ДОЛЯ ОЛЕНА ЄВГЕНІВНА,
ДОЛЯ КОСТЯНТИН ВІКТОРОВИЧ

**НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ
МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Монографія

Бостон (США) – 2020 р.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

ISBN 978-1-64871-649-2

Автор - Доля Олена Євгенівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедри Інформаційних управляючих систем, Харківського національного університету радіоелектроніки

Автор - Доля Костянтин Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедри Земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківського національного університету міського господарства ім. О.М.Бекетова

Published by Primedia eLaunch
<https://primediaelaunch.com/>

Text Copyright © 2020 by Dolia O.

Illustrations © 2020 by Dolia O.

Cover design: Dolia O.

Cover art: Dolia O.

All rights reserved. Printed in the United States of America. No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required.

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is:

Доля О. Є., Доля В. К. Наукові основи управління проектами міських пасажирських перевезень : монографія / О. Є. Доля, К. В. Доля ; International Science Group Primedia eLaunch. – Бостон : Primedia eLaunch, 2020. – 136 с.

АНОТАЦІЯ

У роботі було розглянуто питання дослідження ефективності функціонування маршрутів міського транспорту. Встановлено, що функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту відбувається в неізольованому середовищі, яке впливає на систему з моменту її утворення й може призвести до розбіжності між розрахунковою та фактичною ефективністю функціонування системи. Унаслідок аналізу показників функціонування маршруту перевезень пасажирів встановлено, що середовище функціонування маршрутів впливає на їхню ефективність комплексно, тому має враховуватися взаємний вплив одного фактора на інші. Оцінку ефективності функціонування слід проводити для всієї системи маршрутів, а не в межах окремо розглядуваної підсистеми.

Унаслідок аналізу розвитку наукової думки щодо проблемного питання, яке розглядається в роботі, було встановлено, що наявні методи оцінювання ефективності маршрутів міського пасажирського транспорту не повною мірою враховують імовірнісні характеристики перевізного процесу, що впливають на результуючі показники функціонування маршрутів.

Як об'єкт дослідження було розглянуто процес функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту, а предметом були закономірності впливу параметрів маршрутів міського пасажирського транспорту на їхню ефективність. Проведені дослідження спрямовані на досягнення такої мети: проведення оцінки ефективності маршрутів міського пасажирського транспорту з урахуванням стохастичності складників параметрів їхнього функціонування. Для досягнення визначеної мети у роботі передбачено вирішення таких завдань: визначити закономірності формування параметрів ефективності міських пасажирських перевезень; розробити алгоритм розрахування параметрів оцінки ефективності міських

пасажирських перевезень; встановити закономірності змінювання показників оцінки ефективності міських пасажирських перевезень.

Для забезпечення оцінки ефективності функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту запропоновано створити моделі планування показників системи шляхом утворення комп'ютерної моделі, як однієї з найдієвіших під час планування адміністративних рішень. Зазначено, що будь-який процес надання послуг щодо перевезень і його адміністрування перебуває в середовищі впливу детермінованих і стохастичних параметрів впливу. За результатами аналізу впливу комплексу факторів на показники функціонування маршруту встановлено, що параметри середовища спричиняють імовірнісність перевізного процесу. За таких умов показники функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту зумовлені впливом низки випадкових факторів. До того ж, наявність стохастичних факторів створює умови для виникнення песимістичного і оптимістичного варіантів розвитку системи.

Як оціночні критерії ефективності міських пасажирських перевезень було розглянуто чисту приведену вартість, індекс дохідності (рентабельність), внутрішню норму дохідності та період окупності. Увагу зосереджено на тому, що основним параметром, який враховує імовірні майбутні зміни стану системи, є ставка дисконтування. Ця ставка, по суті є нормою прибутку, що закладається при розрахуванні інвестиційних заходів. Це дало змогу ввести термін окупності в як параметр ефективності функціонування маршруту міського пасажирського транспорту. Використовуючи запропоновані підходи щодо визначення ефективності міських пасажирських перевезень сформульовано головні етапи оцінювання ефективності функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту: визначення параметрів закону розподілу обсягів перевезень; визначення експлуатаційних характеристик роботи на маршруті; пов'язаних з роботою транспортних засобів на маршруті; базових податків і зборів, пов'язаних із перевізним процесом; оцінних показників заходу.

Для визначення стохастичності розподілу параметрів ефективності функціонування міських пасажирських перевезень було встановлено закони розподілу випадкових величин. У роботі доведено, що обсяги перевезень на маршрутах міського пасажирського транспорту є стохастичними та описуються нормальним законом розподілу.

Унаслідок аналізу таких базових показників, як дохід, витрати на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування й ремонт та шини, встановлено розбіжності між запланованими значеннями показників та реальними даними. До того ж, встановлено, що функція розподілу випадкових величин зазначених показників описується нормальним законом. Оцінку погодженості теоритичного та емпіричного розподілу проводили за критерієм Пірсона. Було встановлено, що для всіх розглянутих показників імовірність згоди перевищує прийняту величину 0,05.

Ураховуючи запропонований підхід було розроблено алгоритм розрахунку параметрів ефективності міських пасажирських перевезень, який було програмно реалізовано в середовищі Borland C++. Це дало змогу розглянути закономірності зміни таких оціночних показників, як ймовірність окупності запланованих заходів та очікуваний фінансовий результат залежно від зміни характеристик параметрів маршруту, автотранспортного підприємства та транспортного засобу.

Розглянуто вплив характеристик маршруту на показники ймовірності окупності заходів. Базовою оціночною характеристикою маршруту обрано обсяг перевезень та параметри його нерівномірності протягом розрахункового періоду. Для врахування коливань обсягу перевезень програмно реалізовано окремий модуль, що дає змогу без зміни значення середнього обсягу перевезень (в межах $\pm 3\sigma$), досліджувати змінювання параметрів ефективності. Зі свого боку, експериментальні дослідження довели, що середнє квадратичне відхилення обсягів перевезень коливається в межах 1–10 %. За результатами встановлено, що зміна середнього квадратичного відхилення на 5 % є

максимальною, так як оскільки збільшення призводить до виходу за межі можливого періоду експлуатації транспортних засобів.

Серед характеристик маршруту, які найбільше впливають на окупність заходів, розглянуто величину майбутнього тарифу. Встановлено, що збільшення тарифу значно скорочує термін окупності. Це дало змогу дійти висновку, що при визначенні обґрунтованого тарифу варто мати достовірні дані, як про обсяги перевезень, так і про їхнє коливання протягом розрахункового періоду. Щодо таких характеристик, як максимальний пасажиропотік, довжина маршруту та час обороту, то їх значення було розглянуто як умовно постійні, тобто такі, що не змінюються протягом розглянутого періоду часу.

На заключному етапі дослідження увагу приділено визначенню закономірностей впливу параметрів автотранспортного підприємства на ймовірність окупності заходів. Головним параметром, що характеризує роботу автотранспортного підприємства, було обрано коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію. Цей показник визначає можливість освоєння заданого пасажиропотоку в межах провізної здатності маршруту. Також було розглянуто вплив на базові показники функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту змінювання таких показників, як заробітна плата водіїв та управлінського персоналу, вартість палива, загальногосподарські витрати, ставка амортизаційних відрахувань, ставка податку на прибуток, ставка дисконту, пасажиромісткість автобусу, вартість транспортного засобу, норми витрат палива, річні відсоткові виплати за запозиченим капіталом. Усі розрахунки ефективності функціонування маршрутів проведено із врахуванням того, що середнє квадратичне відхилення може набувати значення, яке не перевищує 5 %.

Запропонований у праці комплексний підхід щодо визначення ефективності маршрутів міського пасажирського транспорту базується не тільки на сталих, а й на стохастичних параметрах, що спостерігаються під час функціонування цих маршрутів. Розроблений алгоритм визначення

ефективності міських маршрутних пасажирських перевезень, на відміну від наявних, враховує взаємопов'язаність доходів та витрат, сучасні уявлення про закономірності змінювання ймовірності розвитку оптимістичного, песимістичного й проміжних варіантів розвитку подій ефективності маршрутів. Алгоритм базується на формалізованих залежностях зміни в часі ймовірностей доходів і витрат, що спостерігаються в процесі функціонування маршруту міського пасажирського транспорту, за різних параметрів цих маршрутів.

Запропонований спосіб планування параметрів ефективності маршрутів міських пасажирських перевезень на підставі стохастичного підходу адаптовано для практичного використання на транспортних підприємствах, що здійснюють міські пасажирські перевезення з метою підвищення результативності в умовах обмежень.

Ключові слова: транспортна система, маршрут міського пасажирського транспорту, ефективність перевезень, стахостичність перевізного процесу, обсяг перевезень, період окупності.

ABSTRACT

In the article, the effectiveness of the functioning of urban passenger transport routes is considered. It is established that the functioning of urban passenger transport routes takes place in a non-isolated environment, affects the system from the time it was created, and can lead to a discrepancy between the calculated and actual system performance. As a result of the analysis of the performance indicators of the passenger transportation route, it is revealed that the environment of the functioning of routes affects their effectiveness in a complex manner. As a result, the mutual influence of one factor on the other should be taken into account. The performance evaluation should be carried out for the entire route system, and not within the separately considered subsystem.

As an analysis result of the development of scientific thought on the problematic issue that is being considered in the article, it is established that the existing methods for evaluating the efficiency of urban passenger transport routes do not fully take into account the probabilistic characteristics of the transportation process that affect the resulting performance of the routes.

Functioning of urban passenger transport routes is considered as the object of research, and the subject of research is the regularities of the influence of urban passenger transport routes parameters on their efficiency. The carried out researches are directed on achievement of the following aim - carrying out of an estimation of efficiency of city passenger transport routes taking into account stochastics of parameters of their functioning. To achieve this aim, the following tasks have been solved in the work: to determine the regularities in the formation of parameters for the efficiency of urban passenger transport; the algorithm of calculation of efficiency estimation parameters of city passenger transportations is developed; the patterns of change in the indicators of the efficiency of urban passenger traffic are revealed.

To provide an efficiency evaluation of the functioning of urban passenger transport routes, it is proposed to create models for planning the indicators of the

system by forming a computer model, as one of the most effective administrative decisions. It is noted that any process of providing transportation services and its administration is in the environment of influence of deterministic and stochastic parameters of impact. Based on the results of the influence of a complex of factors on the performance of the route, it is established that the environmental parameters cause the probabilistic character of the transportation process. Under such conditions, the functioning parameters of urban passenger transport routes are determined by the influence of a number of random factors. In this case, the presence of stochastic factors creates conditions for the emergence of a pessimistic and optimistic version of development of the system.

As the evaluation criteria for the efficiency of urban passenger transportation, the net present value, the profitability index, the internal rate of return and the payback period are considered. Attention is focused on the fact that the main parameter that takes into account possible future changes in the state of the system is the discount rate. This rate is in fact the rate of profit, is laid when calculating investment measures. It is possible to introduce a payback period as a efficiency parameter of the functioning of the urban passenger transport route. Using the proposed new approaches to determining the efficiency of urban passenger transport, the main stages of efficiency evaluation of the functioning of urban passenger transport routes have been established: determination of the parameters of the traffic distribution law; determination of operational performance on the route; determination of costs associated with the operation of vehicles on the route; determination of the main taxes and fees associated with the transportation process; determination of estimated indicators of activity.

To determine the stochastic distribution of efficiency parameters of the functioning of urban passenger transport, laws are established for the distribution of random variables. The paper proves that the volumes of transport on the routes of urban passenger transport are of a stochastic nature and are described by the normal distribution law.

Analysis of key indicators such as revenue, fuel costs, lubricants, maintenance and repairs and tires revealed differences between the planned values of the indicators and the actual data. At the same time, it is revealed that the distribution function of the random variables of these indicators is described by a normal law. The consistency of the theoretical and empirical distributions is evaluated by the Pearson criterion. As a result, it is found that for all considered indicators, the fitting criterion exceeds the accepted value of 0.05.

Taking into account the proposed approach, an algorithm is developed for calculating the efficiency parameters of urban passenger traffic, which is programmed in the Borland C++ environment. This allows to consider the patterns of changes in such estimates as the probability of payback of planned activities and the expected financial result, depending on the changes in the characteristics of the route parameters, the motor transport enterprise and the vehicle.

An influence of the route characteristics on the indicators of recoupment probability of measures is considered. As the main evaluation characteristic of the route, the volume of traffic and the parameters of its unevenness are selected during accounting period. To account for fluctuations in the traffic volume, a separate module is implemented programmatically, allowing to change the parameters of efficiency without changing the value of average traffic volume, within $\pm 3\sigma$. In turn, experimental studies have shown that the average quadratic deviation of traffic varies between 1-10%. According to the results, it is found that the change in the mean square deviation of 5% is the maximum, since a further increase leads to a transition beyond the possible period of operation of vehicles.

Among the route characteristics, which have the greatest impact on the recoupment of activities, the future tariff is considered. As a result, it is established that an increase in the tariff significantly shortens the payback period. This led to the conclusion that when determining a reasonable tariff, reliable data should be available, both on the volumes of transportations and on their fluctuations during the accounting period. With regard to such characteristics as the maximum passenger traffic, the length of the route and the turnover time, their significance is considered

as conditionally constant, that is, those that do not change during the considered period of time.

At the final stage of research, attention is paid to determining the patterns of influence of the parameters of the motor transportation enterprise on the probability of payback of activities. As the main parameter that characterizes the work of a transport enterprise, the release ratio of vehicles on the road is identified. This indicator determines the possibility of getting a given passenger traffic within the carrying capacity of the route. Changes in such indicators as wages of drivers and managers, fuel costs, general economic expenses, depreciation rate, income tax rate, discount rate, passenger capacity of the bus, cost of the vehicle, the norms for the main indicators of the functioning of urban passenger transport routes, fuel consumption, annual interest payments on raised capital. All performed calculations of the functioning efficiency of the routes are carried out taking into account that the standard deviation can take values not exceeding 5%.

The integrated approach to determining the efficiency of urban passenger transport routes is based not only on the permanent, but also on the stochastic parameters that occur during the functioning of these routes. The developed algorithm for determining the efficiency of urban route passenger transport, in contrast to existing ones, takes into account the interrelation of incomes and expenditures, modern ideas about the patterns of changes in the probability of development of optimistic, pessimistic and intermediate variants of the development of route effectiveness events. The algorithm is based on formalized dependencies of the change in time of probabilities of incomes and expenditures that occur during the functioning of the urban passenger transport route, with various parameters of these routes.

