фирмы. Природа фирмы / Под ред. О. Уильямсона и С. Уинтера. М. : Дело, 2001. С. 206–236.

153. Харченко А. М., Канін О. П., Соколова Н. М. Еволюція розвитку та переваги застосування довгострокових контрактів, заснованих на кінцевих показниках, у дорожній галузі. *Вісник Національного транспортного університету.* К. : НТУ, 2013. Вип. 28. С. 496–504.

154. Харченко А. М., Канін О. П., Соколова Н. М. Система управління станом доріг за показником рівня обслуговування в довгострокових контрактах з поточного дрібного ремонту та утримання доріг. *Управління проектами, системний аналіз і логістика : Науковий журнал.* Вип. 12. К. : НТУ, 2013. С. 193–205.

155. Харченко А. М. Удосконалення методів проектування річної програми робіт дорожньо-ремонтних організацій: дис. канд. техн. наук: 05.13.22. / Національний транспортний університет. К., 2010. 183 с.

156. Цензурированная регрессия // Матеріал з Вікіпедії. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F. (дата звернення 01.02.2020).

157. Чаленко А. Ю. О понятийной неопределенности термина «механизм» в экономических исследованиях. *Экономика промышленности*. 2010. Т. 51. № 3. С. 26–33. URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/o_neopredelennosti_termina_mehanizm_v_ekonomicheskih_issledovaniyah/ (дата звернення: 12.03.2020).

158. Чандлер А. Д. Глава 2. Стратегия и структура корпорации – исторический аспект. URL: http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-1018-8/part.pdf. (дата звернення: 12.12.2020).

159. Чванов В. В. Исследования влияния расстояния видимости на дорожную аварийность. *Дороги и мосты*. 1 (21). 2009. С. 171–180. URL: http://www.rosdornii.ru/UserFiles/File/dim/21-1/14.pdf. (дата звернення 12.08.2016).

160. Черненький В. П. Економічний розвиток підприємства:сутність та види. *Формування ринкової економіки*. № 23. 2010. С. 116–126.

161. Шамрін Р. В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх вдосконалення. *Економіка та держава*. № 1. 2016. С. 35–39.

162. Швіндіна Г. О. Еволюція підходів до ідентифікації змісту стратегії. *Механізм регулювання економіки*. 2016. № 3. С. 66–77. URL: https://www.researchgate.net/publication/313847101_Evolucia_pidhodiv_do_identifikacii_zmistu_strategii_The_Evolution_of_the_Approaches_to_Identification_of_Strategy_Content. (дата звернення: 16.12.2020).

163. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М. : Мир, 1978. 418 с.

164. Шинкаренко В. Г., Бурмака М. М. Дослідження сутності поняття

«розвиток соціально-економічної системи». *Економіка транспортного комплексу*. 2013. Вип. 21. С. 73–86. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ektk_2013_21_9 (Дата звернення: 12.12.2020), http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=Шинкаренко%20В$.

165. Шинкаренко В. Г., Бурмака М. М. Галузеві особливості розвитку дорожнього господарства. *Економіка транспортного комплексу*. Вип. 18. 2011. С. 143–153.

166. Шпиг А. Ю. Методи планування ремонтів автомобільних доріг за критерієм рівня обслуговування: дис. канд. техн. наук: 05.22.11. К. : НТУ, 2015.

167. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития: исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры / пер. с нем. под ред. А. Г. Милейковского. М. : Прогресс, 1982. 456 с.

168. A review of contract maintenance for roads. XXI st World Road Congress, PIARC, Kuala Lumpur, Malaysia, 3–9 October 1999.

169. Akerlof G. A. The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *Quarterly Journal of Economics*. 1970. Vol. 84. pp. 488–500. URL: https://www2.bc.edu/thomas-chemmanur/phdfincorp/MF891%20papers/Ackerlof%201970.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

170. Alchian A., Demsetz H. 1972. Production, Information Costs and Economic Organization. *The American Economic Review*. Vol. 62/5, pp. 777–795. URL: https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA549_Fall%202010/Session%205/Alchian_Demsetz%20(1972).pdf. (дата звернення 11.01.2020).

171. Altamirano M.A. Innovative contracting practices in the roadsector Technische Universite it Delft, 2010 URL: https://www.researchgate.net/publication/241849393_Innovative_contracting_practices_in_the_road_s

ector_Cross-national_lessons_in_dealing_with_opportunistic_behaviour (дата звернення: 09.05.2019).

172. Anastasopoulos P., McCullouch B. G., Gkritza K., Mannering F., Sinha K. Cost Savings Analysis of Performance-Based Contracts for Highway Maintenance Operations. *Journal of Infrastructure Systems*. January 2009. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000012. URL: https://www.researchgate.net/publication/245289767_A_Cost_Savings_Analysis_of_Performance-Based_Contracts_for_Highway_Maintenance_Operations. (дата звернення 30.01.2020).

173. Angjellari-dajc F. Output performance, institutions and structural policy reforms for transition economie. Dissertation PhD, KANSAS STATE UNIVERSITY, Manhattan, Kansas, 2005. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/5164209.pdf (дата звернення: 09.05.2019).

174. Arrow K., Hahn F. General Competitive Analysis. North-Holland Amsterdam Newyork Oxford Tokyo, 1971. 466 p. URL: https://ru.b-ok2.org/dl/2516291/cc0502.

175. Baker M. Asset Preservation Plan for the District of Columbia National Highway System. November 5. 1999. 55 p. URL: http://www.zietlow.com/docs/washdcap.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

176. Bhattacherjee A. Social Science Research: Principles, Methods, and Practices. Textbooks Collection. 3. Second Edition. 2012. 159 p. URL: https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=oa_textbooks. (дата звернення 19.08.2019).

177. Bliemer M. C. J., Mulley K., Moutou C. J., Elgar E. Handbook on Transport and Urban Planning in the Developed World. 2016. 544 p. URL: http://www.amazon.com/Handbook-Transport-Urban-Planning-Developed/dp/

1783471387#reader_1783471387 (дата звернення 07.05.2016).

178. Bolton P. and Dewatripont M. Contract Theory. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2005. 737 p. URL: http://stennek.se/onewebmedia/BOLTON%202005%20,%20Contract%20Theory.pdf (дата звернення 07.05.2016).

179. Bull A., Zietlow G. Contratos de Conservación Vial por Niveles de Servicio ó por Estándares Experiencias de América Latina. 14th IRF ROAD WORLD CONGRESS PARIS, June 11 to 15, 2001. 13 p. URL: http://www.zietlow.com/docs/IRFCtNS.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

180. Burningham S. and Stankevich N. Why road maintenance is important and how to get it done. THE WORLD BANK, WASHINGTON, DC Transport Note No. TRN-4 June 2005. 10 p. URL: https://siteresources.worldbank.org/ INTTRANSPORT/ Resources/336291-1227561426235/5611053-1231943010251/TRN4_Road_ Maintenance.pdf.

181. Chapman C., Ward S. Project Risk Management. Processes, Techniques and Insights. Second edition; School of Management, University of Southampton, UK, John Wiley & Sons Ltd, 2003. 408 p.

182. Comparing PmBOk Guide 4th Edition, PmBOk Guide 5th Edition and ISO 21500 / STS Sauter Training & Simulation, 2013. 29 p. URL: http://www.sts.ch/ documents/english/Doc_7037E_Comparing_PMBOK_and_ISO_v1-1.pdf. (дата звернення 01.03.2020).

183. Contract Theory. URL: http://publications.ut-capitole.fr/16145/1/contract_ theory.pdf. (дата звернення 20.01.2020).

184. de la Garza, J. M., Pinero, J. C., and Ozbek, M. E. (2009). A framework for monitoring performance-based road maintenance. Proc., 45th Annual Int. Conf.,

Associated Schools of Construction, Gainesville, FL, 2009. pp. 433–441. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/ce06/d249fb619315fe34b922090276857b353d2b.pdf (дата звернення: 30.06.2019).

185. de la Garza, J. M., Triantis, K., and Fallah-Fini, S. Efficiency measurement of highway maintenance strategies using data envelopment analysis. Proc., 2009 NSF Engineering Research and Innovation Conf., Honolulu. 2009.

186. de la Garza, J., Piñero, J., and Ozbek, M. Sampling procedure for performance-based road maintenance evaluations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2044. 2008. pp. 11–18. URL: https://trid.trb.org/view/847850. (дата звернення 29.07.2019).

187. de la Garza, J., Piñero, J., Ozbek, M. Sampling procedure for performance-based road maintenance evaluations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2044. 2008. pp. 11–18. URL: https://journals. sagepub.com/doi/abs/10.3141/2044-02. (дата звернення: 30.06.2019).

188. Debela G. Y., Ghataora G., Burrow M. A Case Study on the Problems and Prospects of Output and Performance Based Road Contracting (OPRC) in Ethiopia. *International Journal of Construction Engineering and Management*, p-ISSN: 2326-1080 e-ISSN: 2326-1102, 2019; 8(1): 7-18, doi:10.5923/j.ijcem.20190801.02. (дата звернення 29.07.2019).

189. Effectiveness of Performance Based Pavement Marking Maintenance Contracts in Texas / Adam Pike, Praprut Songchitruksa, Srinivas Geedipally, Don Kang, Ivan Damnjanovic. Report No.FHWA/TX-14/0-6705-1, 2014. 166 p. URL: http://tti.tamu.edu/documents/0-6705-1.pdf. (дата звернення 29.07.2019).

190. Eisenhardt, K.M. (1989). Agency Theory: An Assessment and Review. *Academy of Management Review*. 14 (1). pp. 57–74. URL: http://www.ppge.ufrgs.br/

giacomo/arquivos/ecop26/eisenhardt-1989.pdf.

191. Ellevset O. Output- and Performance-based Road Contracts (OPRC) / Olav Ellevset, Senior Transport Specialist The World Bank. URL: http://www4. worldbank.org/afr/ssatp/Resources/HTML/Conferences/Bamako05/Final-Report/ Annex10-Presentations/02-Olav.pdf (дата звернення: 09.05.2019).

192. ESRI. (2004). “National bridge inventory data made GIS ready.” ArcNews, URL: http://www.esri.com/news/arcnews/spring04articles/national-bridge.htm. (дата звернення 29.07.2019).

193. Fallah-Fini S. Measuring the Efficiency of Highway Maintenance Operations: Environmental and Dynamic Considerations. Ph.D. Dissertation. 2010. 174 p. URL: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/77284/etd-12162010-163236_FallahFini_S_D_2010.pdf?sequence=1 (дата звернення 27.07.2019).

194. Fallah-Fini, S., Triantis, K., Rahmandad, H., de la Garza, J. M., and Seaver, W. L. (2011). Evaluating highway maintenance performance. Proc., 2011 NSF Engineering Research and Innovation Conf., Atlanta.

195. Fama, E. F. & Jensen, M. C. Separation of Ownership and Control. Michael C. Jensen, Foundations of organizational Strategy. Harvard University Press, and Journal of Law and Economics. Vol. 26. 1983. pp. 301–325. URL: https://are.berkeley.edu/~cmantinori/prclass/FamaJensen.pdf (дата звернення 11.01.2020).

196. Fellows, R. & Liu, A., 2008. Research Methods for Construction Third Edition. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, Ltd, UK. URL: http://linebook.us/go/read.php?id=B00E28ENW2. (дата звернення 19.08.2019).