The proposed method for planning the parameters of the efficiency of urban passenger routes based on the stochastic approach is adapted for practical use in transport enterprises that carry out urban passenger transport with the aim of increasing efficiency in conditions of restrictions. The author's developments have been introduced into the activity of LLC «Lozova cargo and passenger MTE» and

into the educational process at the O.M. Beketov Kharkov National University of Urban Economy in Kharkov. The use of research results in activity of LLC «Lozova cargo and passenger MTPE» allowed to formulate a strategy for managing the development of the enterprise in terms of updating the road transport when the cost of vehicles is changed or accounting rates are changed.

Keywords: transport system, urban passenger transport route, traffic efficiency, transportation process stagnancy, traffic volume, payback period.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ І УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
1.1 Аналіз сучасного стану міських пасажирських перевезень та основних засад управління проектами, систематизація підходів до управління проектами на транспорті	16
1.2 Особливості формування проектів на міському пасажирському транспорті.....	19
1.3 Аналіз методів управління ризиками проектів на транспорті.....	22
1.4 Характеристика параметрів пасажирських перевезень та основні вимоги до управління вартістю проектів маршрутів	25
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	31
2.1 Формалізація структури проектів міських пасажирських перевезень.....	31
2.2 Методи побудови маршрутної транспортної мережі.....	31
2.2.1 Методи рішення транспортних задач.....	33
2.2.2 Методи визначення обсягів відправлення.....	36
2.2.3 Методи визначення кореспонденцій.....	37
2.3 Визначення параметрів проектів маршрутів міських пасажирських перевезень	38
2.4 Складання бізнес-плану проекту міських пасажирських перевезень	41
2.5 Методи визначення розподілу випадкових величин.....	44
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ПРОЕКТІВ МАРШРУТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	50

3.1	Визначення закономірностей формування вартісної оцінки проектів міських пасажирських перевезень.....	50
3.2	Визначення закономірностей формування бюджету витрат проектів міських пасажирських перевезень.....	63
3.3	Розробка алгоритму розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень.....	66
РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВАРТОСТІ ПРОЕКТІВ МАРШРУТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ.....		71
4.1	Формування масиву даних для розрахунку параметрів проектів маршрутів міських пасажирських перевезень.....	71
4.2	Визначення закономірностей впливу характеристик маршруту на ймовірність окупності проекту.....	78
4.3	Визначення закономірностей впливу параметрів автотранспортного підприємства та характеристик автобусу на ймовірність окупності проекту.....	87
4.4	Методичні рекомендації щодо впровадження моделей управління вартістю проектів маршруту міських пасажирських перевезень.....	114
ВИСНОВКИ.....		129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		131

Передмова

Транспортне обслуговування населення є не тільки актуальною економічною проблемою, а, насамперед, соціальною. Від відповідності транспортної системи попиту населення в переміщеннях, ефективності роботи транспортних підприємств, залежить і рівень життєдіяльності мешканців міст.

При обмежених практично усіх ресурсах доцільно розробляти проекти та вирішувати питання управління ними з урахуванням технічних, організаційних, економічних та соціальних факторів.

Тому дослідження та розробка моделей управління вартістю проекту маршруту міських пасажирських перевезень є актуальними.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ І УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз сучасного стану міських пасажирських перевезень та основних засад управління проектами, систематизація підходів до управління проектами на транспорті

Незважаючи на посилену увагу до розвитку міського пасажирського транспорту, його економічне та соціальне значення, на даному етапі він залишається ще в кризовому стані. Тому є актуальним провести аналіз, дослідити, використати відомі та розробити нові методи управління проектами міських пасажирських перевезень.

В даний час міським пасажирським транспортом – метрополітенами, трамваями, тролейбусами, автобусами, маршрутними таксі, фунікулерами щоденно перевозиться на Україні понад 26 млн. пасажирів. Хоча за останні 10 років кількість транспортних засобів зменшилась майже у два рази. Оскільки переміщення пасажирів проводиться на відповідних маршрутах, то раціонально розробляти проекти створення маршрутів з критерієм їх вартості, що враховує витрати на проектування, будівництво інженерних споруд та комунікацій, закупівлю транспортних засобів, експлуатаційні витрати, тощо.

В проекті із закупівлі транспортних засобів одним із показників проекту є дохід отриманий від транспортної роботи [1]. На даному етапі для проекту дохід є одним з фінансових ресурсів, який є обмеженим особливостями середовища в якому виконується проект. При цьому відсутність фінансового ресурсу у запланованих кількісних показниках може призвести до погіршення економічних показників проекту. У найгіршому випадку нестаток фінансового ресурсу може призвести до недоцільності провадження проекту, це пов'язано із

виходом часу настання періоду окупності за межі часового обмеження існування проекту.

Розглядались питання управління іншими фінансовими ресурсами, так в роботах [2, 3] описане питання необхідності врахування енергоресурсів під час проведення проектних дій.

В застосуванні до управління інвестиційним проектом із закупівлі транспортних засобів до енергоресурсів можна віднести паливно-мастильні матеріали, як такі, що є нафтопродуктами. В сучасному стані існування середовища транспортної галузі основним енергоресурсом в Україні є здебільш імпортовані нафтопродукти, які впливають на основну витратну частину виробництва [1].

Методи вибору рухомого складу для задоволення потреб підприємства науковцями розглядались [1], проте вони не пропонують обирати конкретні моделі транспортних засобів виходячи з норм витрати паливно-мастильних матеріалів, технічного обслуговування, ремонту та інші.

Автором [1] наведено загальні принципи інвестиційного проекту автотранспортного підприємства, визначено можливість вибору моделі транспортного засобу за принципом порівнянь економічних показників інвестиційних проектів для різних транспортних засобів.

З урахуванням необхідності управління системою інвестиційного проекту в частині підсистеми фінансових ресурсів пропонується враховувати забезпечення економії енергоресурсів за умов, як що витрати на економію енергоресурсів є економічно обґрунтовані й не погіршують економічних показників проекту в цілому [2, 3].

На сучасному етапі розвитку автомобільної промисловості виробниками транспортних засобів забезпечується намагання щодо зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів. Це пов'язано із загальносвітовою потребою в економії енергоресурсів з фінансової та екологічної точки зору.

При цьому сучасний ринок продажу транспортних засобів демонструє різницю вартості між різними марками однотипних транспортних засобів. Це пов'язано із різним рівнем комфортності, систем безпеки, роком початку виробництва та проектування, споживанням паливно-мастильних матеріалів та іншим.

З метою додержання принципів економії енергоресурсів, під час вибору марки транспортного засобу бажано розглядати не лише питання економії паливно-мастильних матеріалів, а й вплив на основні економічні показники проекту. Потрібно зазначити, що використання сучасних транспортних засобів в інвестиційному проекті може демонструвати привабливіші ніж дешевші транспортні засоби економічні показники в розрахунках на довгостроковий період. Це пов'язано із збільшенням терміну окупності й збільшенням чистого приведенного прибутку в порівнянні із дешевшими транспортними засобами, які не орієнтовано за принципами економії енергоресурсів [2, 3].

Однак, часовий ресурс проекту з надання послуг з перевезень транспортним засобом обмежений максимальним періодом експлуатації самого транспортного засобу. В порівнянні із іншими видами транспорту засобів автомобільний має найменший ресурс використання, що призводить до найменших часових ресурсів проекту саме на автомобільному транспорті. Тому при виборі марки транспортних засобів потрібне врахування впливу не тільки економічні показники проекту, а й на часовий ресурс.

Ряд дослідників зазначають [2 - 6], що до найбільш значних впливів на проект можна віднести: нестачу ресурсів, похибки в оцінюванні вартості та тривалості виконання робіт, недооцінювання ризиків, недостатньо чітке управління обов'язками, недостовірні інформація, зміна мети проекту та інші. Зазначено фактори, які впливають на ризики — неповнота та невизначеність вихідної інформації, імовірнісний характер майбутніх подій та зміни внутрішнього і зовнішнього середовища.

На даному етапі розвитку наукових положень про систему управління проектами науковці виділяють найбільшу увагу процесам управління проектами в наступних функціональних складових, а саме [7, 8]:

- управління інтеграцією в проекті;
- управління змістом проекту;
- управління часом у проекті;
- управління вартістю проекту;
- управління командою проекту;
- управління закупівлями в проекті;
- управління ризиком у проекті;
- управління інформаційним зв'язком у проекті.

Ці функції реалізуються в ході виконання процесів проектного менеджменту.

1.2 Особливості формування проектів на міському пасажирському транспорті

Оскільки проект маршруту створюється для досягнення визначеної мети за відповідний час та при обмежених ресурсах, то протягом його життєвого циклу виникає необхідність урахування впливу різних факторів, в тому числі і раніше не визначених.

В свою чергу система проекту не є ізольованою й знаходиться в середовищі, яке впливає на проект з моменту його утворення.

Середовище має в собі сукупність факторів, які впливають на проект в часі й мають враховуватись в системі управління процесом [7].

Функція управління вартістю включає планування ресурсів, попередню оцінку витрат, пов'язаних із проектом, визначення кошторису витрат, грошових потоків, прогнозування прибутків, контроль витрат й надходження коштів і прийняття рішень за випадків перевищення витрат та інших відхилень від

фінансових планів. Головним завданням управління вартістю є дотримання бюджетних рамок проекту й одержання передбаченого прибутку від його здійснення. Управління ризиком — це система методів прогнозування, аналізу, оцінки, попередження виникнення ризикових подій; вживання заходів щодо зниження ступеню ризику протягом життя проекту й розподілу можливого збитку від ризику між учасниками проекту.

Рисунок 1.1 - Фактори середовища, які впливають на проект

Виникнення ризиків в системах управління проектами пов'язують саме із нестабільністю зовнішньої середовища, що має свій прояв у згаданих проектних відхиленнях. Слід зазначити, що такі проектні відхилення не є постійними у часі [7, 8].

В детальнішому розгляді обставин виникнення ризиків із зовнішньої середовища науковці виділяють наступні:

1. неповна інформація (недостовірність);
2. недостатня здатність керівників у сприйнятті та обробці інформації;

3. випадковість виникнення небажаних обставин;
4. протидії конкурентів.

Також, не хestують й ризиками пов'язаними із ресурсами проекту, а саме: фінансовий, матеріальний, трудовий й часовий ресурси [7].

Інші науковці під зовнішньою середою розуміють джерело тих впливів на стан або параметри об'єкту управління, які не входять в склад впливів, заподіяних особою яка приймає рішення по управлінню проектом [9]. З чого, стан проекту є сумарний результат впливів зовнішнього середовища й рішень по управлінню проектом.

Виділяють й обставини виникнення ризиків, як наслідок зміни стану середовища у часі [7, 9].

Науковцями розглянуто й питання економічного ризику й поділено його їх на природні, екологічні, політичні, комерційні й транспортні ризики [10, 11].

Запропоновано вважати, що об'єктом системи управління ризиками є сам ризик, який уособлює у собі поєднання вірогідності настання ризику та прогнозування його наслідків. При цьому науковці схильні розглядати ризик, як підставу для настання небажаного відхилення від прогнозованого результату реалізації проекту [9 - 11].

Однак, термін «ризик» використовується для описання негативного впливу на економічні показники від реалізації проекту, не враховуючи вірогідність настання стану середовища системи управління проектом в якому економічні або ресурсні показники здобудуть кращі від очікуваних результати.

Отримано й розвиток в управлінні ризиками, як необхідність прогнозування й врахування стану середовища проекту для формування вартостей продукції [11 - 14]. Це надало можливість застосовувати здобуті знання для провадження ціноутворення із закладанням в остаточну вартість продукції можливостей відхилень показників проекту. У таких розрахунках настання ризику враховується, як вірогідність настання ризику, його

характеристики, вплив на проект, обрахування змін у проекті та оцінка шкоди проекту від настання такого явища в системі або середовищі. Методи оцінки ступеню ризику зводяться до оцінки вірогідності настання результату за наслідками прийняття рішення.

1.3 Аналіз методів управління ризиками проектів на транспорті

Управління ризиками також розвинуто й під таким напрямом, як ризик – менеджмент. У будь якому разі управління підсистемою ризиків є необхідним для корегування впливу середовища на всю систему взагалі й досягнення сумарних результатів функціонування системи максимально наближених до планового стану системи [15].

Процеси прийняття рішень в системі управління проектами знаходяться в середовищі невизначеності, що пов'язано із відсутністю інформації у повній мірі, суб'єктивних факторів та впливу факторів випадковості. Прогнозування впливів настання факторів невизначеності є неможливим навіть на рівні вірогідності.

Тобто невизначеність можна описати, як відсутність повної інформації про середовище на період часу функціонування проекту, що впливає на неможливість достовірного планування витрат на функціонування проекту в періоді часу й наявність часу функціонування проекту розрахунок якого має містити вірогідну складову [15].

Невизначеність супроводжується зв'язкою й з ризиками щодо реалізації проекту. При цьому ризик є кількісно прогнозованою характеристикою, яка характеризує вірогідність зміни впливу середовища на показники проекту.

З наведеного ризик це подія, яка може настати із визначеною вірогідністю в умовах існуючої невизначеності. Наслідки такої події – ризику є зміни показників функціонування проекту у кращу або гіршу сторону, а також привести до ситуації незмінності показників [15].

Процеси управління ризиками проектів полягають у виконанні визначених дій [16].

В роботі [16] запропоновано структуру на підставі якої здійснюється ідентифікація ризиків всебічно та систематично.