197. Frost M. and Lithgow C. Improving Quality and Cutting Cost through

Performance Contracts – Australian Experience. Presented during the Road Management Training Seminar in Washington, DC, USA. 17–18 December 1996. URL: http://www.zietlow.com/docs/frost.htm. (дата звернення: 18.05.2019).

198. Gibbons R. Lecture Note 1: Agency Theory. URL: http://web.mit.edu/rgibbons/www/903%20LN%201%20S10.pdf (дата звернення: 09.09.2020).

199. Guajardo J.A. Impact of Performance-based Contracting on Product Reliability: An Empirical Analysis. URL^ https://sites.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=47689 (дата звернення: 09.09.2020).

200. Guide to Performance-Based Road Maintenance Contracts / 2018 Asian Development Bank. URL: https://www.carecprogram.org/uploads/Guide-Performance-Based-Road-Maintenance-Contracts.pdf. (дата звернення: 18.05.2019).

201. Gupta D., Vedantam A., Azadivar J. Optimal Contract Mechanism Design for Performance-Based Contracts. MN/RC 2011-18 Department of Mechanical Engineering Industrial and Systems Engineering Program University of Minnesota. 53 p. URL: https://www.lrrb.org/pdf/201118.pdf. (дата звернення: 18.05.2019).

202. Hanie Teki Tjendani, Nadjadji Anwar and I Putu Artama Wiguna. Two stage simulation to optimize risk sharing in performance-based contract on national road a system dynamic and game theory approach. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 13. No. 15, August 2018. pp. 4432–4439. URL: http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2018/jeas_0818_7221.pdf. (дата звернення 20.03.2020).

203. Hart O. Incomplete Contracts and Public Ownership: Remarks and an Application to Public-Private Partnerships. *The Economic Journal*. 113. 2003. pp. C69–

C76. URL: https://scholar.harvard.edu/files/hart/files/incompletecontractsandpublicownershipej.pdf (дата звернення 20.07.2019).

204. Hart O., Moore J. Property rights and the nature of the firm. *Journal of Political Economy*. 98(6). pp. 1119–1158. doi: 10.1086/261729. URL: https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3448675/Hart_PropertyRights.pdf?sequence=2. (дата звернення 30.01.2020).

205. Hoffman G. L., Bhajandas A., Mallela J. Issues and Practices in Performance-based Maintenance and Operations Contracting. *NCHRP Project* 20–24, 2010. 176 p. URL: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP20-24(61)_FR.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

206. Holmstrom B., Milgrom P. Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership and Job Design. *Journal of Law, Economics and Organization*. 7, 1991, pp. 24–52. URL: https://faculty.fuqua.duke.edu/~qc2/BA532/1991%20JLEO%20Holmstrom%20Milgrom.pdf (дата звернення 20.07.2019). http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KATAEV/academics/Tab1/MIM_P_Lab_Excel.pdf (дата звернення .03.2020). http://stennek.se/onewebmedia/BOLTON%202005%20,%20Contract%20Theory.pdf (дата звернення 20.07.2019), https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/6935/Alyami_Zaid.pdf;sequence=1 (дата звернення: 09.05.2019).

207. Hurwicz L. But who will guard the guardians? Nobel prize lecture. December 8. 2007, University of Minnesota, Department of Economics. URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.5440&rep=rep1&type=pdf (дата звернення: 12.03.2020).

208. Hurwicz L. The Design of Mechanisms for Resource Allocation. *The American Economic Review*. Vol. 63. No. 2, Papers and Proceedings of the Eighty-

fifth Annual Meeting of the American Economic Association. (May, 1973), pp. 1–30. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/a5d6/846b1f33a18142f0186729983ee7079f91f8.pdf?_ga=2.171434150.764647592.1583911880-1845376796.1583911880 (дата звернення: 11.03.2020).

209. Hyman W. NCHRP Program Report 511 Guide for Customer-Driven Benchmarking of Maintenance Activities. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2004. 276 p. URL: https://tmcpfs.ops.fhwa.dot.gov/cfprojects/uploaded_files/nchrp_rpt_511.pdf. (дата звернення: 23.06.2019).

210. Jensen M., Meckling W. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, October, 1976. V. 3. No. 4. pp. 305–360. URL: https://www2.bc.edu/thomas-chemmanur/phdfincorp/MF891%20papers/Jensen%20and%20Meckling%201976.pdf. (дата звернення 11.01.2020).

211. Kamalesh Panthi. A Methodological Framework for Modeling Pavement Maintenance Costs for Projects with Performance-based Contracts. Florida International University, 2009. 120 p. URL: http://digitalcommons.fiu.edu/etd/120. (дата звернення: 09.05.2019).

212. Laffont J.-J. The new economics of regulation ten years after. *Econometrica*. Vol. 62. No. 3 (May, 1994). pp. 507–537. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/THE-NEW-ECONOMICS-OF-REGULATION-TEN-YEARS-AFTER-Laffont/18ae77c52997d6c002595f62e314aeabd93d9b96?p2df (дата звернення 20.07.2019).

213. Laffont J.-J., Tirole J. A Theory of Incentives in Procurement and Regulation. MIT, Cambridge, London, Lecture Notes Text 14, 1993. 22 p. URL: https://tu-dresden.de/

die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/iad/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_wirtschaftswissenschaften/bwl/ee2/lehrstuhlseiten/ordner_lehre/ordner_ss_06/ordner_energiewirtschaft_4_ss_06/Lecture_Notes_Laffont_Tirole.pdf. (дата звернення 07.05.2016).

214. Long-term maintenance agreement pricing (MRO). URL: https://www.lokad.com/long-term-maintenance-agreement-pricing (дата звернення: 09.05.2020).

215. Lump sum contract. BusinessDictionary: веб-сайт. URL: https://filegi.com/business-term/lump-sum-contract/. (дата звернення 06.05.2019).

216. Makovska, J. (2020). Method of evaluation of road routine maintenance strategies. Economics, Finance and Management Review. (4), Tallinn, Estonia. Pp. 106–112. URL: https://doi.org/10.36690/2674-5208-2020-4-106.

217. Market Mechanism in Economics: Examples and Graphs. URL: http://www.economicsdiscussion.net/market/market-mechanism/market-mechanism-in-economics-examples-and-graphs/31427. (дата звернення: 09.03.2020).

218. Martimort, D. and Pouyet, J. (2008). Build It or Not: Normative and Positive Theories of Public-Private Partnerships. *International Journal of Industrial Organization*, 26, 393–411. URL: http://www.economia.uniroma2.it/public/files/eprocurement/ Martimort_Pouyet_-_Build_it_or_not.pdf (дата звернення 07.05.2016).

219. Martimort, D. And Pouyet, J.. Build It or Not: Normative and Positive Theories of Public-Private Partnerships 2006. 30 p. URL: https://www.parisschoolofeconomics.eu/IMG/pdf/Pouyet1.pdf. (дата звернення 07.05.2016).

220. Maskin E. Implementation and Strong Nash Equilibrium. In: Laffont JJ Aggregation and Revelation of Preferences. North Holland ; 1979. pp. 433–440. URL: https://scholar.harvard.edu/files/maskin/files/implementation_and_strong_nash_equilibrium.pdf. (дата звернення: 11.03.2020).

221. Maskin E. Mechanism design: how to implement social goals. Nobel prize lecture. December 8. 2007. School of Social Science, Institute for Advanced Study, Princeton. URL: https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/maskin_lecture.pdf (дата звернення: 12.03.2020).

222. Mechanisms in Science. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. First published Wed Nov 18, 2015. URL: https://plato.stanford.edu/entries/science-mechanisms/#ConMec. (дата звернення: 20.05.2019).

223. Mirrlees, James A., (1971). "An Exploration in the Theory of Optimal Income Taxation." *Review of Economic Studies* 38, 175–208. URL: https://econpapers.repec.org/article/ouprestud/v_3a38_3ay_3a1971_3ai_3a2_3ap_3a175-208..htm. (дата звернення 30.01.2020).

224. Munro L. A Principal-Agent Analysis of the Family: Implications for the Welfare State. *IPDM Discussion Paper Series*. Working Paper No. 58. University of Manchester. 1999. URL: https://ideas.repec.org/p/ags/idpmgd/30567.html#download. (дата звернення 11.01.2020).

225. Mutai H. K., Aila F. Effect of Performance Based Contracting on Performance of Road Agencies in Kenya. International Journal of Scientific Research and Innovative Technology Vol. 5. No. 10; December 2018. URL: http: //www.ijsrit.com/uploaded_all_files/2769971008_u1.pdf.

226. Myerson R. Optimal auction design. *Mathematics of Operations Research*. 1981. Vol. 6. No 1. pp. 58–73. URL: https://www.eecs.harvard.edu/~parkes/cs286r/spring07/papers/myerson.pdf. (дата звернення: 12.03.2020).

227. Myerson R. Optimal Coordination Mechanisms in Generalized Principal-Agent Problems. *Journal of Mathematical Economics*. Vol. 10. No. 1. 1982. pp. 67–81. URL: http://dx.doi.org/10.1016/0304-4068(82)90006-4. (дата звернення 11.01.2020).

228. Myerson R. Perspectives of mechanism design in economic theory. Nobel prize lecture. December 8. 2007. Department of Economics, University of Chicago. URL: https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/myerson_lecture.pdf. (дата звернення 12.03.2020).

229. Naoum, S., 2013. Dissertation Research & Writing for Construction Students Third Edition. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann. URL: http://preview.kingborn.net/393000/96498f03594a4a54b24eebef6bc5e210.pdf (дата звернення 19.08.2019).

230. Ozbek M. E., de la Garza J. M., Triantis K. Data Envelopment Analysis as a Decision-Making Tool for Transportation Professionals. *Journal of Transportation Engineering.* November 2009. pp. 822–831. URL: https://www.researchgate.net/profile/Konstantinos_Triantis/publication/228675209_Data_Envelopment_Analysis_as_a_Decision-Making_Tool_for_Transportation_Professionals/links/0a85e53171e1ca10c9000000/Data-Envelopment-Analysis-as-a-Decision-Making-Tool-for-Transportation-Professionals.pdf. (дата звернення 29.07.2019).

231. Ozbek, M. E. “Development of a comprehensive framework for the efficiency measurement of road maintenance strategies using data envelopment analysis.” *Ph.D. Dissertation*. 2007. 347 p. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Development-of-a-Comprehensive-Framework-for-the-of-Ozbek-Garza/06d88d23e8aac339288471e4c92ead72e30bae17 (дата звернення 27.07.2019).

232. Ozbek, M. E., & de la Garza, J. M. (2011). Comprehensive evaluation of Virginia Department of Transportation’s experience with its first performance-based road-maintenance contract. *Journal of Transportation Engineering*, 137 (12), pp. 845–854. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/b291/2c8b9a5d995c1bb491b4b51e2b938094a2be.pdf. (дата звернення: 06.05.2019).

233. Pakkala Pekka A. and others. International overview of innovative contracting practices for roads. Finland: Oy, February 19, 2007. URL: https: //julkaisut.vayla.fi/pdf/internoverview.pdf.

234. Performance-Based Contracting for Maintenance. A Synthesis of Highway Practice. NCHRP Synthesis 389. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2009. 117 p. URL: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_389.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

235. Pike A., Songchitruksa P., Geedipally S., Kang D., and Damnjanovic I. Evaluating the Effectiveness of Performance Based Pavement Marking Maintenance Contracts in Texas. Report No. FHWA/TX-14/0-6705-1. 2014. 166 p. URL: https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/0-6705-1.pdf. (дата звернення: 02.07.2019).