Рисунок 1.2 - Схема управління ризиками проекту

Також було розглянуто можливості щодо оцінки ризику, визначення обсягів беззбитковості та оцінка математичного очікування ступеню ризику[9].

$$K_{\delta} = \frac{B_o B_{\delta}}{B_{\delta}} 100, \quad (1.1)$$

де K_o – кромка безпеки;

B_o – обсяг очікуваної реалізації;

B_o – обсяг беззбиткової реалізації.

$$T_i = \frac{C}{\sum_i P_i} d_i, \quad (1.2)$$

де T_i – точка беззбитковості i – го виробу;

C – умовно – постійні витрати;

$\sum_i P_i$ – вартість i – го виробу;

P_i – змінні витрати на виробництво i – го виробу;

d_i – частка i – го виробу в загальному доході.

$$T = \frac{C}{\sum_{i=1}^n (\sum_i P_i - P_i)} d_i, \quad (1.3)$$

де $\sum (\sum_i P_i - P_i) \times d_i$ – середня валова маржа за одиницю продукції (P).

$$ME(X) = \sum_{i=1}^n P_i X_i, \quad (1.4)$$

де $ME(X)$ – математичне очікування результату;

P_i – вірогідність кожного з результатів;

X_i – розмір результатів.

У джерелі [4] виділено такі групи витрат пов'язаних із ризиками: фінансові, часові, соціальні, репутаційні, морально-психологічні та екологічні. Управління ризиками розглянуто, як сукупність дій з аналізу виявлення, реагування, моніторингу та інші.

Аналіз та оцінювання ризиків пропонується проводити з точки зору прогнозування вірогідності настання події, які нестимуть негативні наслідки для проекту, а вірогідність настання протилежних умов не розглядається [4].

Одним з використовуваних методів оцінки ризику є метод виявлення факторів, які здійснюють найбільший вплив на реалізацію проекту. До таких факторів віднесено обсяг і ціну реалізованої продукції, витрати на виробництво, вартість залучених у проект ресурсів [4].

Можна припустити, що у разі управління проектом із закупівлі транспортних засобів до факторів обсяг і ціну реалізованої продукції можна віднести об'єм перевезених пасажирів та тариф на перевезення, витрати на виробництво здебільш залежать від вартості паливо-мастильних матеріалів, вартість залучених ресурсів залежить від вартості транспортних засобів. [1, 4].

У науковому підході до планування проектних рішень у виробництві авторами [5] пропонується використання економіко-математичних моделей. Використання таких моделей забезпечує винаходження оптимального з варіантів при завданні певних умов.

1.4 Характеристика параметрів пасажирських перевезень та основні вимоги до управління вартістю проектів маршрутів

Інвестиційний проект маршруту для обслуговування потреб населення із переміщення на маршрутах загально користування потребує матеріальних, фінансових, трудових, інформаційних та часових ресурсів [1], що змушує у проведенні попередніх до проектних досліджень.

В системі міського пасажирського транспорту й інвестиційних проектах щодо міського пасажирського транспорту об'єми прогнозованих перевезень пасажирів й часовий розподіл цього об'єму є базою для прийняття низки першочергових рішень. Так, саме від об'єму пасажирів й його розподілу залежить показник кількості транспортних засобів, тип транспортних засобів й

їх розклад руху, що визначає основні вимоги до управління вартістю проектів маршрутів.

В свою чергу кількісні та якісні характеристики щодо транспортних засобів впливають на трудові й фінансовий ресурси.

У разі розгляду існуючих маршрутів науковцями запропоновано проводити обстеження для встановлення обсягів перевезень пасажирів.

Методи обстеження пасажиропотоків із залученням обліковців поділяються на наступні [17, 18]: табличний метод, талонний метод, таблично-опитувальний метод, візуальні методи.

Даної група методів потребує значних трудових витрат, не надає можливість одержання матриці кореспонденцій для міста в цілому, а тільки для конкретного маршруту.

Автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків поділяються на наступні дві групи. Перша група методів ґрунтується на підрахунку пасажирів, які входять в салон і виходять з нього, на кожному зупинному пункті - метод «контактної сходинки», фотоелементний спосіб розмикання електричних ланцюгів. Друга група методів ґрунтуються на вимірюванні ваги пасажирів в салоні – тензометрія, оптичні прилади, механічні датчики [18, 19].

Недоліки даної групи методів полягають у похибці вимірювань, в періоди «пік» пасажирів входять і виходять групами та відсутності інформації про пасажирообмін.

Анкетні методи обстеження переміщень включають в себе наступні групи [17-19]:

- анкетні методи з опитування населення;
- анкетні методи з одержання інтегральної інформації.

Ці методи дозволяють визначити не сформовані шляхи руху громадян, їх потреби, виходячи з об'єктивної інформації утворення і закінчення поїздки.

Зазначені методи обстеження пасажиропотоків обирається залежно від мети дослідження, часу обробки отриманої інформації і проведення

обстеження, переліку параметрів, що необхідно визначити та трудомісткістю методу.

Всі описані методи не надають можливість в отриманні повністю достовірної інформації щодо об'ємів перевезення пасажирів. Це призводить до настання ситуації невизначеності, яка й призводить до можливого настання таких змін середовища, які призводять до змін планованого стану керованої системи.

З огляду існуючих методів встановлення кількісних показників об'ємів перевезень встановлено підстави виникнення ризиків, які можливі у провадженні інвестиційного проекту для існуючого маршруту.

Одночасно маємо методики прогнозування об'ємів перевезення пасажирів на запланованому до введення в експлуатацію маршруті.

Закономірний розподіл пасажиропотоків між видами транспорту і їх маршрутами, свідчить, що імовірність вибору пасажиром способу пересування залежить від співвідношень середніх і конкретних параметрів тривалості і умов поїздки [17-19]:

$$P_{ijk} = f\left(\frac{\tau_{ijk}}{\bar{\tau}_{ij}}, \frac{\gamma_{ijk}}{\bar{\gamma}_{ij}}, \frac{T_{ijk}}{\bar{T}_{ij}}\right), \quad (1.5)$$

де P_{ijk} – імовірність поїздки з i в j на маршруті k ;

τ_{ijk} – відповідно час поїздки між пунктами i в j на маршруті k ;

γ_{ijk} – коефіцієнт використання пасажиромісткості на маршруті k при пересуванні з i в j ;

T_{ijk} – сплата за проїзд при пересуванні з i в j на маршруті k ;

$\bar{\tau}_{ij}$, $\bar{\gamma}_{ij}$, $\bar{T}_{ij}$ – середні параметри час поїздки між пунктами i та j на маршруті k , коефіцієнт використання пасажиромісткості на маршруті k при пересуванні з i в j ;

$\bar{\gamma}_{ij}$ – середнє значення коефіцієнту використання пасажиромісткості на маршруті k при пересуванні з i в j ;

$\bar{T}_{ij}$ – середня значення сплати за проїзд при пересуванні з i в j на маршруті k .

Базуючись на відомому наведеному науковому підході можна стверджувати, що співвідношення вибору способу пересування між МПТ і власним автомобільним транспортом може мати вигляд [17-19]:

$$P_{ij\Gamma\Gamma} = f\left(\frac{\tau_{ija}}{\bar{\tau}_{ij\text{МПТ}}}; \frac{P_{zija}}{\bar{P}_{zij\text{МПТ}}}; \frac{B_{ija}}{B_{ij\text{МПТ}}}\right), \quad (1.6)$$

де τ_{ija} – час пересування з i в j на власному автомобілі;

P_{zija} – рівень зручності пересування з i в j на власному автомобілі;

B_{ija} – зведені витрати пасажира (водія, власника автомобіля) при пересуванні з i в j на власному автомобілі;

$\bar{\tau}_{ij\text{МПТ}}$ – час пересування того ж пасажира з i в j на МПТ;

$\bar{P}_{zij\text{МПТ}}$ – рівень зручності з i в j при пересуванні на МПТ;

$B_{ij\text{МПТ}}$ – витрати пасажира при пересування на МПТ з i в j .

Наведене свідчить, що громадянин, з урахуванням теорії великих чисел, має схильність до того, чи іншого способу пересування в залежності від співвідношення наведених параметрів.

Можливості в прогнозуванні об'ємів перевезень пасажирів надають змогу в проведенні розрахунків кількості транспортних засобів. За результатами опрацювання сучасних методик із розрахунку потрібної кількості транспортних засобів для обслуговування маршруту встановлено, що кількість транспортних засобів є залежністю від об'ємів перевезень, а самі об'єми перевезень встановлюються за допомогою методів, які припускають існування вірогідності

зміни об'ємів перевезень, як в більшу так і в меншу сторону у кількісному відображенні [1, 20-22].

Таким чином дані характеристики параметрів пасажирських перевезень визначають основні вимоги до управління вартістю проектів маршрутів

В свою чергу функція управління вартістю проекту включає:

- 1) основні принципи управління вартістю;
- 2) оцінку вартості проекту;
- 3) бюджетування проекту;
- 4) методи контролю вартості проекту.

Управління вартістю проекту включає процеси, необхідні для забезпечення того, щоб проект не вийшов з рамок прийнятого бюджету, а якщо цього неможливо уникнути, то — своєчасного попередження про це зацікавлених сторін. Бюджет бізнес-проекту формується при розробці бізнес-плану. Його дані є основою для більш детального його розподілу за окремими ресурсами.

Це завдання вирішується при здійсненні процесів планування у проектному менеджменті. Вартісні показники виконання окремих робіт можуть змінюватися залежно від вибору конкретних форм взаємодії з постачальниками, форм оплати тощо.

Вибір найбільш раціональних схем відносин з постачальниками вирішується в процесі виконання проекту. Враховуючи фактор непередбачливості можливих подій, реалізація функції управління вартістю проекту обов'язково включає процеси контролю вартістю, основною метою яких є попередження про можливі перевищення бюджету. Своєчасність цієї інформації дає змогу здійснити своєчасні дії, щоб не допустити зриву виконання проекту внаслідок перевищення ліміту коштів, відпущених на його реалізацію.

Функція управління вартістю як будь - яка функція управління складається з п'ятох відносно самостійних видів управлінської діяльності:

- планування,
- організації,
- координації,
- активізації,
- контролю.

Кожний попередній вид діяльності є необхідною передумовою наступного. Тому ці п'ять видів виконуються один за одним, доки дана функція не буде повністю реалізована.

Отже, ступінь повноти реалізації функції управління вартістю залежить від комплексності управлінської діяльності формування маршрутів міського пасажирського транспорту.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Формалізація структури проектів міських пасажирських перевезень

Найпоширенішими проектами міських пасажирських перевезень є проекти міських пасажирських маршрутів. Головною метою, яких є забезпечення необхідного рівня якості пасажирських перевезень у містах [26-28]. Для реалізації цієї мети існує система організації та управління міськими перевезеннями [29]. В задачі, якої входить:

- 1) побудова раціональної маршрутної транспортної мережі;
- 2) визначення основних параметрів роботи пасажирських маршрутів;
- 3) побудова графіків роботи транспортних засобів та водіїв на маршрутах;
- 4) складання бізнес-планів міських пасажирських маршрутів.

Кожна із задач виконується різними методами із використанням великої сукупності моделей. Більшість із яких мають нелінійний вигляд, що ускладнює рішення цієї комплексної задачі. Саме від вибору та застосування тих чи інших методів та моделей залежить кінцевий результат.

Тому необхідно провести детальний аналіз існуючих методів та моделей, що використовуються при рішенні задач побудови проектів міських пасажирських перевезень. Із обов'язковим зазначенням особливостей їх застосування.

2.2 Методи побудови маршрутної транспортної мережі

Першочерговим завданням міських пасажирських перевезень є задоволення потреб мешканців міста у переміщеннях між місцями їх проживання та місцями прикладання праці, відпочинку, тощо. При цьому

повинні забезпечувати мінімум відстані переміщення або витрат часу, коштів, стомлюваності [19, 30-33].

Саме такі підходи повинні слугувати критеріями оптимізації побудови маршрутних транспортних мереж.

На сьогодні структурна схема побудови маршрутних транспортних мереж (рис. 2.1) складається із наступних основних етапів [19]:

- 1) визначення основних пасажироутворюючих та пасажиро-поглинаючих пунктів із наступною їх прив'язкою до вулично-дорожньої мережі;
- 2) об'єднання всіх пунктів тяжіння пасажиропотоків в єдину транспортну мережу;
- 3) визначення відстані (часу) переміщення між двома сусідніми пунктами;
- 4) визначення обсягів відправлення та прибуття пасажирів в кожному із пунктів;
- 5) розрахунок пасажиропотоків між пунктами тяжіння;
- 6) маршрутизація транспортної мережі.

Рисунок 2.1- Структурна схема побудови маршрутної транспортної мережі

Складність побудови маршрутної транспортної мережі полягає в тому, що кожен із перелічених етапів може бути вирішений за допомогою багатьох методів. Кожен із яких має свої переваги та недоліки. Тому саме від вибору методів рішення етапів маршрутизації транспортної мережі залежить кінцевий результат.

Тому в подальшому розглянемо більш детально кожен із етапів та методів, якими можливо його вирішити.

2.2.1 Методи рішення транспортних задач

Початковим етапом всіх транспортних задач є побудова транспортної мережі, використовуючи теорію графів [34-36].

Так за вершини графа приймаються центри транспортних районів (пункти тяжіння пасажиропотоків), а дугами є ділянки вулично-дорожньої мережі (рис. 2.2) [2,6,19, 30].

Рисунок 2.2 - Зображення топологічної схеми транспортної мережі

1 – вершина (центр транспортного району);

1 — 2 – дуга (ділянка вулично-дорожньої мережі); цифра 2 – чисельне вираження критерію оптимізації

В даному випадку метою оптимізації є пошук найкоротших шляхів (часу) переміщення між всіма пунктами тяжіння пасажиропотоків. Для пошуку найкоротших шляхів використовуються ітераційні алгоритми поетапного нарощування й корекції дерева найкоротших шляхів [37].

До основних алгоритмів рішення задачі пошуку найкоротших шляхів на графі відносяться [36]:

- алгоритм Дейкстри;
- алгоритм Беллмана-Форда;
- алгоритм пошуку A^* ;
- алгоритм Флойда-Уоршелла;
- алгоритм Джонсона;
- алгоритм Лі та ін.

Найбільш розповсюдженим методом є алгоритм Дейкстри, що заснований на пошуку найкоротшої відстані від однієї вершини графу до всіх інших. Але алгоритм працює тільки для графів без дуг від'ємної ваги [37].

Алгоритмами, що можуть допускати дуги з від'ємною вагою є алгоритм Беллмана-Форда та Джонсона. При цьому складність рішення задачі збільшується в декілька разів [38-39].

Перелічені алгоритми можуть знаходити найкоротші відстані в статичному вигляді натомість алгоритм Флойда-Уоршелла є динамічним алгоритмом для знаходження найкоротших відстаней між всіма вершинами зваженого орієнтованого графа. Недоліком є складність пошуку із великою кількістю ітерацій [40].

Всі інші алгоритми є більш складними і використовуються для рішення нетипових задач.

Знайдені таким чином найкоротші відстані між всіма вершинами транспортної мережі утворюють матрицю найкоротших відстаней.

Але це є проміжним етапом, так як всі транспортні задачі зводяться до наступної залежності:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{ij} \cdot Q_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де k_{ij} – критерій оптимізації (відстань, час, витрати);

Q_{ij} – обсяги перевезень із i -го пункту в j -ий пункт.

Рішення задачі такого класу є ітераційними і включає декілька фаз. Першочерговою є побудова опорного плану методами північно-західного кута, мінімального значення цільового елемента, подвійної переваги та апроксимації Фогеля [35, 41].

Наступна фаза це перевірка опорного плану на оптимальність. Для цього, в основному використовується метод потенціалів. Неоптимальний план підлягає корегуванню шляхом перерозподілу обсягу із найменш до найбільш привабливих клітин. При цьому кількість ітерацій залежить від вибору методу побудови оптимального плану й триває доки не буде отримано оптимального варіанту.

Такий підхід застосовується для детермінованих транспортних задач. Більш складні задачі, з обмеженнями пропускної здатності, багатопродуктові вирішуються із застосуванням ймовірнісних моделей динамічного програмування.

Окремим типом транспортних задач є задача комівояжера [34,36]. Суть, якої полягає у знаходженні найкоротшого маршруту, що проходить через усі вершини графу хоча б один раз із завершенням в початковому пункті.

Існують такі різновиди задачі комівояжера [34, 36-37]:

- геометрична;
- метрична;
- симетрична;
- асиметрична.

Методи знаходження оптимального рішення є:

- повного перебору;
- випадкового перебору;
- "жадібні" алгоритми (метод найближчого сусіда; метод включення найближчого міста; метод самого дешевого включення);

- метод мінімального остовного дерева;
- метод імітації отжигу;
- метод імітації та границь;
- метод генетичних алгоритмів та ін.

Застосування кожного методу залежить від кількості пунктів, які включаються в маршрут, тому, що задача комівояжера відноситься до NP-повних задач.

Отже при побудові транспортної мережі необхідно дотримуватися основних положень теорії графів та методів рішення транспортних задач.

2.2.2 Методи визначення обсягів відправлення

Головним напрямком визначення попиту на перевезення є отримана інформація від мешканців міста, про мету поїздки, частість поїздок, пункт призначення, умови пересування та інше [19, 30, 33, 42-43].

Така інформація може бути отримана шляхом анкетного обстеження користувачів пасажирського транспорту. Всі методи можна розподілити на дві групи [19, 43]:

I - анкетні обстеження у місцях відправлення;

II - анкетні обстеження у місцях прибуття.

До першої групи відносяться опитування самих мешканців міста із залученням значної групи дослідників, які повинні видати анкети, проконсультувати по основних моментах, обробити інформацію на що потрібно витрати час. Саме великі витрати часу на обробку інформації є основним недоліком такого підходу.

Для усунення цього недоліку була розроблена анкета опитування у місцях роботи мешканців міста. де відповідний відділ повідомляв про загальну кількість працюючих на підприємстві установи, закладі та з яких транспортних районів вони відправляються.

Це значно скорочує час на проведення опитування, але не забезпечує правдивості інформації щодо місць проживання мешканців.

Але отримана таким чином інформація дозволяє сформувати уявлення про майбутні кореспонденції між пунктами відправлення й прибуття з незначною похибкою.

2.2.3 Методи визначення кореспонденцій

Дуже важливим фактором пасажирських перевезень є зміна пасажирських потоків у просторі та часі. Отримати таку інформацію можливо шляхом моделювання. При цьому вихідною інформацією є наявні кореспонденції між усіма пунктами транспортної мережі [19, 22, 30, 44].

Базовою моделлю розрахунку кореспонденцій є гравітаційна модель, яка має наступний вигляд [18, 30]:

$$H_{ij} = k \cdot NO_i \cdot HP_j \cdot d_{ij}, \quad (2.2)$$

де H_{ij} – потенційні кореспонденції між районами, що можуть бути отримані відповідно до повної аналогії гравітаційного закону;

k – калібрувальний коефіцієнт;

NO_i – обсяг відправлення пасажирів із району i за розрахунковий період;

HP_j – обсяг прибуття пасажирів у район j за розрахунковий період;

d_{ij} – функція тяжіння, яка відображає відстань або витрати часу та коштів на переміщення з району i у район j .

При цьому ключовим питанням є отримання адекватної, до умов переміщення, функції тяжіння. На сьогодні існують такі різновиди функції тяжіння [18-19,22,30-31]:

$$d_{ij} = \frac{a}{t_{ij}^n}, \quad (2.3)$$

$$d_{ij} = \frac{1}{t_{ij}^n}, \quad (2.4)$$

$$d_{ij} = a \cdot e^{-bt_{ij}}, \quad (2.5)$$

$$d_{ij} = a \cdot e^{-bt_{ij}^n}, \quad (2.6)$$

де a, b – емпіричні коефіцієнти;

n – показник степені.

Шляхом підбору функцій тяжіння і подальшим моделюванням розподілу кореспонденцій по дугах транспортної мережі стає можливим побудова маршрутної мережі. На основі, якої відбуваються розрахунки параметрів кожного із запропонованих маршрутів руху пасажирського транспорту.

Таким чином ми бачимо, що задача маршрутизації транспортної мережі є багатofакторною та багатокроковою. При цьому нелінійність функцій тяжіння накладає свої умови по формуванню комбінацій маршрутів.

Тому такі задачі можливо вирішувати лише методом динамічного програмування із використанням ймовірнісних моделей.

2.3. Визначення параметрів проектів маршрутів міських пасажирських перевезень

Результатом моделювання маршрутної транспортної мережі є матриця кореспонденцій між усіма її пунктами. Що дає змогу [18-19, 31]:

1) визначати пасажиропотоки на дугах мережі запропонованих маршрутів;

2) визначити основні техніко-експлуатаційні показники.

Важливість достовірної інформації щодо пасажиропотоків на дугах утворених маршрутів полягає, в тому, що на її основі обирається номінальна місткість транспортних засобів, які потрібні для освоєння пасажиропотоків. Так встановлено залежність потрібної номінальної місткості транспортних засобів від величини максимального пасажиропотоку (табл. 2.1) [42].

Таблиця 2.1 - Характеристика вибору номінальної місткості транспортних засобів

Пасажиропотік у години «пік» в одному напрямку, пас.	200-1000	1000-1800	1800-2600	2600-3800	3800 та більше
Місткість автобуса (кількість місць для сидіння та проїзду стоячи), місць	40	65	80	110	180

Наступним етапом є визначення пасажиропотоків за годинами доби [19]:

$$F_t = F_{\max} \cdot k_{\text{нер}}, \quad (2.7)$$

де F_t – пасажиропотік у період часу t , пас.;

$F_{\max}$ – максимальний пасажиропотік, пас.;

$k_{\text{нер}}$ – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку по годинах доби.

Маючи зміну пасажиропотоків по годинах доби та номінальну місткість транспортних засобів потрібно визначити необхідну кількість транспортних засобів по кожній годині доби за залежністю [19]:

$$A_t = \frac{F_t \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma_c}, \quad (2.8)$$

де $t_{об}$ – час оборту на маршруті, год.;

q_n – номінальна місткість транспортного засобу, пас.;

γ_c – статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортних засобів.

Визначити час оборту на маршруті можна за формулою [30]:

$$t_{об} = t_{пyx} + t_{н.з} + t_{к.з}, \quad (2.9)$$

де $t_{пyx}$ – час руху, год.;

$t_{н.з}$ – час стоянки на проміжних зупиночних пунктах, год.;

$t_{к.з}$ – час стоянки на кінцевих зупиночних пунктах, год.

Обмеживши кількість транспортних засобів, по годинах доби відповідно мінімальним та максимальним значеннями дозволяє провести розрахунок графіку роботи транспортних засобів на маршруті [19]

$$A_{\min} = \frac{t_{об}}{I_{\max}}, \quad (2.10)$$

$$A_{\max} = A_t^{\max} \cdot k_{деф}, \quad (2.11)$$

де $I_{\max}$ – максимальний інтервал руху транспортних засобів на маршруті, хв.;

k_{def} – коефіцієнт дефіциту.

Знаючи кінцевий розподіл транспортних засобів по годинах доби стає можливим складання розкладу руху транспортних засобів. При цьому необхідно визначити інтервали руху транспортних засобів по годинах доби [19]

$$I_t = \frac{t_{об}}{A_t}, \quad (2.12)$$

де I_t – інтервал руху транспортних засобів у період часу t , хв.

Це дає змогу розрахувати: час заїзду (виїзду) транспортних засобів з транспортного підприємства із урахуванням нульового пробігу; час обіду або відстою; час в наряді.

Отримавши повну інформацію щодо параметрів кожного маршруту, необхідним є вибір марки (моделі) транспортних засобів, що буде працювати на маршруті на основі економічних розрахунків.

2.4 Складання бізнес-плану проекту міських пасажирських перевезень

Розглянуті вище етапи проектів міських пасажирських перевезень є технічними з точки зору їх впливу на процес введення маршруту в дію.

Згідно з діючим законодавством [45] всі міські пасажирські маршрути є власністю міста й передаються в експлуатацію суб'єктам господарювання на основі відкритих торгів. Для цього кожен учасник торгів, попередньо ознайомившись із лотами, повинен представити повну інформацію щодо змоги виконувати такі перевезення.

В світовій практиці такою інформацією є бізнес-план. Тому що дає відповідь на питання, чи потрібно вкладати кошти в даний інвестиційний проект [46].

Існують вже розроблені міжнародні стандарти методики підготовки бізнес-планів, техніко-економічних обґрунтувань та інвестиційних меморандумів, а саме [47]:

- 1) метод UNIDO;
- 2) метод ЄБРР;
- 3) метод BFM Group;
- 4) метод KPMG.

В спрощеному та адаптованому до міських пасажирських перевезень вигляді структура бізнес-плану містить наступні розділи [1,47-48]:

- 1) Коротка характеристика проекту(резюме).
- 2) Характеристика галузі.
- 3) Характеристика послуги.
- 4) Розміщення об'єкту.
- 5) Аналіз ринку.
- 6) Запланований обсяг послуг.
- 7) Забезпеченість послуг основними факторами виробництва.
- 8) Маркетинговий план.
- 9) Організаційний план та управління персоналом.
- 10) Оцінка ризиків.
- 11) Фінансовий план.
- 12) Додатки.

При чому порівняння різних варіантів проекту та вибір найкращого з них можливо зробити за допомогою таких показників ефективності [1,48]:

- 1) чиста приведена вартість;
- 2) індекс доходності (рентабельність);
- 3) внутрішня норма доходності;
- 4) період окупності.

Показник чиста приведена вартість представляє собою різницю між усіма грошовими притоками та відтоками, що приведені до поточного моменту часу [49]:

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (2.13)$$

де NPV чиста приведена вартість;

CF_t – потік платежів за період часу t ;

IC – початкові інвестиції;

N – кількість років;

i – ставка дисконтування.

Показник індексу доходності (рентабельності) є відношенням суми дисконтованих грошових потоків до початкових інвестицій [50]

$$PI = \frac{1}{IC} \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (2.14)$$

де PI – індексу доходності (рентабельності).

Показник внутрішня норма доходності представляє собою процентну ставку, при якій чиста приведена вартість дорівнює нулю [51]

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0, \quad (2.15)$$

або

$$IC = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}, \quad (2.16)$$

де IRR – внутрішня норма доходності.

Показник період окупності є мінімальним часовим інтервалом (від початку виконання проекту) за межами якого інтегральний ефект становиться і в подальшому залишається невід'ємним [32]

$$PP = N \quad \text{при} \quad \sum_{t=1}^N CF_t > IC, \quad (2.17)$$

де PP – період окупності.

Кожен із розглянутих показників в тій чи іншій мірі може дати відповідь на питання, який із варіантів вибору марки транспортних засобів краще. Але головним параметром розглянутих моделей (2.13) - (2.16), що враховує майбутні ризики проекту є ставка дисконтування. При чому по суті це є норма прибутку, яка закладається в проект.

Недоліком такого підходу є неврахування ймовірності результату події, що може відбутися. В такому випадку необхідно дослідити, які параметри мають властивості стохастичності й для кожного з них визначити ймовірності настання події.

2.5 Методи визначення розподілу випадкових величин

Для того, щоб визначити розподіл випадкових величин необхідно [52]:

- 1) представити експериментальні або статистичні дані (у вигляді ряду, гістограми або полігону);
- 2) визначення параметрів закону розподілу;
- 3) перевірка узгодженості теоретичних й статистичних розподілених величин за критеріями узгодженості;
- 4) побудова графіку теоретичної кривої розподілу.

Аналізуючи існуючі підходи до визначення розподілу випадкових величин, виявлено розподіл на дискретні та безперервні.

Відмінністю є кінцева кількість можливих значень для дискретних, та безкінечною кількістю для безперервних випадкових величин.

До основних дискретних розподілів випадкових величин відносяться [52-53]:

1) Розподіл Пуассона

$$P(k) = \frac{a^k}{k!} \cdot e^{-a}, \quad (2.18)$$

де a – параметр закону Пуассона.

2) Біноміальний розподіл

$$P(k) = \frac{h!}{k!(h-k)!} \cdot p^k \cdot (1-p)^{h-k}, \quad (2.19)$$

де h, k – відповідно кількість незалежних та успішних дослідів.

3) Геометричний розподіл

$$P(k) = (1-p)^{k-1} \cdot p, \quad (2.20)$$

До основних безперервних розподілів випадкових величин відносяться [48 -49]:

1) Нормальний розподіл (Гауса)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.21)$$

де μ – середнє значення випадкової величини;

σ – середнє квадратичне відхилення.

2) Розподіл Лапласа

$$f(x) = \frac{\alpha}{2} \cdot e^{-\alpha|x-\beta|}, \quad (2.22)$$

де α – параметр масштабу;

β – параметр здвигу.