236. Piñero J. C. A Framework for Monitoring Performance-Based Road Maintenance. Dissertation PhD, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2003. URL: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/30010/JuanPinero_PhDDissertation.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (дата звернення: 18.05.2019).

237. Piñero, J. C., and Jesus, M. Issues Related to the Assessment of Performance-Based Road Maintenance Contracts. *Conference Proceeding Paper ASCE*. 2004. pp. 1–8. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/42e8/42a78ad21ebcf11db205b5a9bbeed24bb2b6.pdf. (дата звернення: 07.07.2019).

238. Principal–agent problem // From Wikipedia, the free encyclopedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Principal%E2%80%93agent_problem. (дата звернення 11.01.2020).

239. Procurement of Performance-Based Management and Maintenance of Roads (Output-based Service Contract). The World Bank Washington, D.C URL: http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/PROCUREMENT/0,,con

tentMDK:20646773~menuPK:84284~pagePK:84269~piPK:60001558~theSitePK:84266,00.html (дата звернення: 09.05.2020).

240. Putu Artama Wiguna, Nadjadji Anwar, and Hanie Teki Tjendani Developing the simulation model towards sustainability of implementing performance based contract. MATEC *Web of Conferences.* 276, 0 (2019). URL: https://doi.org/10.1051/matecconf/201927602025. (дата звернення 20.03.2020).

241. Queiroz C. Contractual Procedures to Involve the Private Sector in Road Maintenance and Rehabilitation. *Transport Sector Familiarization Program Washington, D.C.*, April 16–22, 1999. 18 p. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTROADSHIGHWAYS/Resources/338993-1122496826968/ts_499.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

242. Queiroz Cesar. Options for Implementing Performance-based Contracts / Cesar Queiroz. ECSIE, Washington, DC, March 7–11, 2005. URL: https://slideplayer.com/slide/5787050/ (дата звернення 09.01.2020).

243. Radović N., Mirković K., Šešlija M., Peško I. Output and Performance Based Road Maintenance Contracting – Case Study Serbia. *Tehnički vjesnik*. 21(3). pp. 681–688. URL: https://hrcak.srce.hr/file/182233. (дата звернення 20.08.2019).

244. Repair Priorities. Transportation spending strategies to save taxpayer dollars and improve roads . *Smart Growth America and Taxpayers for Common Sense* June 2011. 47 p. URL: https://www.smartgrowthamerica.org/app/legacy/ documents/repair-priorities.pdf.

245. SAMPLE BIDDING DOCUMENT. Procurement of Performance-Based Management and Maintenance of Roads (Output-based Service Contract) // The World Bank, Washington, D.C., February 2002 Revised January 2017. URL: https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/sample-bidding-document-request-bids-rfb-works-roads-output-and-performance-based-road-contracts-opbrc. (дата звернення: 05.07.2019)

246. Schliessler A. Output- and Performance-based Road Contracts (OPRC). Part 1 Concept and Rationale of OPRC's // WB Transport Forum 2007.

247. Scientifc Background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2016 OLIVER HART AND BENGT HOLMSTRÖM: CONTRACT THEORY. *The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel*. 2016. 49 p. URL: https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/advanced-economicsciences2016-1.pdf (дата звернення 20.01.2020).

248. Scientific background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2007. Mechanism Design Theory. Compiled by the Prize Committee of the Royal Swedish Academy of Sciences. URL: https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/advanced-economicsciences2007.pdf (дата звернення: 11.03.2020).

249. Segal, G. F., Moore, A. T., & McCarthy, S. Contracting for road and highway maintenance (No. 21), February 2003. URL: https://reason.org/wp-content/uploads/2003/03/344b410e2504a3e41d4f08174311e2b2.pdf. (дата звернення: 06.05.2019).

250. Shneiderman Ben. A short history of structured flowcharts (Nassi-Shneiderman Diagrams). Draft, May 27, 2003. URL: https://www.cs.umd.edu/hcil/members/bshneiderman/nsd/ (Last accessed: 20.05.2019).

251. Smith A. An inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. *MεταLibri*, digital edition, 2007. 754 p. URL: https://www.ibiblio.org/ml/libri/s/SmithA_WealthNations_p.pdf (дата звернення 18.01.2020).

252. Soliño A. S. Application of the Agency Theory for the Analysis of Performance Based Mechanisms in Road Management. 13th World Conference on Transport Research 15–18 july 2013 Rio de Janeiro, Brazil. 14 p. URL: https://journals.open.tudelft.nl/index.php/ejtir/article/view/3092. (дата звернення

20.07.2019).

253. Soliño A.S. Optimización de la transferencia de riesgos en los Contratos de Infraestructuras y Servicios Públicos. Hacienda Pública Española. *Review of Public Economics*, 201-(2/2012): 67-91 Universidad Politécnica de Madrid, Recibido: Julio, 2012. URL: https://www.ief.es/docs/destacados/publicaciones/revistas/hpe/201_Art3.pdf. (дата звернення 19.02.2020).

254. Soliño A.S. Optimizing performance-based mechanisms in road management: an agency theory approach. *European Journal of Transport & Infrastructure Research*. 2015. Vol. 15 Issue 4, pp. 465–481. URL: https://www.researchgate.net/publication/283130345_Optimizing_performance-based_mechanisms_in_road_management_An_agency_theory_approach (дата звернення 20.07.2019).

255. Soliño A.S., de Santos P.G. Niveles óptimos de calidad y costes de transacción en la contratación de servicios públicos. URL: http://oa.upm.es/32298/1/INVE_MEM_2013_177039.pdf. (дата звернення 20.07.2019).

256. Spence M. Job Market Signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87. No. 3. (Aug., 1973), pp. 355–374. URL: https://msu.edu/~conlinmi/teaching/EC860/signallingscreening/SpenceQJE1973.pdf. (дата звернення 30.01.2020).

257. STANDARD SPECIFICATIONS FOR ROAD AND BRIDGE WORKS. URL: file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Standard%20Specifications%20for%20Road%20and%20Bridge%20works%20-%202073.pdf (дата звернення: 10.12.2016).

258. Stankevich N., Qureshi N. and Queiroz C. Performance-based Contracting for Preservation and Improvement of Road Assets. *Transport Note*. No. TN-27, the World Bank, Washington, DC, September 2005 (updated August 2009). 11 p. URL: http://www.amotia.org/sites/default/files/PDF/PBC-pres-impr-road-assets.pdf. (дата звернення: 18.05.2019).

259. Sultana M., Rahman A., Chowdhury S. An Overview of Issues to Consider Before Introducing Performance-Based Road Maintenance Contracting. *World Academy of Science, Engineering and Technology.* 2012. 62 p. URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.308.7399&rep=rep1&type=pdf (дата звернення 09.01.2020).

260. Sultana M., Rahman A., Chowdhury S. Performance Based Maintenance of Road Infrastructure by Contracting—A Challenge for Developing Countries. *Journal of Service Science and Management*, 2012, 5, 118–123. URL: https://www.researchgate.net/publication/273745317_Performance_Based_Maintenance_of_Road_Infrastructure_by_Contracting-A_Challenge_for_Developing_Countries. (дата звернення 09.01.2020).

261. Talbot J. What's right with risk matrices? URL: https://www.juliantalbot.com/post/2018/07/31/whats-right-with-risk-matrices (дата звернення: 10.10.2017).

262. Tammeaid M. The use of principal-agent and incomplete contract approach in mitigating agency risks for mergers and acquisitions in the Baltic States. University of Tilburg, Tilburg, 2014. URL: http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=135877. (дата звернення 11.01.2020).

263. The Little Book of Highway Defects. A Guide to the identification of common problems / Oxfordshire County Counci, 2011. 142 p. URL: https://www.cycling-embassy.org.uk/sites/cycling-embassy.org.uk/files/documents/thelittlebookhighwaydefects.pdf. (дата звернення: 15.03.2020).

264. The Nobel Prize in Economics 2007: Background on Contributions to the Theory of Mechanism Design by Leonid Hurwicz, Eric Maskin, and Roger Myerson. URL: https://web.stanford.edu/~jacksonm/nobelbackground-2007.pdf. (дата звернення: 11.03.2020).

265. The Prize in Economic Sciences 2007. Information for the public. URL:

https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/popular-economicsciences2007.pdf. (дата звернення: 11.03.2020).

266. Trani R. The Public-Private Partnerships:a Theoretical Approach and the Case of the Water Sector. Universita' degli studi di Napoli "Federico II" Dipartimento di economia dottorato di ricerca in scienze economiche xx ciclo. 2008. 141 p. URL: (дата звернення 20.07.2019).

267. Triangular distribution. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Triangular_ distribution (Last accessed: 20.05.2019).

268. Unified Facilities Criteria (UFC) O&M: Paver Concrete Surfaced Airfields Pavement Condition Index (PCI). U.S. Army Corps of Engineers (Preparing Activity), NAVAL Facilities Engineering Command, Air Force Civil Engineer Support Agency, 2001, 100 pp. URL: https://chetaero.files.wordpress.com/2016/11/ufc_3-270-06.pdf (дата звернення: 18.03.2020).

269. Valente D. Enforcing Promises Consideration and Intention in the Law of Contract. URL: https://www.otago.ac.nz/law/research/journals/otago036314.pdf (дата звернення: 09.09.2020).

270. What Is Performance-Based Contracting?. URL: http://www.who.int/management/resources/finances/Section2-3.pdf (дата звернення: 09.09.2017).

271. Wirahadikusumah R., Susanti B., Coffey V., Adighibe C. Performance-based contracting for roads – experiences of Australia and Indonesia. *The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum* (EACEF-5), *Procedia Engineering.* 125 (2015) pp. 5–11. URL: https://www.researchgate.net/ publication/284559639_Performance-based_Contracting_for_Roads_-_Experiences_of_ Australia_and_Indonesia (дата звернення 29.07.2019).

272. Zaid Alyami. A Two-Phase Maintenance and Rehabilitation Framework for

Pavement Assets under Performance Based Contracts. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Applied Science in Civil Engineering. Waterloo, Ontario, Canada, 2012. 101 p.

273. Zhou X. Mechanism Design Theory: The Development in Economics and Management. *Open Journal of Business and Management*. 4. 345–348. URL: http://dx.doi.org/10.4236/ojbm.2016.42036. (дата звернення: 12.03.2020).

274. Zietlow G. Better Road Asset Management Through Performance-Based Maintenance (PBM) in Nepal. Department of Roads, Nepal Asian Development Bank (ADB) Kathmandu 22 to 23 August, 2016, 113 p. URL: http://performance-based-road-contracts.com/pres/Nepal.PBM.pdf. (Дата звернення: 30.06.2019).

275. Zietlow G. Contratación de la Conservación Vial por Niveles de Servicio Congreso Congreso regional de regional de fondos viales fondos viales, San Salvador, 23, San Salvador, 23–25 de Julio de 2003. URL: http://zietlow.com/PCRFV/ conservacion-ns.pdf. (дата звернення: 06.07.2019).