3) Гамма-розподіл

$$f(x) = x^{k-1} \frac{e^{-\frac{x}{\Theta}}}{\Theta^k \cdot \Gamma(k)}, \quad (2.23)$$

де k, Θ – коефіцієнти масштабу;

$\Gamma(k)$ – гамма-функція Ейлера.

4) Показниковий розподіл (експоненціальний)

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad (2.24)$$

де λ – параметр розподілу.

5) Розподіл хі-квадрат

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{k}{2}} \cdot \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \cdot x^{\frac{k}{2}-1} \cdot e^{-\frac{x}{2}}, \quad (2.25)$$

де k – число ступенів свободи;

$\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)$ – гамма-функція.

6) Розподіл Стюдента

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right) \cdot \sqrt{k \cdot \pi}} \cdot \left(1 + \frac{x^3}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}}, \quad (2.26)$$

7) Розподіл Релея

$$f(x) = \frac{x}{\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.27)$$

8) Розподіл Вейбула

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} (x - x_{\min})^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{(x-x_{\min})^\alpha}{\beta}}, \quad (2.28)$$

де α, β – параметр розподілу.

9) Розподіл Максвелла

$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{x^2}{\sigma_c^3} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma_c^2}}, \quad (2.29)$$

10) Бета-розподіл

$$f(x) = \frac{\Gamma(\gamma + \eta)}{\Gamma(\gamma) \cdot \Gamma(\eta)} \cdot x^{\gamma-1} \cdot (1-x)^{\eta-1}, \quad (2.30)$$

де γ, η – параметр розподілу.

Відповідно до вище наведеної методики необхідно виконати перевірку на узгодженість за відповідними критеріями. Такими критеріями є [52,53]:

1) Хі-квадрат (Пірсона)

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - f_i')^2}{f_i}, \quad (2.31)$$

де N – загальна кількість вимірів;

f_i, f_i' – відповідно фактична та теоретична частоти.

2) Критерій Фішера

$$F_p = \frac{\sigma^2(y)_0}{\sigma^2(y)_{заг}}, \quad (2.32)$$

де $\sigma^2(y)_0$ – залишкова дисперсія;

$\sigma^2(y)_{заг}$ – залишкова дисперсія відтворюваності.

3) Критерій Стюдента

$$t_p = \frac{|b_j|}{\sigma^2(b_j)}, \quad (2.33)$$

де $|b_j|$ – абсолютне значення величини коефіцієнта математичної моделі, який оцінюють.

4) Критерій Колмагорова

$$\lambda_p = \frac{d_{\max}}{\sqrt{N}}, \quad (2.34)$$

де $d_{\max}$ – різниця між значеннями накопичених частот емпіричного й обчисленого рядів.

Останнім часом широко використовується як критерій узгодженості - середня помилка апроксимації [19]

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i^{\phi} - y_i^m}{y_i^{\phi}} \right|, \quad (2.35)$$

де y_i^{ϕ}, y_i^m – фактичне та розрахункове за математичною моделлю значення параметру відповідно.

Таким чином необхідно визначити фактори, що будуть впливати на ймовірність настання події, отримати чисельні значення та побудувати функцію розподілу.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ПРОЕКТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Визначення закономірностей формування вартісної оцінки проектів міських пасажирських перевезень

Визначивши у другому розділі, що процеси які протікають при виконанні пасажирських перевезень носять стохастичний характер, було проаналізовано результати роботи самих підприємств за 2008-2013 роки.

Результати аналізу фінансово-економічної діяльності суб'єктів господарювання, при виконанні пасажирських перевезень у м. Харкові (на маршрутах № 119, 305 та 307) дозволили виявити розбіжності між запланованими значеннями показників та реальними даними (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Характеристика витрат суб'єктів господарювання при виконанні пасажирських перевезень у м. Харкові

Обсяг перевезень, Q , пас.	Пробіг на маршруті, L , км	Витрати на паливо, $З_{нал}$, грн.	Витрати на мастильні матеріали, $З_m$, грн.	Витрати на ТОіР, $З_{ТОіР}$, грн.	Витрати на шини, $З_{шин}$, грн.
1	2	3	4	5	6
512550	256121,2	204517,5	976,79	20445,94	8492,25
523120	261403,1	204721	976,4	20466,27	8500,7
412870	206311,1	204924,5	977,28	20486,59	8509,15
493920	246811,8	205128	977,66	20506,92	8517,6
516648	258169,2	205331,5	979,02	20527,24	8526,05
527301	263492,2	205535	981,35	20547,56	8961,23

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
416580	208164,9	205942	982,61	19907,48	8978,97
498847	249274,1	206349	981,64	20628,86	8996,72
522314	261000,1	206756	982,61	19986,08	9014,46
534652	267165,4	207570	989,4	20730,48	9049,95
422379	211062,7	207977	991,34	20771,13	9058,82
496891	248296,6	204721	1018,5	20445,94	8916,86
520016	259851,8	205026,3	1038,87	19809,22	7998,6
530738	265209,9	205229,8	1027,16	20506,92	8006,54
424483	212114,3	208180,5	1053,13	20104	8117,75
540750	270212,8	209605	1049,06	20241,56	8173,35
486450	243079,1	210622,5	1054,15	20339,82	8213,06
535503	267590,9	206247,3	832,75	18958,76	8046,26
435346	217542,6	212657,5	861,6	19444,88	8252,78
553455	276561,5	213675	857,48	19444,88	8252,78
469521	234619,4	202482,5	818,73	20222,38	9491,21
527301	263492,1	202279	819,06	20202,06	9481,66
415338	207544,4	202075,5	818,32	20181,73	9472,11
524975	262329,9	201872	817,99	20161,41	9462,56
469504	234611	201668,5	816,83	20141,08	9453,02
499950	249825	201465	862,79	20120,76	9443,47
439660	219698,1	201058	861,65	20080,11	9424,37
523887	261786,2	200651	862,52	20039,46	6825,07
468052	233885,6	200244	861,65	19998,82	6811,21
496880	248290,7	199430	855,54	19937,84	6783,49
436951	218344,3	199023	853,79	19897,2	6776,56

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
530250	264965,8	202279	892,4	19553,74	8147,32
473984	236849,6	201973,8	874,55	19514,44	8130,93
504721	252209,2	201770,3	884,81	19494,78	8122,73
438250	218993,6	198819,5	862,06	19219,66	8007,98
519517	259602,5	197395	865,63	19734,6	7950,61
462694	231208,1	196377,5	861,17	19632,98	7909,62
504185	251941,1	200752,8	883,48	20059,79	8081,75
430095	214918,5	194342,5	852,24	19531,36	7868,64
510840	255266,9	193325	856,7	19531,36	7868,64
410040	229263,6	200099,5	873,07	18983,22	7780,51
418496	233991,6	204226,1	889,83	19374,68	7940,96
330296	184676,8	161184,5	702,23	15291,36	6267,37
395136	220930,4	192826,4	839,58	18293,17	7497,71
413319	231096,8	201699,5	878,56	19134,93	7842,72
421841	235861,6	205858,2	897,92	19529,45	8004,43
333264	186336,1	162632,7	708,89	15428,68	6323,68
399078	223134,5	194750	846,37	18475,56	7572,5
417851	233630,9	203911,2	885,31	19344,62	7928,72
427721	239149,7	208728	908,91	19782,11	8116,01
337903	188930,1	164896,7	718,04	15628,02	6405,44
397513	222259,5	193986,4	839,68	18384,98	7535,31
416012	232603	203014,1	894,99	19250,13	7889,92
424591	237399,2	207200,2	902,26	19647,05	8052,61
339587	189871,4	165718,3	729,38	15705,88	6437,36
432600	241877,5	211108,8	919,28	20007,75	8200,62

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
389160	217589,1	189910,1	826,97	17998,65	7377,18
428402	239530,5	209060,4	907,21	19823,39	8124,93
348277	194730,5	169959,3	740,09	16030,75	6570,62
442764	247560,4	216068,8	931,91	20282,81	8313,43
375616	210016,6	183300,8	796,58	17372,26	7120,16
421841	235861,6	205858,2	895,87	19510,12	7996,37
332270	185780,7	162148	705,72	15367,51	6298,48
419980	234821,2	204950,1	892,55	19424,07	7961,08
375603	210009	183294,2	797,91	17371,63	7119,87
399960	223627,6	195180,5	848,46	18498,15	7581,58
351728	196659,9	171643,3	746,67	16267,42	6667,28
419109	234334,5	204525,4	892,41	19383,81	7944,53
374442	209359,7	182727,5	798,11	17317,92	7097,81
397504	222254,2	193981,8	844,7	18403,3	7534,94
349561	195448,1	170585,6	742,82	16183,71	6632,91
424200	237180,7	207009,5	906,87	19638,98	8049,19
379187	212012,8	185043,2	795,62	17546,22	7191,44
403777	225761,8	197043,2	858,03	18684,1	7657,8
350600	196029,3	171092,8	736,64	16231,85	6652,64
415613	232379,9	202819,4	883,18	19241,94	7886,27
370155	206963	180635,7	786,58	17137,41	7023,69
403348	225521,8	196833,7	860,15	18664,29	7649,64
344076	192381,5	167909,1	731,16	16013,5	6563,03
408672	228498,9	199432,1	877,57	19119,95	7836,18

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
615060	271661,8	229929,9	1119,58	21856,36	9369,41
627744	277264,1	234671,6	1141,08	22307,06	9562,63
495444	218829,4	185213,5	900,5	17605,73	7547,26
592704	261787,5	221572,5	1076,64	21061,87	9028,86
619978	273834	231768,5	1126,63	22031,03	9444,33
632761	279480	236547,1	1151,45	22485,25	9639,06
499896	220795,6	186877,6	909,04	17763,83	7615,08
598617	264399,1	223783	1085,34	21271,86	9118,93
626776	276836,6	234309,9	1135,28	22272,46	9547,89
641582	283376,1	239844,8	1165,54	22776,16	9773,43
506855	223869,2	189479,2	920,79	17993,34	7713,53
596270	263362,4	222905,5	1076,76	21167,57	9074,15
624019	275618,7	233279	1147,7	22163,66	9501,17
636886	281301,9	238089,2	1157,01	22620,66	9697,09
509380	224984,6	190423,2	935,32	18082,99	7751,97
648900	286608,3	242580,5	1178,84	23035,95	9875,31
583740	257828,2	218221,5	1060,46	20722,77	8883,71
642604	283827,3	240226,7	1163,37	22823,68	9784,17
522416	230742,3	195296,4	949,06	18457,02	7912,44
664146	293342,2	248279,9	1195,04	23352,64	10011,17
563425	248855,3	210626,9	1021,5	20001,58	8574,21
632761	279479,9	236547,1	1148,82	22463,01	9629,36
498406	220137,4	186320,6	904,98	17693,4	7584,73
629970	278247,1	235503,7	1144,56	22363,92	9586,86

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
563404	248846,3	210619,3	1023,21	20000,85	8573,87
599940	264983,5	224277,6	1088,02	21297,87	9129,85
527592	233028,6	197231,5	957,49	18729,52	8028,85
628664	277670,4	235015,6	1144,39	22317,57	9566,94
561662	248076,9	209968,1	1023,46	19939,01	8547,3
596256	263356,1	222900,2	1083,2	21188,67	9073,69
524341	231592,7	196016,2	952,55	18633,14	7987,46
636300	281043	237870,1	1162,92	22611,37	9692,97
568780	251220,7	212629	1020,27	20201,87	8660,05
605665	267512,3	226417,9	1100,29	21511,96	9221,65
525900	232281,3	196599	944,63	18688,56	8011,21
623420	275354,3	233055,2	1132,55	22154,23	9496,77
555233	245237	207564,5	1008,67	19731,18	8458,04
605022	267227,9	226177,2	1103,02	21489,15	9211,82
516114	227959	192940,7	937,61	18437,16	7903,3
613008	270755,6	229163	1125,35	22013,78	9436,46
717570	282517,6	241318,8	1201,75	23467,36	9922,97
732368	288343,7	246295,4	1224,83	23951,29	10127,6
578018	227573,9	194387,5	966,6	18903,43	7993,16
691488	272248,7	232547,4	1155,66	22614,31	9562,29
723308	284776,6	243248,4	1209,32	23654,92	10002,31
738221	290648,2	248263,8	1235,96	24142,62	10208,54
583212	229618,7	196134	975,76	19073,18	8064,98

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
698386	274964,7	234867,4	1165	22839,78	9657,69
731239	287899,2	245915,7	1218,6	23914,14	10111,99
748512	294700	251724,7	1251,08	24454,97	10350,86
591330	232815,2	198864,4	988,37	19319,61	8169,25
695648	273886,5	233946,4	1155,79	22727,81	9610,26
728022	286632,6	244833,7	1231,93	23797,32	10062,51
743034	292542,9	249882,2	1241,93	24288	10270
594277	233975,2	199855,2	1003,97	19415,87	8209,96
757050	298061,4	254595,9	1265,36	24733,91	10458,76
681030	268131,2	229030,4	1138,29	22250,22	9408,57
749704	295169,3	252125,6	1248,75	24505,99	10362,22
609485	239963	204969,8	1018,71	19817,47	8379,91
774837	305064,4	260577,7	1282,75	25073,94	10602,64
657329	258799,8	221059,7	1096,47	21475,87	9080,78
738221	290648,1	248263,7	1233,14	24118,73	10198,27
581473	228934,3	195549,4	971,4	18997,56	8032,85
734965	289366,1	247168,6	1228,56	24012,34	10153,27
657305	258790,4	221051,7	1098,31	21475,1	9080,42
699930	275572,4	235386,5	1167,87	22867,71	9669,26
615524	242340,6	207000,7	1027,76	20110,05	8503,2
733441	288766,3	246656,3	1228,38	23962,58	10132,16
655273	257990,3	220368,2	1098,58	21408,7	9052,28
695631	273880	233940,9	1162,7	22750,46	9609,77
611731	240847,3	205725,2	1022,46	20006,57	8459,37
742350	292273,7	249652,2	1248,27	24278,03	10265,64

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
663577	261259,7	223160,9	1095,15	21690,93	9171,7
706610	278202,3	237632,8	1181,05	23097,59	9766,47
613550	241563,4	206336,9	1013,96	20066,08	8484,52
727324	286357,7	244598,9	1215,67	23787,2	10057,85
647771	255036,9	217845,5	1082,7	21185,55	8957,75
705858	277906,6	237380,2	1183,98	23073,09	9756,07
602133	237068,4	202497,4	1006,42	19796,15	8370,24
715176	281575,2	240513,9	1207,95	23636,39	9993,97

Для виявлення характеру розподілу цих розбіжностей було визначено відхилення між планом та фактичними даними, так як фінансові показники мали значні коливання в натуральних показниках. Результатом цих досліджень стали графіки розподілу відхилень існуючих витрат на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування і ремонт, та шини від розрахованих за детермінованими залежностями.