276. Zietlow G. Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts – The Latin American and OECD Experiences. Regional Seminar on Performance-Based Management and Maintenance Contracts. Arusha, Tanzania, February 28–29, 2008. pp. 1–15. URL: http://www.performance-based-road-contracts.com

277. Zietlow G. Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts – The Latin American and OECD Experiences // University of Birmingham (UK). Senior Road Executives Course 2011. Road Sector Reform. Birmingham, April 2005. URL: http://www.google.ru/ url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwic8e329fHKAhXDdp oKHSmHAskQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.zietlow.com%2Fdocs%2Fpbr mc-11.doc&usg=AFQjCNHW_xoTFrzD753Bq4l3GpRHeV_1gg&cad=rjt

278. Zietlow G. Implementing Performance-based Road Management and

Maintenance Contracts in Developing Countries – An Instrument of German Technical Cooperation // German Development Cooperation (GTZ), Eschborn, November 2004. 19 p. URL: http://zietlow.com/docs/pbmmc-gtz.pdf.

279. Zietlow G. Output and Performance-Based Road Contracts (OPRC). European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), London, United Kingdom, May 24, 2011. 97 p. URL: http://performance-based-road-contracts.com/pres/EBRD.OPRC.pptx. (дата звернення: 23.06.2019).

280. Zietlow G. Performance-Based Road Maintenance Contracts – Reference note. CAREC Transport Knowledge Series Draft as of March 2017. 76 p. URL: https://www.carecprogram.org/uploads/PBC-Reference-Note.pdf.

281. Zietlow G. Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts – Worldwide Experiences // International Seminar on Road Financing and Investment, Arusha, Tanzania, April 16–20, 2007. 76 p. URL: http://performance-based-road-contracts.com/pres/PBC%20Arusha.pdf. (дата звернення: 09.05.2019)

282. Zietlow G. Road Asset Management and Performance Based Contracts // Asian Development Bank (ADB), Manila, July 29th, 2015. 75 p. URL: http://performance-based-road-contracts.com/pres/ADB.PBC.pdf. (дата звернення: 09.05.2019).

ДОДАТОК А

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цій дисертаційній роботі вжито терміни, наведені у [108]: автомобільна дорога; у ДСТУ Б А.1.1-100: експлуатаційний стан автомобільної дороги, транспортно-експлуатаційний стан; у ДСТУ 8747: експлуатаційне утримання автомобільних доріг, капітальний ремонт, поточний ремонт, аварійні роботи; ДСТУ 2860: функція, справність, надійність, довговічність; ДСТУ-Н Б В.2.3-23: знос споруди; у ДСТУ-Н Б В.3.2-5: аварійні роботи, несприятливі погодні умови, несприятливі техніко-економічні умови. Нижче подано терміни, додатково вжиті в цій дисертаційній роботі, та визначення позначених ними понять:

Деградація – знос, втрата початкових механічних, фізико-хімічних і естетичних характеристик. Рівень деградації в функції часу може прогнозуватись відповідними моделями.

Дефект – невідповідність елементу дороги або його частини вимогам нормативної чи проектної документації, яка спричинена: руйнуванням (втратою суцільності, матеріалу); деформацією (зміною фактичних розмірів або форми); невідповідною якістю застосованих матеріалів та якістю усунення; впливом зовнішніх чинників, які унеможливлюють нормативне використання елементу (забруднення, сніг, зимова слизькість, вплив перешкод на видимість знаку тощо). Розрізняють кумулятивні тобто накопичувальні дефекти (вибоїна, тріщина тощо) або раптові дефекти (пошкодження огородження в результаті наїзду транспортного засобу, збиття знаку, падіння вантажу на проїзну частину тощо).

Експлуатаційний рівень обслуговування (ЕРО) – сукупність встановлених для кожного виду дефекту елементу дороги або його частини характеристик та параметрів (критеріїв): опису дефекту і параметрів рівня втручання, сезону року усунення, одиниці виміру, строку реагування.

Експлуатаційний рівень утримання (ЕРУ) – характеристика певного стану елементу, складової, ділянки дороги, сукупності ділянок дороги, мережі доріг, яку визначають своєчасністю, повнотою та якістю усунення дефектів.

Застосовують три нормативних рівні утримання: задовільний, середній, високий і один ненормативний – незадовільний.

Показник оцінки експлуатаційного рівня утримання доріг – частка дефектів в їх загальній кількості, що усунуті без перевищення встановлених у договорі строків реагування. Визначають у відсотках від загальної кількості дефектів, що включає також кількість дефектів, фактичний час усунення яких на кінець звітного періоду перевищив строк реагування за договором, та наявні дефекти, усунення яких ще не розпочате, а строк реагування за договором вже сплинув.

Рівень втручання граничний – граничні значення характеристик і параметрів (розмірів, форми, якості тощо) дефекту елементу дороги або його частини, при яких порушується відповідність елемента дороги визначеним нормативними документами або договором вимогам, що обумовлює необхідність обов’язкового усунення дефекту.

Специфікація експлуатаційних рівнів обслуговування – перелік рівнів обслуговування, які є обов’язковою складовою довгострокового договору про експлуатаційне утримання доріг.

Строк реагування за договором – заданий у рівні обслуговування за договором період часу (годин або діб) між моментом першого виявлення дефекту та моментом усунення дефекту, що не перевищує нормативний строк реагування.

Строк реагування нормативний – заданий чинними нормативними документами період часу (годин або діб) від моменту виявлення дефекту до моменту усунення дефекту.

Строк реагування фактичний – фактичний період часу від моменту виявлення дефекту (дата, година, хвилина) до моменту усунення дефекту (дата, година, хвилина), за вирахуванням з нього часу неможливості виконання робіт, що спричинена несприятливими погодними умовами та/або несприятливими техніко-економічними умовами.

Штрафні бали – бали, що нараховують за перевищення строку реагування за договором.

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

ФОРМА СПЕЦИФІКАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІВНІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Рівні обслуговування розміщуються в таблицях відповідних складовим доріг та видам діяльності (наприклад, зимове утримання) [1, 101].

Таблиця Б.1 – Пояснення до таблиць рівнів обслуговування

Ч.ч. колонки	Назва колонки	Опис
1	Код	Код у відповідній таблиці, який складається з номеру таблиці і відокремленого крапкою порядкового номера рівня обслуговування в межах таблиці
2	Рівень втручання	Характеристика кількісних та/або якісних параметрів дефекту, при яких дефект повинен бути обов'язково усунутий
3	Сезон року	Сезон року, у який застосовують даний рівень обслуговування (літній – Л, осінній – О, зимовий – З, весняний – В, рік – Р)
4	Одиниця виміру	Показує одиницю виміру часу
5 - 8	Рівень вимог: 1; 2; 3; 4 ---------- Строк реагування	Показує: назву рівня утримання та перелік рівнів вимог; час, протягом якого повинен бути усунутий даний дефект, діб або годин
9 - 12	Те саме	Те саме, при середньому рівні утримання
13 - 16	- » -	Те саме, при високому рівні утримання

ДОДАТОК В
(обов’язковий)

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ДЕП ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ JSIMULA

Запуск програми здійснюється завантаженням файлу JSimula.xlsm – файлу MS Excel з підтримкою макросів. Слід дозволити включення макросів.

Книга MS Excel проекту JSimula у базовому варіанті містить такі листи.

ЕРО – вихідна таблиця нормативних рівнів обслуговування ДСТУ 8993:2020 [36] (рис. В.1).

Експлуатаційні рівні обслуговування (ЕРО)

Код	Критерій рівня втручання з усунення дефекту	Сезон	Вимір часу	Рівень утримання											
				Задовільний				Середній				Високий			
				Рівень вимог				Рівень вимог				Рівень вимог			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
				Строк реагування				Строк реагування				Строк реагування			
т1	**Земляне полотно**														
т1п1	**Узбіччя неукріплені (без твердого покриття), розділювальні смуги**														
1т01	Руйнування ґрунтової поверхні узбіч, розділювальних смуг глибиною більше ніж 5 см	Р	діб	10	10	10	10	7	7	7	7	5	5	5	5
1т02	Розділювальні смуги і неукріплені частини узбіччя, невідокремлені від зупиночної (укріпленої) смуги бортовим каменем, не повинні бути нижчими за рівень прилеглої крайки проїзної частини більше ніж на 5,0 см	Р	діб	10	10	10	10	7	7	7	7	5	5	5	5
1т03	Підвищення розділювальних смуг або неукріпленої частини узбіччя над рівнем прилеглої крайки зупиночної (укріпленої) смуги в разі відсутності бортового каменю	В	діб	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Рисунок В.1 – Фрагмент специфікації ЕРО

Шаблон – лист таблиці що містить форму майбутньої робочої таблиці вихідних даних (рис. В.2).

Робоча таблиця вихідних даних

Параметри			
Рівень вимог		Рівень утримання	

Лист:

Код ЕРО	Критерій рівня втручання з усунення дефекту	Сезон	Вимір часу	Строк реагування за ДСТУ	Ризик перевищення строку реагування,%	Параметри закону розподілення коефіцієнту випередження/затримки			Штрафні бали за перевищення строку реагування
						a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b	
					#ДЕЛ/0!	0,30	0,70	1,15	1,00

а) ліва частина

Середня вартість усунення, грн	Параметри закону розподілення коефіцієнту здорожчення			Ризик перевищення вартості, %	Орієнтовнаа кількість за сезон	Параметри закону розподілення коефіцієнту до кількості випадків			Ризик перевищення кількості, %
	a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b			a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b	
100,00	0,95	1,00	1,05	50,00	0,00	0,60	0,90	3,00	#ДЕЛ/0!

б) центральна частина

Коефіцієнти зростання орієнтовної оцінки кількості випадків дефектів після капітальног або середнього ремонту через:						
1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років	7 років
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

в) права частина

Рисунок В.2 – Структура шаблону для наступого створення листів робочих таблиць вихідних даних (показано три частини шаблону)

В цій таблиці міститься лише один рядок, який у подальшому використовується для початкового ґрунтування рядків робочої таблиці вихідних даних.

Дороги – лист, на якому розміщуються значення *головних параметрів контракту*, дані про ділянки доріг і елементи управління (кнопки) для запуску процесів формування робочих листів та процесу імітації (рис. В.3).

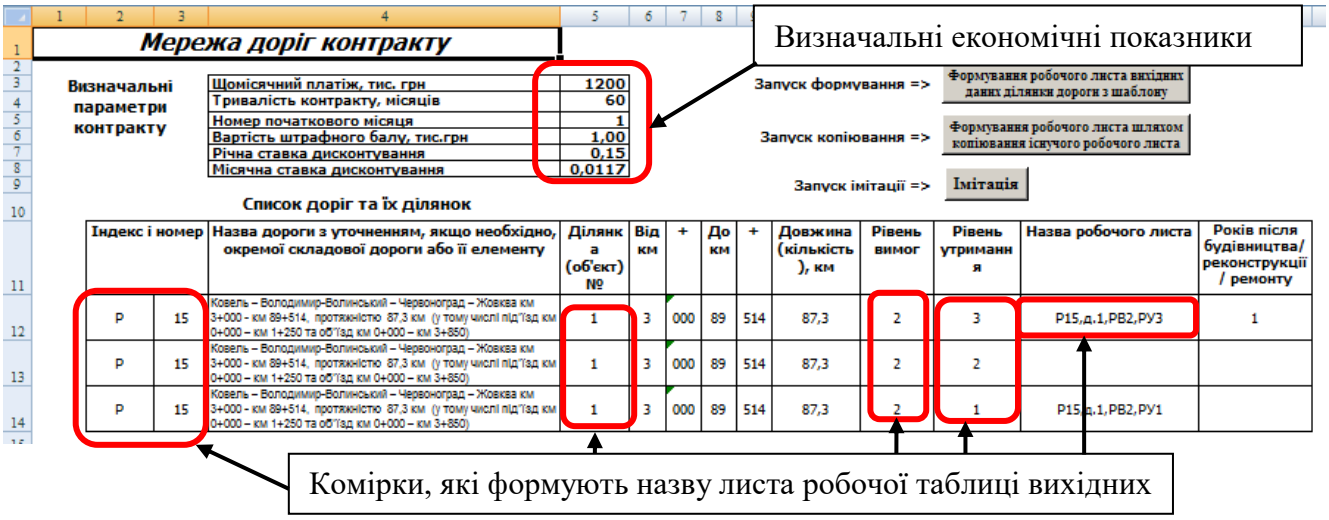


Рисунок В.3 – Лист «Дороги» після створення робочої таблиці

Для прикладу, далі розглядається ділянка дороги регіонального значення Р-15 «Ковель – Володимир-Волинський – Червоноград – Жовква км 3+000 - км 89+514, протяжністю 87,3 км (у тому числі під'їзд км 0+000 – км 1+250 та об'їзд км. 0+000 – км 3+850)».

У верхній таблиці міститься перелік визначальних економічних параметрів контракту, а саме:

– щомісячний платіж виконавцю за підтримку встановлених в контракті експлуатаційних показників ЕРУ, тис. грн.;

– тривалість дії контракту, місяців;

– номер початкового місяця першого року здійснення контракту;

– вартість штрафного балу, який нараховується за перевищення контрактного строку реагування на одиницю часу;

– річна ставка дисконтування, %. Автоматично розраховується місячна ставка дисконту.

На листі розміщені елементи управління (кнопки), призначені для запуску трьох режимів виконання програми:

– формування робочого листа вихідних даних ділянки дороги з шаблону;

– формування робочого листа шляхом копіювання існучого робочого листа;

– імітація.

Як видно, таблиця робочого листа книги Excel може бути сформована двома способами – з шаблону та шляхом копіювання вже створеного першим способом листа з можливістю його подальшого коригування з урахуванням відмінностей.

Другий спосіб полягає в тому, що джерелом для нового робочого листа є не шаблон, а вже у певній мірі проаналізований і відредагований робочий лист (рис. В.4, В.5).

Необхідність розробки другого способу формування робочого листа вихідних даних обґрунтовується тим, що він дозволяє зберегти попередні напрацювання щодо параметрів трикутних законів розподілення випадкових величин коефіцієнтів випередження / затримки контрактних строків реагування та коефіцієнтів до кількості випадків дефектів, які вже аналізувались у робочому листі – джерелі. Це набагато зменшує трудомісткість підготовки вихідних даних для імітаційного моделювання.

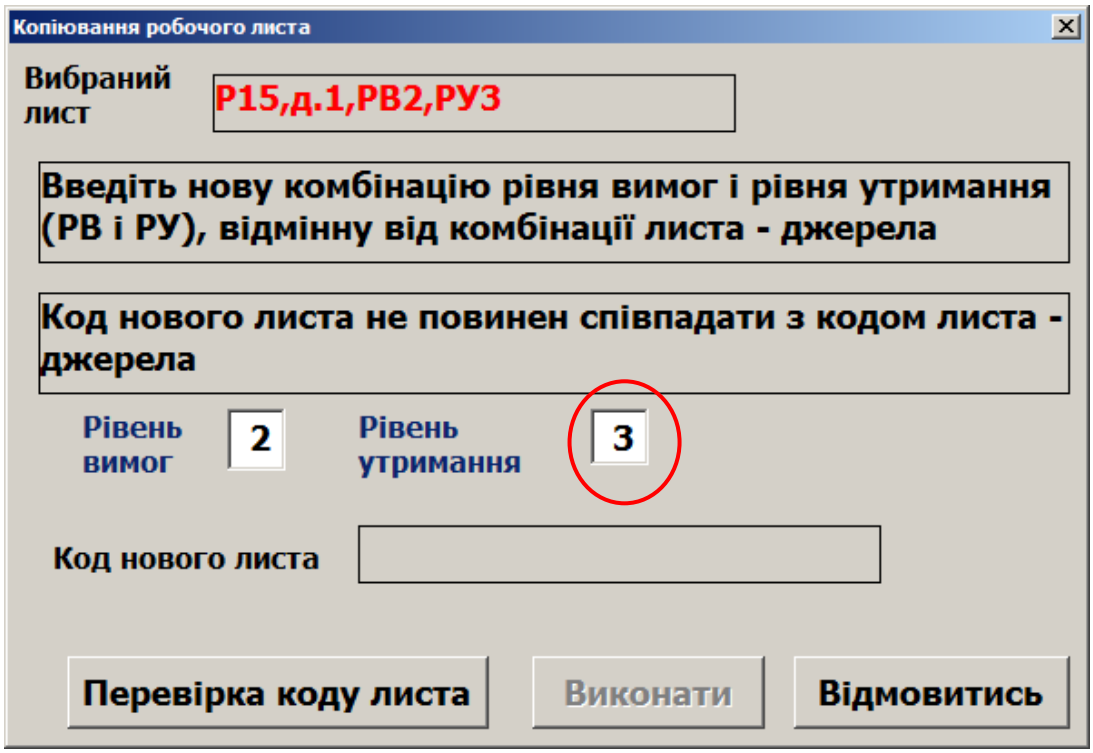


Рисунок В.4 – Спосіб формування нового робочого листа вихідних даних шляхом копіювання існуючого

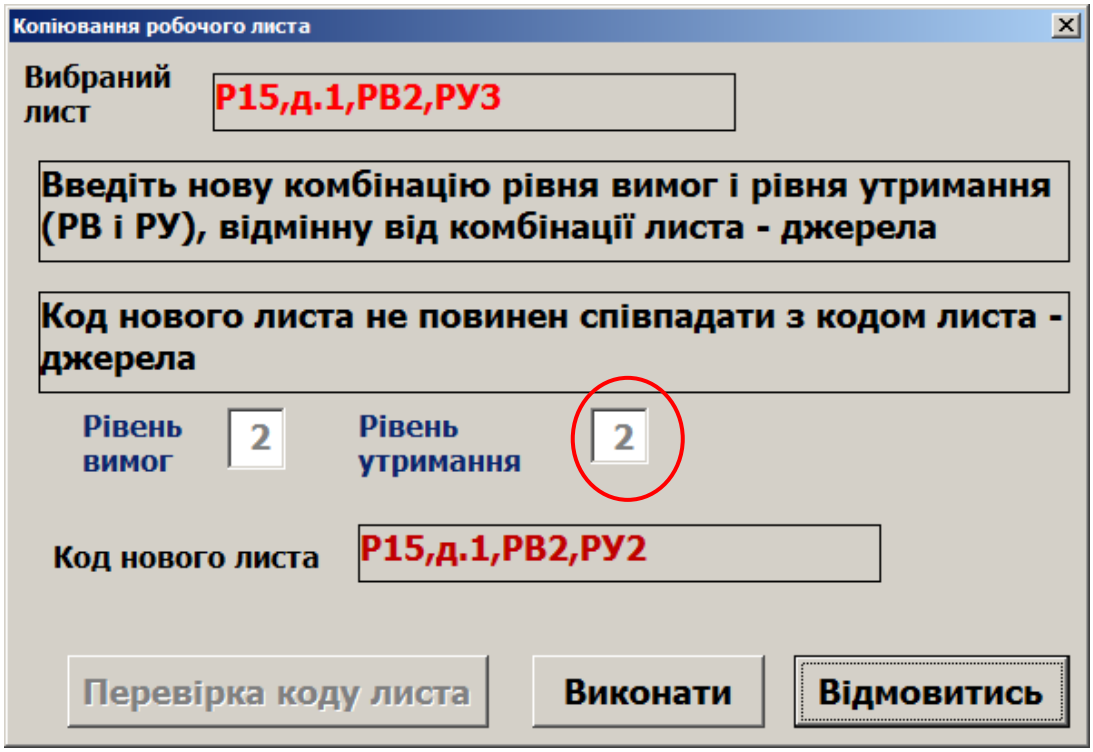


Рисунок В.5 – Редагування рівня утримання. Запуск на копіювання або відмова від нього

В передостанній колонці нижньої таблиці розміщуються коди – найменування робочих листів книги проекту, які складаються і заносяться автоматично після виконання режимів формування робочої таблиці вихідних даних, а в останній – значення коефіцієнтів зростання кількості випадків дефектів в залежності від кількості років, що минули після найпізнішого року періодичного ремонту (реконструкції, будівництва), які дають можливість в умовах відсутності моделей прогнозування пошкоджень врахувати їх динаміку.

Код (або найменування) нового листа, який буде створено формується за таким правилом:

Р15,д.1,РВ2,РУ3 = індекс дороги + номер дороги, + номер ділянки дороги, + Рівень Вимог, + Рівень Утримання (В.1)

Графіки – лист статистичної обробки результатів моделювання, які заповнюються після імітації автоматично (рис. В.6, В.7).

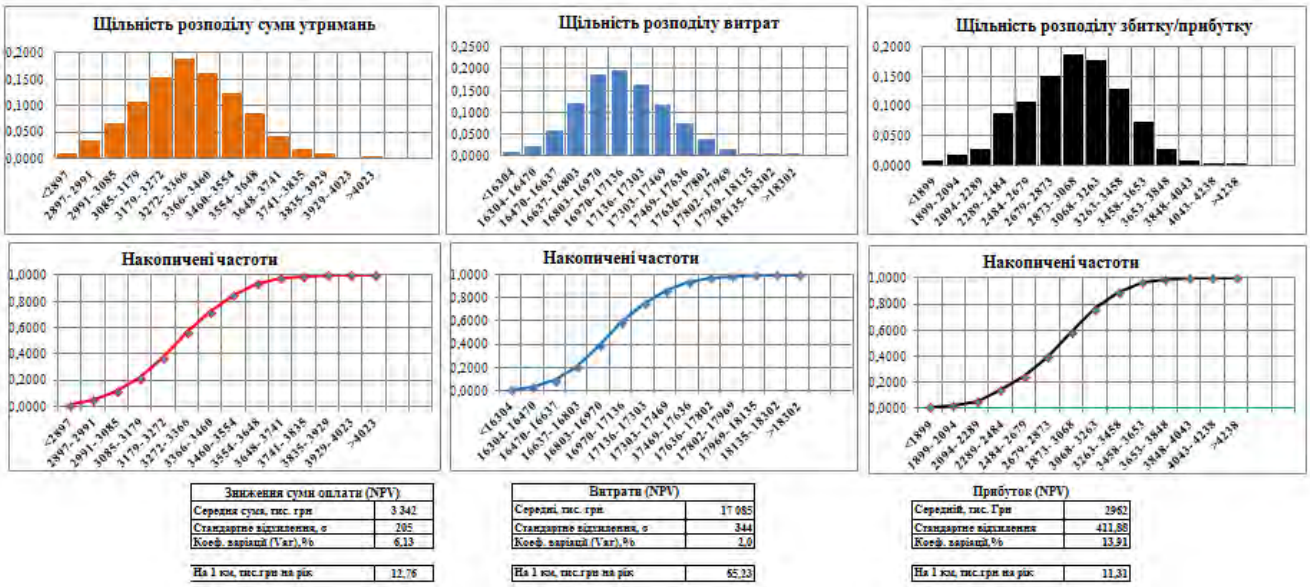


Рисунок В.6 – Частина листа «Графіки» з оцінками законів розподілення шуканих економічних показників