Так як графіки були побудовані із використанням програмного продукту Statistica, то відповідно на кожному із них відображається крива закону розподілу випадкових величин. Як видно із графіків (рис. 3.1 – 3.4) всі вони описуються нормальним законом розподілу випадкових величин. Відповідно функція розподілу випадкових величин за нормальним законом має наступний вигляд [54]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3.1)$$

де a – математичне очікування, медіана й мода розподілу;

σ – стандартне відхилення (σ^2 – дисперсія) розподілу.

Рисунок 3.1 - Графік розподілу відхилень існуючих витрат на паливо від розрахункових значень

Рисунок 3.2 - Графік розподілу відхилень існуючих витрат на мастильні матеріали від розрахункових значень

Для перевірки гіпотези про відповідність статичного розподілу з теоретичними було використано критерій Пірсона (χ^2) [53], який також розраховано в програмі Statistica.

Так для розподілу витрат на паливо критерій Пірсона становить $\chi^2 = 13,83$ при кількості ступенів свободи $df = 7$. При цьому ймовірність відповідності склала $p = 0,05425$, що більше прийнятої 0,05. Таким чином можна стверджувати, що відхилення реальних витрат на паливо від розрахованих описуються нормальним законом.

Рисунок 3.3 - Графік розподілу відхилень існуючих витрат на технічне обслуговування і ремонт від розрахункових значень

Для інших видів витрат критерій Пірсона склав:

- мастильні матеріали $\chi^2 = 8,52$ при кількості ступенів свободи $df = 7$
 ймовірність відповідності склала $p = 0,28893$, що більше прийнятої 0,05;

- технічне обслуговування і ремонт $\chi^2 = 13,72$ при кількості ступенів свободи $df = 7$ ймовірність відповідності склала $p = 0,05642$, що більше прийнятої 0,05;

- шини $\chi^2 = 13,65$ при кількості ступенів свободи $df = 7$ ймовірність відповідності склала $p = 0,05859$, що більше прийнятої 0,05.

Рисунок 3.4 - Графік розподілу відхилень існуючих витрат на шини від розрахункових значень

Для врахування стохастичності перевізного процесу доцільно враховувати такі відхилення, шляхом розподілу i -го обсягу перевезень за період часу t

$$\varphi_i = \frac{Q_{ii}}{Q_{cct}}, \quad (3.2)$$

де Q_{ii} – i -ий обсяг перевезень за період часу t , пас.;

Q_{cct} – середній обсяг перевезень, розрахований за детермінованими моделями, пас.

При чому за нормальним законом, i -ий обсяг перевезень не повинен виходити за межі $\pm 3\sigma$

$$Q_{ti} = Q_{cct} \pm 3\sigma, \quad (3.3)$$

Так як всі розглянуті вище витрати залежать від пробігу на маршруті, то відповідно першим елементом, що буде враховувати стохастичності перевізного процесу, стане пробіг

$$L_{ti} = \frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}}, \quad (3.4)$$

де l_m – довжина маршруту, км;

N_{pt} – кількість рейсів виконаних за період часу t .

Відповідно залежності (3.4) витрати на паливо будуть визначатися

$$Z_{нали} = \left[\left(\frac{2l_m \cdot N_{pt} \cdot Q_{ti}}{Q_{cct}} \cdot H_{ни} / 100 \right) \cdot K_{вг} + H_{нз} \right] \cdot C_{нал} \cdot K_{нал}, \quad (3.5)$$

де $H_{ни}$ – норма витрат палива, л/100 км;

$K_{вг}$ – коефіцієнт обліку внутрішньогаражних витрат;

$H_{нз}$ – норма витрат палива в зимовий період, л;

$C_{нал}$ – ціна палива, грн.;

$K_{нал}$ – коефіцієнт обліку витрат на доставку та придбання палива.

В свою чергу витрати на мастильні матеріали можна буде розрахувати за наступною залежністю

$$3_{\text{мті}} = \left[\left(\frac{2l_{\text{м}} \cdot N_{\text{pt}} \cdot Q_{\text{ті}}}{Q_{\text{сст}}} \cdot H_{\text{нн}} / 100 \right) \cdot K_{\text{бз}} + H_{\text{пз}} \right] \cdot (C_{\text{м}} \cdot H_{\text{м}} + C_{\text{з.м}} \cdot H_{\text{з.м}}), \quad (3.6)$$

де $C_{\text{м}}$ – ціна одного літра масла, грн.;

$C_{\text{з.м}}$ – ціна одного кілограма змащення, грн.;

$H_{\text{м}}$ – норма витрати масла, л/100 км;

$H_{\text{з.м}}$ – норма витрати змащення, кг/100 км.

Таким самим чином можна буде визначити витрати на виконання технічного обслуговування і ремонт

$$\begin{cases} 3_{\text{ТОіРті}} = \frac{2l_{\text{м}} \cdot N_{\text{pt}} \cdot Q_{\text{ті}}}{Q_{\text{сст}}} \cdot \frac{H_{\text{ТОіР}}}{1000}, & \text{якщо } \varphi_i \leq 1 \\ 3_{\text{ТОіРті}} = \left(\frac{2l_{\text{м}} \cdot N_{\text{pt}} \cdot Q_{\text{ті}}}{Q_{\text{сст}}} \cdot \frac{H_{\text{ТОіР}}}{1000} \right) \cdot \frac{1 + \varphi_i}{\varphi_i}, & \text{якщо } \varphi_i > 1 \end{cases}, \quad (3.7)$$

де $H_{\text{ТОіР}}$ – норма витрат на технічне обслуговування і ремонт, грн./1000 км.

Також витрати на шини можна буде розрахувати за наступним виразом

$$3_{\text{шинті}} = \left(\frac{2l_{\text{м}} \cdot N_{\text{pt}} \cdot Q_{\text{ті}}}{Q_{\text{сст}}} \cdot C_{\text{шин}} \cdot N_{\text{шин}} / 100 \right) \cdot K_{\text{шин}}, \quad (3.8)$$

де $C_{\text{шин}}$ – ціна однієї шини, грн.;

$N_{\text{шин}}$ – кількість шин;

$K_{\text{шин}}$ – коефіцієнт обліку поточних витрат на шини.

В свою чергу витрати на заробітну плату водіїв та управлінського персоналу будуть визначатися за залежностями

$$3_{\text{воді}} = 3_{\text{вод}} \cdot N_{\text{вод}} \cdot m_t, \quad (3.9)$$

$$Z_{ynpt} = Z_{1ynp} \cdot N_{ynp} \cdot m_t (1 + H_{ynp} / 100), \quad (3.10)$$

де $Z_{1вод}$, Z_{1ynp} – заробітна плата одного водія та робітника управлінського персоналу відповідно, грн.;

$N_{вод}$ – кількість водіїв та робітників управлінського персоналу відповідно;

m_t – кількість місяців у періоді t ;

H_{ynp} – норма надбавок на заробітну плату, %;

Таким чином загальні витрати, пов'язані з процесом виконання пасажирських перевезень будуть складатися

$$Z_{загт} = (Z_{палт} + Z_{ммі} + Z_{ТОіРт} + Z_{шинт} + Z_{водт} + Z_{ynpt}) \cdot K_{заг.госп}, \quad (3.11)$$

де $K_{заг.госп}$ – коефіцієнт обліку загальногосподарських витрат.

Так як наведені вище залежності (3.5) – (3.8) є складовими загальних витрат (3.11) й мають стохастичний характер, то відповідно вони будуть впливати на процес формування бюджету витрат проекту.

3.2 Визначення закономірностей формування бюджету витрат проектів міських пасажирських перевезень

Вагомою складовою бюджету витрат є нарахування за запозиченим капіталом, який виражається як тіло кредиту й визначається за залежністю

$$TK = A \cdot (C_o + C_a) + A \cdot C_{оф} + C_{доо}, \quad (3.12)$$

де C_o – вартість доставки одного транспортного засобу, грн.;

C_a – вартість одного транспортного засобу, грн.;

C_{of} – витрати пов’язані з оформленням транспортного засобу, грн.;

C_{ood} – додаткові витрати, грн.

При чому витрати за кредитом становитимуть

$$C_{ii} = \frac{TK_{ii} \cdot C_T}{100}, \quad (3.13)$$

де C_T – процентна ставка за кредитом, %.

Так як з кожним періодом часу тіло кредиту має зменшуватися на суму погашень, то відповідно розрахувати його можна за залежністю

$$TK_{(t+1)i} = TK_{ii} - ЧП_{ii}, \quad (3.14)$$

де $ЧП_{ii}$ – чистий прибуток за період часу t , грн.

В свою чергу величина чистого прибутку залежить від виплачених податків з прибутку

$$ЧП_{ii} = ЗП_{ii} - ПП_{ii}, \quad (3.15)$$

де $ЗП_{ii}$ – загальний прибуток, грн.;

$ПП_{ii}$ – податок на прибуток, грн.

Так як податок на прибуток може нараховуватися при позитивному значенні прибутку відповідно повинна виконуватися умова

$$\begin{cases} ПП_{ii} = 0, \text{ якщо } ЗП_{ii} \leq 0 \\ ПП_{ii} = \frac{ЗП_{ii} \cdot П_n}{100}, \text{ якщо } ЗП_{ii} > 0 \end{cases}, \quad (3.16)$$

де Π_n – ставка податку на прибуток, грн.

Загальний прибуток можна визначити за залежністю

$$ЗП_{ii} = D_{ii} - ПДВ_{ii} + ПДВ'_{ii} - З_{заті} - C_{ii} - АВ_t, \quad (3.17)$$

де $ПДВ_{ii}, ПДВ'_{ii}$ – відповідно податок на додану вартість для відрахувань в бюджет та виплачений при покупці матеріалів, грн.;

$АВ_t$ – амортизаційні відрахування, грн.

Податок на додану вартість для відрахувань в бюджет можна визначити за залежністю

$$ПДВ_{ii} = D_{ii} \cdot \Pi_{\partial в} - ПДВ'_{ii}, \quad (3.18)$$

де $\Pi_{\partial в}$ – величина податку на додану вартість.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань використовується наступна залежність

$$АВ_t = \frac{БА_t \cdot H_A \cdot m_t}{100 \cdot 12}, \quad (3.19)$$

де $БА_t$ – балансова вартість транспортних засобів, грн.;

H_A – норма відрахувань на амортизацію, %.

Так як розрахунок параметрів проектів міських пасажирських перевезень відбувається на тривалий час (до 5 років), а світові економічні процеси можуть вносити свої корективи, то необхідно проводити процес дисконтування вартості проекту.

Це можливо за рахунок застосування коефіцієнта дисконтування або відсоткової ставки до суми капіталу або до права на такий капітал. При чому розрахунок ціни або поточної вартості до настання строку плати шляхом зменшення його вартості з використанням поточної відсоткової ставки.

При чому коригування поточних цін в зв'язку з очікуваними змінами прибутку або з якихось інших причин згідно з очікуваними майбутніми змінами цін на товари, курсів цінних паперів та валютних курсів.

Врахувати дані твердження математично можна використавши залежність

$$ЧП'_{ii} = \frac{ЧП_{ii}}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^t}, \quad (3.20)$$

де d – ставка дисконту, %;

Для визначення ставки дисконту можна скористатися декількома підходами, а саме:

- 1) шляхом визначення середньозваженої вартості капіталу;
- 2) шляхом розрахунку вартості власного капіталу;
- 3) шляхом врахування поправки на ризик неотримання передбачених проектом доходів;
- 4) визначення ставки дисконтування експертним шляхом.

3.3 Розробка алгоритму розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень

Використовуючи запропоновані в підрозділах 3.1 – 3.2 нові підходи до розрахунку проектів міських пасажирських перевезень дозволяють сформулювати основні етапи:

- I етап – визначення параметрів закону розподілу обсягів перевезень;
- II етап – визначення експлуатаційних характеристик роботи на маршруті;
- III етап – визначення витрат, пов'язаних з роботою транспортних засобів на маршруті;
- IV – визначення основних податків і зборів, пов'язаних із перевізним процесом;

V – визначення оцінних показників проекту (періоду окупності).

Сформовані етапи дозволяють побудувати алгоритм розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень (рис. 3.5).

Рисунок 3.5 - Схема алгоритму розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень

Для реалізації розробленого алгоритму розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень написано програмний продукт в середовищі Borland C++.

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВАРТОСТІ ПРОЕКТІВ МАРШРУТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ

4.1. Формування масиву даних для розрахунку параметрів проектів маршрутів міських пасажирських перевезень

При розробці програми розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень (рис. 4.1) вихідні дані було розподілено на 3 групи:

- 1) характеристики маршруту;
- 2) параметри автотранспортного підприємства;
- 3) характеристики автобусу.

Рисунок 4.1 - Загальний вигляд програми розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень

Расчет окупаемости маршрутов

Крайнее значение гистограммы(кол-во сигм) Шаг расчета(кратно сигме) Среднее кв. отклонение(сигма)

Характеристики маршрута | Параметры АТП | Характеристики автобусов | Распределение Q | Распределение

ID	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
	500000	3	384	0.65	1.2	6.5	6.5

Рисунок 4.2 - Характеристики маршруту

Расчет окупаемости маршрутов

Крайнее значение гистограммы(кол-во сигм) Шаг расчета(кратно сигме) Среднее кв. отклонение(сигма)

Характеристики маршрута | Параметры АТП | Характеристики автобусов | Распределение Q | Распределение

ID	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
	241	0.9	3000	100	5.6	1.03	1.02	15	10	1.5	2000	37.5	20	0.167	25	25	5.83

Рисунок 4.3 - Параметры автотранспортного підприємства

Рисунок 4.4 - Характеристики автобуса

Для пояснення побудування характеристик кожної із груп, використовуємо табличну форму запису (табл. 4.1).