Прибуток, тис. грн						
Числові характеристики масива	Прибуток	Границі інтервалів	Верхня границя інтервалу	Кількість в інтервалі	Частота	Накопичена частота
Кількість прогонів моделі	1 000	<1444	1 444	20	0,0200	0,0200
Мінімальне значення	1 275,00	1444- 1614	1 614	8	0,0080	0,0280
Максимальне значення	3 476,00	1614- 1783	1 783	20	0,0200	0,0480
Кількість інтервалів (карманів)	13	1783- 1952	1 952	78	0,0780	0,1260
Ширина інтервалу (точна)	169,3	1952- 2122	2 122	55	0,0550	0,1810
Ширина інтервалу (прибл.)	169	2122- 2291	2 291	129	0,1290	0,3100
Кінець першого інтервалу	1444,3	2291- 2460	2 460	138	0,1380	0,4480
		2460- 2629	2 629	234	0,2340	0,6820
		2629- 2799	2 799	133	0,1330	0,8150
		2799- 2968	2 968	45	0,0450	0,8600
		2968- 3137	3 137	77	0,0770	0,9370
		3137- 3307	3 307	10	0,0100	0,9470
		3307- 3476	3 476	47	0,0470	0,9940
		>3476		6	0,0060	1,0000

Рисунок В.7 – Розраховані дані для побудови оцінок закону розподілу прибутку

Схожі таблиці розраховуються також автоматично для сум утримань і витрат.

Витрати – діаграма розподілення середніх витрат на виконання робіт та надання послуг з утримання доріг по місяцям виконання контракту (рис. В.8).

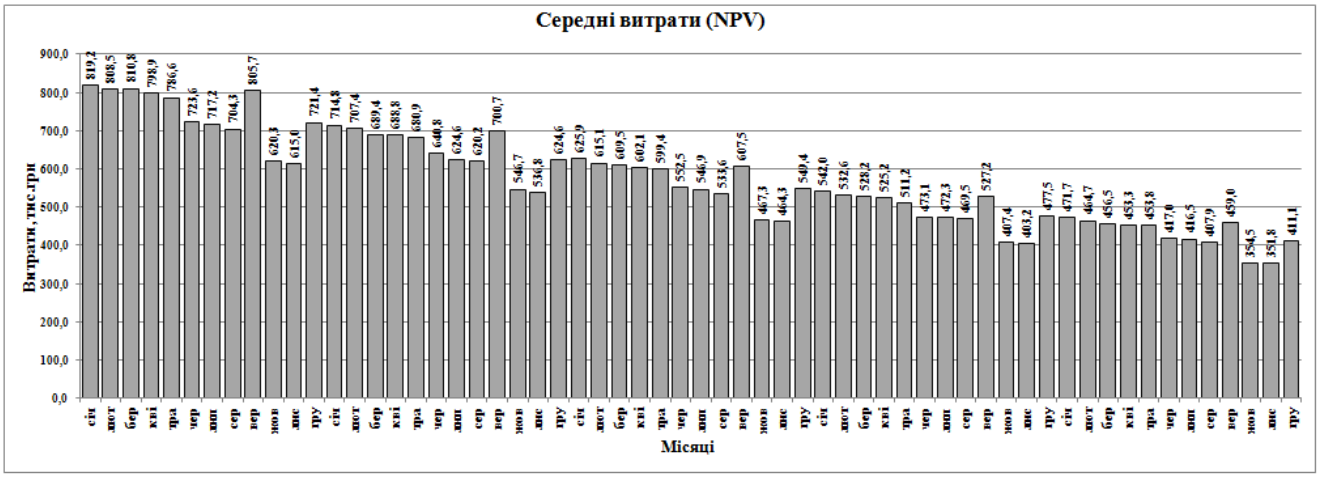


Рисунок В.8 – Діаграма середніх витрат за місяцями виконання контракту

Утримання – діаграма розподілення середніх сум утримань за перевищення контрактних строків реагування (рис. В.9).

Рисунок В.9 – Діаграма середніх сум утримань по місяцям виконання контракту

Прибуток – діаграма розподілення середніх збитків / прибутків при виконанні робіт та наданні послуг з утримання доріг за місяцями виконання контракту (рис. В.10).

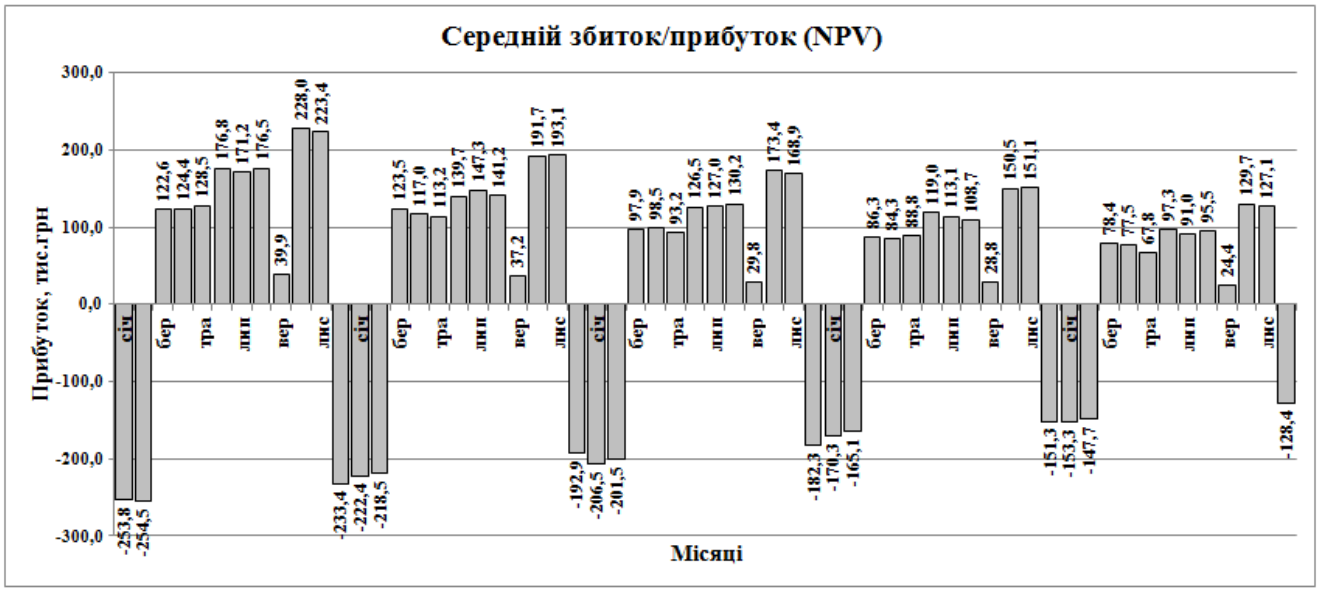


Рисунок В.10 – Діаграма середніх сум утримань

ЕРУ – діаграма розподілення середніх рівнів утримання доріг по місяцям виконання контракту (рис. В.11).

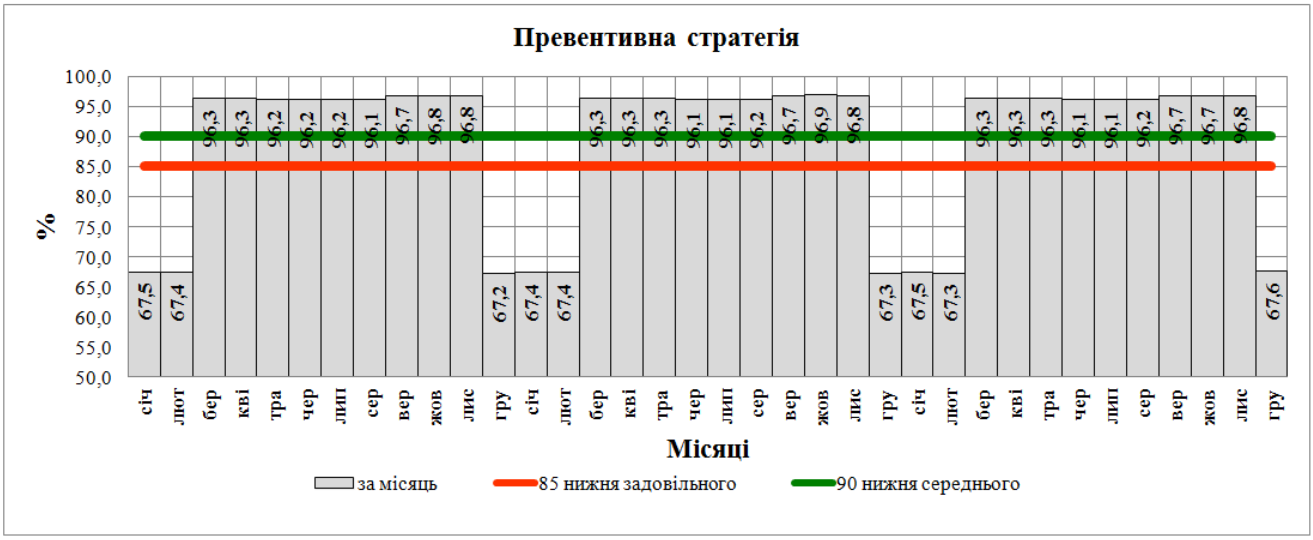


Рисунок В.11 – Діаграма показника експлуатаційного рівня утримання

Показник (або індикатор) експлуатаційного рівня утримання обчислюється за табл. 3.2 згідно з формулою (2.21).

Зведення – лист, який містить результати послідовно виконаних варіантів моделювань і слугує для збереження модельованих економічних показників за всіма виконаними експериментами, а саме:

– ідентифікація ділянок доріг або інших об’єктів, наприклад мостів;

– вхідні параметри економічних і технічних показників;

– кількість прогонів імітаційної моделі;

– статистичні показники результатів: середнє, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації;

– деякі питомі показники.

Р15,д.1,РВ2,РУ3 – робочий лист книги з подібною назвою, сформований за формулою (3.27). Слугує вихідними даними для імітаційного моделювання (рис. В.12, В.13, В.14).

Робоча таблиця вихідних даних

Р 15 Ковель – Володимир-Волинський – Червоноград – Жовква км 3+000 - км 89+514, Ділянка 1, км 3+000 - 89+514

Параметри: Рівень вимог 2; Рівень утримання 3

Лист: Р15,д.1,РВ2,РУ3

Код ЕРО	Критерій рівня втручання з усунення дефекту	Сезон	Вимір часу	Строк реагування за ДСТУ	Ризик перевищення строку реагування,%	Параметри закону розподілення коефіцієнту випередження/затримки: a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b	Штрафні бали за перевищення строку реагування
т2	**Покриття дорожнього одягу**								
т2п1	**Вибоїни, руйнування крайки покриття проїзної частини та укріплених узбіч**								
2т01	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше ніж (за рівнями вимог: 1, 2, 3, 4):весняний період:1 – 0,8: 2 – 1,40; 3 – 3,75; 4 – 5,40	в	діб	7	0,00	0,30	0,90	1,00	1,00
2т02	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше	Л	діб	3	90,91	0,60	1,00	5,00	1,00

Рисунок В.12 – Ліва частина таблиці робочого листа Р15,д.1,РВ2,РУ3

Робоча таблиця вихідних даних

Р 15 Ковель – Володимир-Волинський – Червоноград – Жовква км 3+000 - км 89+514, Ділянка 1, км 3+000 - 89+514

Код ЕРО	Критерій рівня втручання з усунення дефекту	Середня вартість усунення на 1 випадок, грн	Параметри закону розподілення коефіцієнту здорожчення: a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b	Ризик перевищення вартості, %	Орієнтовна кількість випадків за сезон	Параметри закону розподілення коефіцієнту до кількості випадків дефектів: a, мінімум	c, найбільш імовірне, c>a	b, максимум, c<b	Ризик перевищення кількості, %
2т02	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше ніж (за рівнями вимог: 1, 2, 3, 4):літній період:1 – 0,08: 2 – 0,28; 3 – 0,70; 4 – 1,40	466,00	0,95	1,00	1,05	50,00	5,00	0,60	0,90	3,00	79,37
2т03	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше ніж (за рівнями вимог: 1, 2, 3, 4): осінній період:1 – 0,08: 2 – 0,28; 3 – 0,70; 4 – 1,40	466,00	0,95	1,00	1,05	50,00	19,00	0,60	0,90	3,00	79,37
2т04	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше	466,00	0,95	1,00	1,05	50,00	3,00	0,60	0,90	3,00	79,37

Рисунок В.13 – Центральна частина таблиці робочого листа Р15,д.1,РВ2,РУ3

Робоча таблиця вихідних даних

Р 15 Ковель – Володимир-Волинський – Червоноград – Жовква км 3+000 - км 89+514,

Ділянка 1, км 3+000 - 89+514

Код ЕРО	Критерій рівня втручання з усунення дефекту	Коефіцієнти зростання орієнтовної оцінки кількості випадків дефектів після капітальног або середнього ремонту через:						
		1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років	7 років
2т02	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше ніж (за рівнями вимог: 1, 2, 3, 4):літній період:1 – 0,08: 2 – 0,28; 3 – 0,70; 4 – 1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2т03	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше ніж (за рівнями вимог: 1, 2, 3, 4): осінній період:1 – 0,08: 2 – 0,28; 3 – 0,70; 4 – 1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2т04	Вибоїни, руйнування крайки покриття з ЕП не більше ніж 0,08 м2 та глибиною до 5 см на одну одиницю, загальною площиною м2 на 1000 м2 покриття не більше	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

ЕРО | Шаблон | Дороги | Графіки | Витрати | Утримання | Прибуток | ЕРУ | Зведення | Р15,д.1,РВ2,РУ3 | Р15,д.1,РВ2,РУ1

Рисунок В.14 – Права частина таблиці робочого листа Р15,д.1,РВ2,РУ3

В останній частині таблиці містяться значення коефіцієнтів зростання кількості випадків дефектів в залежності від кількості років, що минули після найпізнішого року періодичного ремонту (або реконструкції, або будівництва).

Схема взаємозв’язку листів програми імітаційного моделювання наведена на рис. В.15.

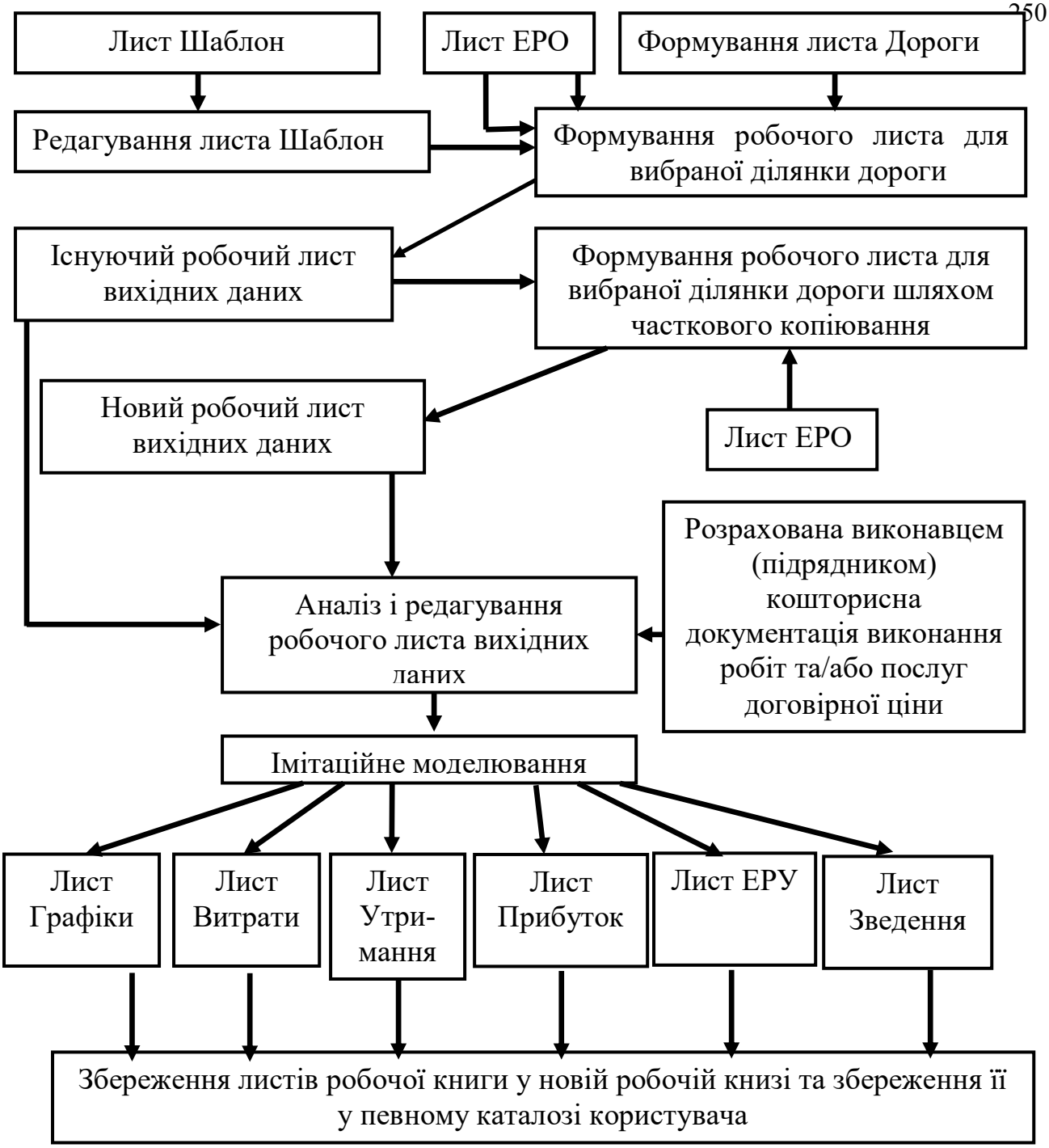


Рисунок В.15 – Схема взаємозв’язку листів робочої книги проекту задачі імітаційного моделювання JSimula

Джерелом інформації для визначення обсягів робіт слугують дані обстеження доріг і ретроспективний досвід щодо обсягів робіт та послуг. Крім того, передбачається певний відсоток непередбачуваних робіт та послуг в розмірі приблизно 10 % від передбачуваних. Акт дефектів складається в термінах обсягів робіт, які орієнтовно потрібно виконати і які поділяються на складові доріг (земляне полотно, штучні споруди тощо) та види діяльності (озеленення, зимове

утримання тощо).

Замовник і виконавець узгоджують договірну ціну, пропозицію якої обґрунтовують кошторисними розрахунками згідно з діючими нормативними документами, приймаючи до уваги наявність потрібних трудових і матеріально-технічних ресурсів і різні умови виконання робіт та надання послуг. Ці кошторисні розрахунки є необхідними вихідними даними і в довгостроковому контракті. Кошторисні розрахунки виконують з використанням програмних комплексів «Будівельні технології», АВК тощо.

ДОДАТОК Г
(обов'язковий)

УКРАЇНА

СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 72566

Комп'ютерна програма "Імітаційна модель довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг за критеріями рівнів обслуговування (ІМ-ДККП)"

(вид, назва твору)

Автор(и) **Соколова Наталія Михайлівна, Маковська Юлія Антонівна**

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Дата реєстрації 27.06.2017

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37598596

М.П.

Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України О. Ю. Перевезенцев

ПК «Україна». Зам. 17-2005. 2017 р. III кв.

ДОДАТОК Д
(обов'язковий)

ДОВІДКА
про впровадження наукових розробок здобувача
кафедри транспортного будівництва та управління майном
Національного транспортного університету
Маковської Юлії Антонівни

Даною довідкою підтверджується, що результати дисертаційної роботи здобувача кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету Маковської Ю.А. були впроваджені в Державному агентстві автомобільних доріг України при розробці «Методичних рекомендацій з управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування» МР В.3.2-02070915-844:2014 (чинна), Національного стандарту України ДСТУ 8992:2020 «Автомобільні дороги. Настанова з обґрунтування рівнів обслуговування під час експлуатаційного утримання» (набере чинності 01.07.2021 р. за наказом НОС України від 02 березня 2020 р.,Київ, № 50), Національного стандарту України ДСТУ 8993:2020 «Автомобільні дороги. Рівні обслуговування під час експлуатаційного утримання» (набере чинності 01.07.2021 р. за наказом НОС України від 02 березня 2020 р.,Київ, № 50) та при виконанні науково-дослідних робіт за темами: № 26-16 від 19.09.2016 р. «Провести аналіз, правове дослідження та підготувати пакет документів для внесення змін до нормативно-правових актів і нормативно-технічних документів для можливості реалізації форм контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування тривалого строку дії» (номер державної реєстрації 0116U007509) та № 92-17 від 21.11.2017 «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» (номер державної реєстрації 0117U005111).

У дисертаційній роботі Маковською Ю.А. створений механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств та програмне забезпечення оцінювання його ефективності при укладенні довгострокових договорів про утримання автомобільних доріг.

Наукові та програмно-методичні напрацювання, викладені в дисертації, мають практичне значення для забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств в умовах впровадження довгострокових договорів про утримання автомобільних доріг загального користування за принципом забезпечення їх експлуатаційного стану відповідно до нормативно-правових актів, норм та стандартів.

ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ
Ідентифікаційний код 37641978

Заступник Голови
Державного агентства
авт. доріг України
А.О. Погорєлов

04.01.2021

КАНЦЕЛЯРІЯ НТЗ
Вх. № 01/09
«05» 01. 2021 р.

ДОДАТОК Е
(обов'язковий)

013092

УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

01010, м. Київ, вул.М.Омеляновича-Павленка, 1, т.ф. +38 (044) 280 82 03, т. +38 (044) 280 87 65
e-mail: general@ntu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070915

10.06.2020 № 895/11

на № _____

ДОВІДКА
про впровадження
результатів дисертаційної роботи
МАКОВСЬКОЇ Ю.А.

Отримані та обгрунтовані наукові результати в кандидатській дисертації Маковської Юлії Антонівни на тему «Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо – експлуатаційних підприємств» на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю: 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності) мають наукову новизну і практичну цінність, апробовані та використовуються в навчальному процесі Національного транспортного університету.