Таблиця 4.1- Кодування характеристик маршруту, автотранспортного підприємства та автобуса

Код	Назва характеристики	Одиниці виміру
1	2	3
характеристики маршруту		
D1	Обсяг перевезень	пас.
D2	Тариф	грн.
D3	Максимальний пасажиропотік на перегоні	пас.
D4	Час обороту	год.

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
D5	Коефіцієнт зміни доходів у вихідний день	-
D6	Сумарний нульовий пробіг	км
D7	Довжина маршруту	км
параметри автотранспортного підприємства		
D1	Кількість робочих днів у році	днів
D2	Коефіцієнт випуску	-
D3	Заробітна плата водія	грн.
D4	Кількість водіїв	чол.
D5	Ціна одного літра палива	грн.
D6	Коефіцієнт обліку витрат на доставку та придбання палива	-
D7	Коефіцієнт норм витрат палива на внутрішньогосподарські потреби	-
D8	Ціна одного літра масла	грн.
D9	Ціна одного кілограма мастила	грн.
D10	Кількість управлінського персоналу	чол.
D11	Середній оклад співробітника управлінського апарату	грн.
D12	Норма надбавок на зарплату	%
D13	Норматив загальногосподарських витрат	%
D14	Ставка податку на додану вартість	%
D15	Ставка амортизаційних відрахувань	%

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
D16	Ставка податку на прибуток	%
D17	Величина ставки дисконту	%
характеристики автобусу		
D1	Пасажиromісткість загальна	пас.
D2	Ціна доставки автомобіля	грн.
D3	Ціна автомобіля	грн.
D4	Обсяг витрат пов'язаних з оформленням одного автомобіля	грн.
D5	Загальні витрати на всю партію автомобілів	грн.
D6	Лінійні витрати палива	л/100 км
D7	Витрати масла на 100 л палива	кг/100 л
D8	Витрати мастил на 100 л палива	кг/100 л
D9	Норма відрахувань на технічне обслуговування та ремонт	грн./1000 км
D10	Норма відрахувань на відновлення шин	%
D11	Ціна однієї шини	грн.
D12	Кількість шин на автомобілі без урахування запасного	од.
D13	Річні відсоткові виплати	%
D14	Тривалість проекту	місяць

Як зазначалося раніше при розрахунку проектів міських пасажирських перевезень вся сукупність параметрів розподіляється на постійні (умовно постійні) та змінні. Тому на даному етапі для подальших досліджень доцільно сформувати масив даних, які мають чисельні значення (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Масив даних характеристик маршруту, автотранспортного підприємства та автобусу

Назва характеристики	Одиниці виміру	Чисельне значення
1	2	3
характеристики маршруту		
Обсяг перевезень	пас.	500000
Тариф	грн.	3
Максимальний пасажиропотік на перегоні	пас.	384
Час обороту	год.	0,65
Коефіцієнт зміни доходів у вихідний день	-	1
Сумарний нульовий пробіг	км	6,5
Довжина маршруту	км	6,5
параметри автотранспортного підприємства		
Кількість робочих днів у році	днів	241
Коефіцієнт випуску	-	0,9
Заробітна плата водія	грн.	3000
Кількість водіїв	чол.	30
Ціна одного літра палива	грн.	5,6
Коефіцієнт обліку витрат на доставку та придбання палива	-	1,03
Коефіцієнт норм витрат палива на внутрішньогосподарські потреби	-	1,02
Ціна одного літра масла	грн.	15
Ціна одного кілограма мастила	грн.	10

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
Кількість управлінського персоналу	чол.	1,5
Середній оклад співробітника управлінського апарату	грн.	2000
Норма надбавок на зарплату	%	37,5
Норматив загальногосподарських витрат	%	20
Ставка податку на додану вартість	%	0,167
Ставка амортизаційних відрахувань	%	25
Ставка податку на прибуток	%	25
Величина ставки дисконту	%	5,83
характеристики автобусу		
Пасажиromісткість загальна	пас.	18
Ціна доставки автомобіля	грн.	2000
Ціна автомобіля	грн.	201000
Обсяг витрат пов'язаних з оформленням одного автомобіля	грн.	1000
Загальні витрати на всю партію автомобілів	грн.	2000
Лінійні витрати палива	л/100 км	12,4
Витрати масла на 100 л палива	кг/100 л	0,01
Витрати мастил на 100 л палива	кг/100 л	0,001
Норма відрахувань на технічне обслуговування та ремонт	грн./1000 км	84
Норма відрахувань на відновлення шин	%	1,06
Ціна однієї шини	грн.	550
Кількість шин на автомобілі без урахування запасного	од.	6
Річні відсоткові виплати	%	25
Тривалість проекту	місяць	60

Таким чином для визначення закономірностей зміни параметрів проектів міських пасажирських перевезень будемо використовувати програмний продукт та дані експериментальних досліджень.

4.2 Визначення закономірностей впливу характеристик маршруту на ймовірність окупності проекту

Головною характеристикою маршруту є обсяг перевезень і як з'ясувалося раніше дуже важливим є його коливання протягом часу функціонування маршруту. Для врахування коливань обсягу перевезень в програмі було розроблено окремий модуль. Що дозволяє без зміни значення середнього обсягу перевезень, в межах $\pm 3\sigma$, проводити дослідження зміни параметрів проектів.

В свою чергу експериментальні дослідження показали, що середньоквадратичне відхилення обсягів перевезень коливається в межах 1-10%.

Зміну ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 1\%$ наведено на рис. 4.5.

Рисунок 4.5 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 1\%$ (5000 пасажирів)

Рисунок 4.6 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 1\%$

Як видно з рис. 4.5-4.6 ймовірність окупності у 14 кварталі становить 61%, а в 15 кварталі - 39%, при цьому очікуваний фінансовий результат буде 7989953,33 та 5734620,58 гривень відповідно.

Зміна середньоквадратичного відхилення $\sigma = 2\%$ призводить до розширення діапазону ймовірності окупності проекту на 4 квартали (рис. 4.7).

Рисунок 4.7 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 2\%$ (10000 пасажирів)

При цьому розподіл очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 2\%$ наведено на рис. 4.8. Де найбільший очікуваний фінансовий результат в 11385952,52 гривень очікується у 13 кварталі.

Рисунок 4.8 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 2\%$

Зміна середньоквадратичного відхилення $\sigma = 3\%$ призводить до розширення діапазону ймовірності окупності проекту на 7 кварталів (рис. 4.9).

Рисунок 4.9 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 3\%$ (15000 пасажирів)

При цьому максимальне значення ймовірності у 14 кварталі становитиме 35%, а найбільший очікуваний фінансовий результат у сумі 15900325,49 гривень очікується у 18 кварталі (рис. 4.10).

Рисунок 4.10 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 3\%$

Збільшення середньоквадратичного відхилення ще на 1% ($\sigma = 4\%$) призводить до розширення діапазону ймовірності окупності проекту на 8 кварталів (рис. 4.11).

Рисунок 4.11 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 4\%$ (20000 пасажирів)

Графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 4\%$ наведено на рис. 4.12.

Рисунок 4.12 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 4\%$

Розподіл ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ та $\sigma = 6\%$ наведено на рис. 4.13-4.14.

Рисунок 4.13 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ (25000 пасажирів)

Рисунок 4.14 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 6\%$ (30000 пасажирів)

Як видно подальше збільшення середньоквадратичного відхилення призводить до виходу за межі тривалості проекту (5 років). Тому кінцевий графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.15.

Рисунок 4.15 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що найбільш ймовірним періодом окупності є 14 квартал з ймовірністю від 0,23 до 0,61. При цьому після відхилення у 5% ймовірність окупності виходить за межі тривалості проекту. Таким чином зміна середньоквадратичного відхилення призводить до зниження ймовірності окупності проекту в межах певного кварталу та автоматично розширює діапазон часу окупності проекту.

Іншою характеристикою маршруту, яка впливає на ймовірність окупності проекту є величина тарифу. Для досліджень було обрано інтервал зміни тарифу від 3,25 до 4 гривень при середньоквадратичному відхиленні 5%.

Зміну ймовірності окупності проекту при тарифі 3,25 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.16, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.17.

Рисунок 4.16 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині тарифу $T = 3,25$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як видно збільшення величини тарифу призводить до зміщення найбільш ймовірного кварталу окупності (а саме 11 квартал) та зменшенню кварталів окупності.

Рисунок 4.17 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при величині тарифу $T = 3,25$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Подібна ситуація спостерігається при збільшенні величини тарифу до 3,5 гривень (рис. 4.18-4.19) та 3,75 гривень за проїзд одного пасажирів..

Рисунок 4.18 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині тарифу $T = 3,5$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.19 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при величині тарифу $T = 3,5$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Подальше збільшення величини тарифу тільки збільшує ймовірність окупності в окремому кварталі, але відомо що збільшення величини тарифу змінює привабливість як окремого маршруту так і окремого виду транспорту.

Рисунок 4.20 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині тарифу $T = 3,75$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.21 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при величині тарифу $T = 3,75$ грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

В результаті ми бачимо, що збільшення тарифу значно скорочує термін окупності проекту. Тому при визначенні обґрунтованого тарифу слід мати достовірні дані, як по обсягам перевезень так і по їх коливанням протягом тривалого періоду часу.

Що стосується таких характеристик, як максимальний пасажиропотік довжина маршруту та час обороту, то їх значення є умовно постійними, тобто такими що не змінюються протягом тривалого періоду часу. Інакше будь-яка зміна значень цих характеристик вимагає перегляду всього проекту.

4.3 Визначення закономірностей впливу параметрів автотранспортного підприємства та характеристик автобусу на ймовірність окупності проекту

Серед всієї сукупності параметрів автотранспортного підприємства, головним є коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію. Так як впливає на освоєння пасажиропотоку в межах своїх провізних можливостей.

Так збільшення коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію на 0,05 одиниць ($\alpha_g = 0,95$) призведе до зміщення ймовірності окупності проекту

до 12 кварталу (рис. 4.22), а також до зменшення діапазону кварталів окупності (рис. 4.23).

Рисунок 4.22 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію $\alpha_g = 0,95$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.23 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при величині коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію $\alpha_g = 0,95$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Така ситуація зберігається й у зворотному напрямку. Так зменшення коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію на 0,1 одиниць ($\alpha_g = 0,8$)

приведе до зміщення ймовірності окупності проекту до 19 кварталу (рис. 4.24), а також до збільшення діапазону кварталів окупності (рис. 4.25).

Рисунок 4.24 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію $\alpha_s = 0,8$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.25 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при величині коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію $\alpha_s = 0,8$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Тому дуже важливим є закладання, в розрахунки проектів, значень коефіцієнта випуску транспортних засобів на лінію, що відповідає реальним

можливостям транспортного підприємства. Так як не вихід на лінію одного, двох транспортних засобів може призвести до зміщення окупності проекту на один рік.

Якщо коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію характеризує технічну складову транспортного підприємства, то наступна група характеристик формує витратну складову проекту.

Першою характеристикою буде заробітна плата водіїв. Для досліджень було обрано інтервал зміни заробітної плати водіїв від 2500 до 3500 гривень при середньоквадратичному відхиленні 5%.

Зміну ймовірності окупності проекту при заробітній платі водіїв 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.26, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.27.

Рисунок 4.26 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при заробітній платі водіїв 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.27 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при зарплатній платі водіїв 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміну ймовірності окупності проекту при зарплатній платі водіїв 2750 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.28, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.29.

Рисунок 4.28 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при зарплатній платі водіїв 2750 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.29 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при заробітній платі водіїв 2750 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

З наведених залежностей (рис. 4.26 - 4.29) видно, що зміна величини заробітної плати одного водія на 250 гривень призводить до зміщення ймовірності окупності проекту на один квартал, а також до розширення діапазону кварталів окупності.

Аналогічна ситуація при заробітній платі водіїв 3250 гривень (рис. 4.30 - 4.31) та 3500 гривень відповідно.

Рисунок 4.30 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при заробітній платі водіїв 3250 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.31 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при заробітній платі водіїв 3250 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як бачимо збільшення заробітної плати одного водія на 250 гривень до 3250 гривень (рис. 4.30) та 3500 гривень (рис. 4.32) призводить до виходу за межі періоду функціонування проекту на 1 та 2 роки відповідно.

Рисунок 4.32 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при заробітній платі водіїв 3500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.33 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при заробітній платі водіїв 3500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Разом із заробітною платою водіїв можлива зміна заробітної плати управлінського персоналу. Тому для досліджень було обрано інтервал зміни заробітної плати управлінського персоналу від 2500 до 3500 гривень при середньоквадратичному відхиленні 5%.

Зміну ймовірності окупності проекту при заробітній платі управлінського персоналу 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.34, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.35.

Як видно з графіків ймовірності окупності проекту та очікуемого фінансового результату суттєвих змін щодо окупності проекту не відбувається. Так ймовірність окупності проекту у 14 кварталі склала 0,21, що менше базового варіанта на 0,02. При цьому очікуваний фінансовий результат склав 8055977,59 гривень, що більше базового на 66024,26 гривень.

Рисунок 4.34 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при заробітній платі управлінського персоналу 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміну ймовірності окупності проекту при заробітній платі управлінського персоналу 3500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.36, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.37.

Рисунок 4.35 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при заробітній платі управлінського персоналу 2500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.36 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при заробітній платі управлінського персоналу 3500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як бачимо найбільш ймовірним кварталом окупності стає 15 квартал з ймовірністю 0,2 та очікуємим фінансовим результатом 7966569,04 гривень.

Рисунок 4.37 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при заробітній платі управлінського персоналу 3500 гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Разом із заробітною платою може змінюватися й кількість тих людей, що її отримують. Так, якщо кількість водіїв напряму залежить від кількості транспортних засобів, то кількість управлінського персоналу може змінюватись. Тому було досліджено зміну кількості управлінського персоналу на одну людину до $N_{упр} = 2,5$ та $N_{упр} = 3,5$ відповідно.

Зміну ймовірності окупності проекту при кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 2,5$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.38.

Рисунок 4.38 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 2,5$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як й у випадку із заробітною платою управлінського персоналу, збільшення кількості персоналу призводить до не значних коливань.

Збільшення кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 3,5$ призводить до зміни діапазону ймовірності окупності проекту та очікуемого фінансового результату до 13 кварталів.