Результати дисертаційної роботи Маковської Юлії Антонівни були впроваджені при підготовці освітньої програми «Підприємництво в сфері управління нерухомим майном» спеціальності «076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» галузь знань 07 «Управління та адміністрування».

Результати дослідження використовуються у навчальному процесі кафедри транспортного будівництва та управління майном при читанні лекцій, проведення практичних занять з дисциплін «Теорія управління. Управління персоналом», «Економіка підприємства». Матеріали дисертаційної роботи впроваджені у вигляді конспектів лекцій та реалізовані у робочих програмах названих дисциплін.

Впровадження зазначених навчально – методичних матеріалів дозволило перейти до комплексного вивчення студентами названих навчальних дисциплін з використанням досвіду стратегічного розвитку дорожньо – будівельних підприємств.

До основних результатів дослідження Маковської Ю.А. належать імітаційна модель реалізації контракту утримання автомобільних доріг за критеріями рівнів утримання, яка, на відміну від існуючих підходів, дозволяє оцінити імовірнісні розподіли вартості контракту, ризиків його здійснення та можливої суми утримань за невиконання рівнів обслуговування; новітній механізм обгрунтування визначальних параметрів довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг, що відрізняється від існуючих застосуванням нових формалізованих процедур і дозволяє у фазі підготовки і укладення контракту ex ante оцінити його здійсненність та ефективність.

Проректор з навчальної роботи,
професор — О. К.Грищук

Завідувач кафедри
транспортного будівництва
та управління майном,
професор — В.Я. Савенко

ДОДАТОК Ж
(обов'язковий)

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
ГРАНБУД
ЛІДЕР

01133, Україна, м. Київ, бул. Лесі Українки, будинок, 34, офіс 305
код: 42109243 тел. (097) 793-30-36 e-mail: granbud.lider@gmail.com

№ 12-22-01 «22» грудня 2020 року

ДОВІДКА
про використання результатів дисертаційної роботи Маковської Ю.А. на тему «Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств»

Дисертаційна робота Маковської Юлії Антонівни на тему «Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств» присвячена розв'язанню важливого науково-практичного завдання, що полягає в дослідженні теоретичних основ і розробці методичних положень та практичних рекомендацій щодо створення механізму забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств для обґрунтування ціни контракту і механізму стимулювання досягнення високої якості експлуатаційного стану доріг.

Отримані в дисертаційній роботі результати – прототип імітаційної моделі здійснення довгострокового контракту; інструментарій механізму обґрунтування визначальних параметрів довгострокових контрактів та методика використання розробленого інструментарію щодо обґрунтування ціни контракту і механізму стимулювання досягнення високої якості експлуатаційного стану доріг мають наукову новизну та практичне значення і прийняті до використання ТОВ «Гранбуд Лідер» при обґрунтуванні економічної доцільності, строків, необхідних ресурсів для надання послуг з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування державного значення у Олександрівському, Новомиргородському, Новоархангельському, Голованівському, Благовіщенському, Гайворонському районах Кіровоградської області, зокрема, міжнародної автомобільної дороги М-05 Київ – Одеса, км 237+108 – км 274+435.

Директор, канд. техн. наук Віталій Стьожка

Товариство з обмеженою відповідальністю «ГРАНБУД ЛІДЕР» Ідентифікаційний код 42109243 Україна, м. Київ

ДОДАТОК И
(обов'язковий)

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Публікації у наукових виданнях іноземних держав з напряму:

1. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Підхід до імітації довгострокового контракту на утримання доріг. Systemy i rodki transportu samochodowego, wybrane zagadnienia. Rzeszow. 2016. С. 419–428. (Особистий внесок автора: запропонована імітаційна модель).

2. Makovska, J. (2020). Method of evaluation of road routine maintenance strategies. *Economics, Finance and Management Review*, (4), 106–112. URL: https://doi.org/10.36690/2674-5208-2020-4-106.

Публікації у наукових фахових виданнях України:

3. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Досвід антикризового управління в умовах державно-приватного партнерства. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. К. : 2012. Вип. 10. С. 552–556 с. (Особистий внесок автора: проаналізований досвід антикризового управління в умовах державно – приватного партнерства).

4. Маковська Ю. А. Концесійні договори, майбутнє для будівництва автомобільних доріг України. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. Київ. 2012. Вип. 11. С. 123–127.

5. Соколова Н. М., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Аналіз світового досвіду державно-приватного партнерства та шляхи розвитку в Україні *Вісник Національного транспортного університету.* Київ. 2012. Вип. 26. С. 510–515. (Особистий внесок автора: на основі проведеного дослідження сформульовано напрями розвитку ДПП в Україні).

6. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Імітаційна модель обґрунтування ціни довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг. *Ефективна економіка*. Дніпро. 2016. Вип. 6. URL: http://www.nbuv.gov.ua http://www.economy.nayka.com.ua (Особистий внесок автора: розроблено імітаційну модель обґрунтування суми щомісячного платежу підряднику в ДККП на роботи з поточного дрібного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування).

7. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Обґрунтування рівнів обслуговування у довгострокових контрактах на утримання автомобільних доріг. *Ефективна економіка*. Дніпро. 2017. Вип. 12. URL: http://www.economy.nayka.com.ua (Особистий внесок автора: розроблено програму в Excel імітаційної моделі обґрунтування рівнів обслуговування елементів доріг і фіксованої щомісячної суми оплати в ДККП).

8. Даценко В. М., Маковська Ю. А., Соколова Н. М. Механізм забезпечення якості в довгострокових договорах з експлуатаційного утримання доріг. *Ефективна економіка*. 2020. № 6. – URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7991 (дата звернення: 21.12.2020). (Особистий внесок автора: проаналізовано можливості застосування аналітичної

моделі «принципал – агент» для обґрунтування оптимального механізму стимулювання забезпечення якості утримання автомобільних доріг підрядником і оцінювання підрядником – учасником тендеру свого потенціалу з огляду на не прийняття ним ризику на стадії ex ante контракту).

9. Маковська Ю. А. Механізм забезпечення стратегічного розвитку дорожньо-експлуатаційних підприємств. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8362 (дата звернення: 21.12.2020).

Праці в інших виданнях України:

10. Соколова Н. М., Харченко К. Г., Маковська Ю. А. Використання концесійних угод на основі державно-приватного партнерства в дорожньому будівництві. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 89. С. 137–145. (Особистий внесок автора: висвітлено важливість договорів концесії в дорожній галузі для залучення приватного капіталу на засадах державно-приватного партнерства).

11. Соколова Н. М., Маковська Ю. А., Шкарівська Н. Ю. Державно-приватне партнерство як механізм залучення коштів на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ. 2013. Вип. 90. С. 154–162. (Особистий внесок автора: проаналізовано світовий досвід схем проектного фінансування в дорожній галузі на умовах використання механізмів державно-приватного партнерства (ДПП). Узагальнено основні характерні риси проектного фінансування).

12. Маковська Ю.А. Рівні обслуговування в довгострокових контрактах на поточний дрібний ремонт та утримання автомобільних доріг. *Автошляхових України*. 2017. № 3 (251). С. 39–44.

13. Маковська Ю. А. Модель визначення ціни довгострокового контракту на поточний ремонт та утримання автомобільних доріг. Автошляховик України. 2018, № 1 (253). С. 30–32.

14. Безуглий А. О., Печончик Т. І., Мудриченко Н. С., Маковська Ю. А., Механізм оцінки ефективності енергосервісу в дорожньому господарстві. *Економіка. Менеджмент. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність ISSN 2524-0994. Dorogi i mosti*. 2018 (18). (Особистий внесок автора: проаналізовано механізм оцінки ефективності енергосервісу в дорожньому господарстві).

Опубліковані праці апробаційного характеру:

15. Канін О. П., Маковська Ю. А. Процес та якість менеджменту в дорожньому будівництві. Тези доповідей LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2012. С. 140. (Особистий внесок автора: проаналізовано процес та якість управління що стосується суто дорожнього будівництва).

16. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Фактори впливу елементів і конструкцій на безпеку руху автомобільного транспорту. Тези доповідей LXVIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2012. С. 184. (Особистий внесок автора: сформовано та узагальнено вплив елементів і конструкцій безпеку руху транспорту).

17. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Антикризове управління, поняття кризових явищ. Тези доповідей LXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2013. С. 143–144. (Особистий внесок автора: досліджено поняття кризових явищ та антикризового управління відносно дорожнього господарства).

18. Соколова Н. М., Маковська Ю. А. Досвід реалізації проектів державно-приватного партнерства на будівництво автомобільних доріг в Україні. Тези доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2014. С. 131. (Особистий внесок автора: проаналізовано досвід державно приватного партнерства в Україні та проведено порівняння із зарубіжним досвідом реалізації контрактів ДПП).

19. Герасименко А. В., Маковська Ю. А. Транспортна безпека України: актуальні питання реалізації. Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2015. С. 228–229. (Особистий внесок автора: проаналізовано та систематизовано дані про фактори, які суттєво впливають на транспортну безпеку України).

20. Маковська Ю. А. Концептуальна системи управління контрактами з урахуванням кризових явищ. Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2015. С. 377.

21. Маковська Ю. А. Життєвий цикл контракту та кризові явища. Тези доповідей LXXII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2016. С. 162.

22. Маковська Ю. А. Моделювання довгострокового контракту на утримання автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2017. С. 231.

23. Маковська Ю. А. Нормування рівнів обслуговування в довгострокових контрактах на поточний та дрібний ремонт автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2017. С. 231.

24. Маковська Ю. А. Обґрунтування рівнів обслуговування у довгострокових контрактах на утримання автомобільних доріг. Тези доповідей LXXIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2018. С. 402.

25. Маковська Ю. А. Підхід до імітації довгострокового контракту на утримання доріг. Аналіз існуючих підходів. Основні результати. Тези доповідей LXXV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів,

студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2019. С. 238.

26. Рутковська І. А., Герасименко А. В., Маковська Ю. А. До створення моделі управління екологічними ризиками в інвестиційних проектах будівництва та реконструкції доріг. Тези доповідей LXXV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ : НТУ, 2019. С. 232. (Особистий внесок автора: проаналізовано можливих екологічних ризиків при визначенні інвестиційної привабливості в проектах будівництва та реконструкції автомобільних доріг).

27. Маковська Ю. А. Особливості застосування OPRC контрактів в дорожньому господарстві України. Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання наукових досліджень» Том 1. Науково видавничий центр «Лабораторія думки», м. Чернівці, 29–30 червня 2016 р. С. 23–25.

28. Маковська Ю. А. Моделювання довгострокового контракту на утримання автомобільних доріг. Інноваційна економіка. Матеріали II Міжнародної науково практичної конференції (м. Одеса, 7–8 жовтня 2016 року). Херсон : ISBN978-966-916-143-7. С. 55–58.

29. Маковська Ю.А. Механізм обґрунтування параметрів довгострокових контрактів з утримання автомобільних доріг. VIII Міжнародна конференція «Літні наукові читання» : Київ 2020. С. 34–41.

Свідоцтва та патенти:

30. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72566 Комп’ютерна програма «Імітаційна модель довгострокового контракту з утримання автомобільних доріг за критеріями рівнів обслуговування (ІМ-ДККП)» / Н. М. Соколова, Ю. А., Маковська (Україна). № 773148; заявл. 12.04.2017; зареєстр. 27.06.2017.