Рисунок 4.39 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 2,5$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.40 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 3,5$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.41 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при кількості управлінського персоналу $N_{упр} = 3,5$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Таким чином зміна кількості управлінського персоналу та їх заробітної плати не призводить до значних коливань окупності проекту, тому може розглядатися як константа.

Наступною характеристикою є ціна палива. Для досліджень було обрано зміну ціни палива на одну гривню до $Ц_{нал} = 6,5$ та $Ц_{нал} = 7,5$ гривень відповідно.

Зміну ймовірності окупності проекту при ціні палива $Ц_{нал} = 6,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.42, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.43.

Зміну ймовірності окупності проекту при ціні палива $Ц_{нал} = 7,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.44, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.45.

Таким чином зміна ціни палива на одну гривню до $Ц_{нал} = 6,5$ гривень призводить до зміщення кварталу окупності на 15 квартал, а ще на одну гривню до $Ц_{нал} = 7,5$ гривень до розширення діапазону окупності на 15 кварталів.

Рисунок 4.42 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при ціні палива

$C_{\text{пал}} = 6,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.43 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при ціні

палива $C_{\text{пал}} = 6,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.44 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при ціні палива

$C_{\text{нал}} = 7,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.45 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при ціні

палива $C_{\text{нал}} = 7,5$ гривень та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Наступною групою характеристик є ставки різних податків та відрахувань. І першою з них розглянемо норматив загальногосподарських витрат. Для досліджень було обрано інтервал зміни нормативу від 5 до 20% при середньоквадратичному відхиленні 5%.

Зміну ймовірності окупності проекту при нормативі загальногосподарських витрат 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.46, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.47.

Рисунок 4.46 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормативі загальногосподарських витрат 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.47 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при нормативі загальногосподарських витрат 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як видно з графіка найбільш ймовірний квартал став 13 квартал. Зміна нормативу загальногосподарських витрат до 10% збільшує ймовірність окупності проекту в 13 кварталі до 0,28, а в 12 кварталі до 0,25 (рис. 4.48-4.49).

Рисунок 4.48 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормативі загальногосподарських витрат 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.49 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при нормативі загальногосподарських витрат 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

І тільки зміна нормативу загальногосподарських витрат до 5% зменшує діапазон окупності до 8 кварталів, а найбільш ймовірний квартал став 12 квартал з ймовірністю 0,31 (рис. 4.50-4.51).

Рис.

Рисунок 4.50 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормативі загальногосподарських витрат 5% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.51 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при нормативі загальногосподарських витрат 5% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Ще однією характеристикою, що впливає на період окупності проекту є амортизаційні відрахування. Тому було досліджено зміну ставки амортизаційних відрахувань від 5 до 25% при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$.

Так зменшення ставки амортизаційних відрахувань на 5%, до 20%, найбільш ймовірним кварталом стає 13 квартал з ймовірністю 0,23 (рис. 4.52).

Рисунок 4.52 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 20% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміну ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.54, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.55. Таке зниження ставки амортизаційних відрахувань може скоротити термін окупності до 3 років.

Рисунок 4.53 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при величині ставки амортизаційних відрахувань 20% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.54 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.55 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при величині ставки амортизаційних відрахувань 15% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Натомість зміна величини ставки амортизаційних відрахувань до 10% (рис. 4.56-4.57) скорочує діапазон кварталів окупності до 8 кварталів (2 роки).

Рисунок 4.56 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.57 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при величині ставки амортизаційних відрахувань 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміну ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 5% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.58, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.59.

Рисунок 4.58 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки амортизаційних відрахувань 5% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.59 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при величині ставки амортизаційних відрахувань 5% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Таким чином зміна величини ставки амортизаційних відрахувань на 20% (до 5%) змінює найбільш ймовірний квартал окупності з 17 до 11 кварталу, тобто 1,5 роки. При цьому зміна ймовірності незначна від 0,23 до 0,28.

Також підприємства транспорту можуть змінювати ставку податку на прибуток. Тому було досліджено зміну ставки податку на прибуток від 5 до 25% при середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$.

Зміну ймовірності окупності проекту при величині ставки податку на прибуток 20% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.60, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.61.

Як і в попередньому дослідженні зміна ставки призводить до зміщення кварталу окупності в 13 квартал з ймовірністю 0,25. Тому ще було розглянуто варіант зі ставкою податку на прибуток 10%.

Як бачимо закономірності при зміні ставок амортизаційних відрахувань та податку на прибуток зберігаються, тому подальше дослідження буде стосуватися зміни величини ставки дисконту.

Рисунок 4.60 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки податку на прибуток 20% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.61 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при величині ставки податку на прибуток 20% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.62 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки податку на прибуток 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.63 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при величині ставки податку на прибуток 10% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

За даними теоретичних досліджень було виявлено, що ставка дисконту може розглядатися, як поправка на ризик неотримання передбачених проектом доходів. Тому було розглянуто зміну квартальної ставки дисконту від 2 до 9 %. Для початку розглянемо крайні випадки 2 та 9%.

Зміну ймовірності окупності проекту при величині ставки дисконту 2% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.64, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.65.

А зміну ймовірності окупності проекту при величині ставки дисконту 9% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.66, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.67.

Рисунок 4.64 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки дисконту 2% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Дані досліджень (рис. 4.64, рис. 4.66) свідчать, що зміна ставки дисконту вплинула на діапазон кварталів окупності, розширивши його до 12 кварталів. А також змінюється ймовірність окупності від 0,235 до 0,198, при незмінному найбільш ймовірному 14 кварталі окупності.

Таким чином зміна ставки дисконту до 9% призводить до зміни очікуемого фінансового результату в 7386480,84 грн., що на 722941,88 грн. менше базового варіанту (5,83%).

Рисунок 4.65 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при величині ставки дисконту 2% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.66 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при величині ставки дисконту 9% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.67 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при величині ставки дисконту 9% та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

4.4 Методичні рекомендації щодо впровадження моделей управління вартістю проектів маршруту міських пасажирських перевезень

Визначення закономірностей впливу характеристик автобусу на ймовірність окупності проекту

Основною характеристикою транспортних засобів (автобусів) є їх номінальна пасажиромісткість, тобто кількість місць (сидячи та стоячи) призначених для перевезення пасажирів. Так як міські перевезення передбачають перевезення пасажирів в положенні стоячи, то й відповідно їх кількість може варіюватися. Базовим варіантом є загальна кількість в 18 місць, а конструкція транспортного засобу дозволяє 2 додаткових місця, то межами варіювання буде зміна номінальної пасажиромісткості від 16 до 20 пасажирів.

Зміну ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 16 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.68.

Рисунок 4.68 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 16 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Як видно з графіку (рис. 4.68), то окупність проекту виходить за межі терміну проекту, тому розглянемо зміну ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 17 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.69.

Рисунок 4.69 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 17 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Такий розподіл ймовірності окупності проекту задовольняє умовам проекту, тому побудуємо графік зміни очікуемого фінансового результату при заданих умовах (рис. 4.70).

Рисунок 4.70 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при номінальній пасажиромісткості 17 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Подальше збільшення кількості місць для перевезення пасажирів призводить до зменшення та зміщення періодів окупності. Графічно представлено на рис. 4.71-4.72.

Рисунок 4.71 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 19 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.72 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при номінальній пасажиромісткості 20 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Це в свою чергу дозволяє отримати збільшення очікуемого фінансового результату на 23781972,5 грн. (рис. 4.73-4.74) в порівнянні з номінальною пасажиромісткістю 16 пасажирів.

Рисунок 4.73 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при номінальній пасажиромісткості 19 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.74 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при номінальній пасажиромісткості 20 пасажирів та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Дослідження впливу зміни таких параметрів, як вартість доставки та вартість оформлення транспортних засобів показали відсутність змін у фінансових показниках проекту.

Наступним фактором, що впливає вартість проекту є вартість транспортного засобу. У зв'язку із різкими змінами, як валютного курсу, так й економічного вектору існують ризики зміни вартості транспортного засобу на момент доставки його до замовника. Нами було досліджено зміну вартості транспортного засобу в межах 5%.

Так зміну ймовірності окупності проекту при вартості транспортного засобу 190000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.75, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.76.

А зміну ймовірності окупності проекту при вартості транспортного засобу 210000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.77, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.78.

Рисунок 4.75 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при вартості транспортного засобу 190000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Характер графіків (рис. 4.75, 4.77) показує, що зміна вартості транспортного засобу в межах 5% викликає зміну найбільш ймовірного кварталу окупності на 1 квартал та призводить до зменшення очікуемого фінансового результату в 2 рази.

Рисунок 4.76 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при вартості транспортного засобу 190000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.77 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при вартості транспортного засобу 210000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.78 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при вартості транспортного засобу 210000 грн. та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

При проведенні експериментальних досліджень було з'ясовано, що вагомою складовою загальних витрат, пов'язаних із експлуатацією транспортних засобів є витрати на паливо. Зміна витрат на паливо пов'язана в

першу чергу з пробігом по маршруту. Іншою причиною може слугувати лінійна норма витрат палива, адже з роками (або пробігом) технічний стан транспортних засобів погіршується. Тому було досліджено зміну лінійної норми витрат палива в межах 10-13 л/100 км пробігу.

Зміну ймовірності окупності проекту при нормі витрат палива.

$H_{nn} = 10$ л/100 км та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ наведено на рис. 4.79, а очікуваний фінансовий результат на рис. 4.80.

Рисунок 4.79 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормі витрат палива $H_{nn} = 10$ л/100 км та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.80 - Графік зміни очікуваного фінансового результату при нормі витрат палива $H_{nn} = 10$ л/100 км та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміна норми витрат палива до 11 л/100 км пробігу призводить до зміщення діапазону ймовірності окупності проекту на один квартал (рис. 4.81-4.82).

Рисунок 4.81 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормі витрат палива $H_{nn} = 11\text{л}/100\text{ км}$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.82 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при нормі витрат палива $H_{nn} = 11\text{л}/100\text{ км}$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Така ситуація зберігається й у подальших дослідженнях. Кожна зміна норми витрат палива на 1 л/100 км пробігу призводить до зміщення діапазону ймовірності окупності проекту та найбільш ймовірного кварталу окупності (рис. 4.83-4.86).

Рисунок 4.83 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормі витрат палива $H_{nn} = 12 \text{ л/100 км}$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.84 - Графік зміни очікуємого фінансового результату при нормі витрат палива $H_{nn} = 12 \text{ л/100 км}$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.85 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при нормі витрат палива $H_{nn} = 13$ л/100 км та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.86 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при нормі витрат палива $H_{nn} = 13$ л/100 км та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Зміна таких параметрів, як витрати масла та мастил, норма відрахувань на технічне обслуговування та ремонт й відновлення шин не носять стохастичний характер й не впливають на зміну ймовірності окупності проекту.

Адже головним чином відповідні витрати залежать від пробігу на маршруті (тобто зміни обсягу перевезень).

Останнім параметром характеристик автобусу, який було розглянуто є річні відсоткові виплати. В базовому варіанті було прийнято річну відсоткову виплату у розмірі 25%. Розглядати збільшення відсоткової виплати не має сенсу, адже при базовому варіанті ймовірність окупності проекту вже виходить за межі тривалості проекту (рис. 4.87). Тому розглянемо пониження відсоткової ставки до 5%.

Рисунок 4.87 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при річній відсотковій виплаті $P_g = 25\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Першим варіантом є зміна ймовірності окупності проекту та очікуемого фінансового результату при річній відсотковій виплаті $P_g = 20\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$ (рис. 4.88-4.89). Як результат звуження діапазону ймовірності окупності проекту до 19 кварталу та зміна найбільш ймовірного кварталу окупності з 14 до 13 кварталу.

Подальше зниження відсоткової виплати до 15% забезпечує такі самі закономірності.

Рисунок 4.88 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при річній відсотковій виплаті $P_{\epsilon} = 20\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Кінцевим результатом є зміна ймовірності окупності проекту та очікуемого фінансового результату при річній відсотковій виплаті $P_{\epsilon} = 5\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$.

Рисунок 4.89 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при річній відсотковій виплаті $P_{\epsilon} = 20\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.90 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при річній відсотковій виплаті $P_e = 15\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.91 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при річній відсотковій виплаті $P_e = 15\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Отриманий результат доводить доцільність зміни відсоткової виплати, адже впливає не лише на швидкість окупності проекту, а й на ймовірність окупності проекту (рис. 4.92).

Рисунок 4.92 - Діаграма зміни ймовірності окупності проекту при річній відсотковій виплаті $P_e = 5\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Рисунок 4.93 - Графік зміни очікуемого фінансового результату при річній відсотковій виплаті $P_e = 5\%$ та середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 5\%$

Таким чином наведені закономірності впливу параметрів автобусу на зміну ймовірності окупності проекту та очікуемого фінансового результату дозволяють оцінити можливі ризики при експлуатації транспортного засобу на маршруті.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз методів та моделей побудови маршрутної транспортної мережі міських пасажирських перевезень дозволив виявити, що більшість із них мають складні алгоритми з використанням нелінійних функцій.

2. Визначено, що основними оціночними критеріями ефективності проектів міських пасажирських перевезень є чиста приведена вартість, індекс доходності (рентабельність), внутрішня норма доходності та період окупності. При чому головним параметром розглянутих моделей, що враховує майбутні ризики проекту є ставка дисконтування. Яка по суті є нормою прибутку, яка закладається в проект. Таким чином не дозволяє врахувати стохастичність процесів.

3. Результати аналізу фінансово-економічної діяльності суб'єктів господарювання, при виконанні пасажирських перевезень дозволили виявити розбіжності між запланованими значеннями показників та реальними даними. Серед, яких витрати на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування і ремонт та шини. При цьому функція розподілу випадкових величин описується нормальним законом.

4. При перевірці гіпотези про відповідність статичного розподілу з теоретичними було використано критерій Пірсона. Так по видах витрат критерій Пірсона склав:

витрати на паливо при кількості ступенів свободи ймовірність відповідності склала, що більше прийнятої 0,05.

витрати на мастильні матеріали при кількості ступенів свободи ймовірність відповідності склала, що більше прийнятої 0,05;

витрати на технічне обслуговування і ремонт при кількості ступенів свободи ймовірність відповідності склала, що більше прийнятої 0,05;

витрати на шини при кількості ступенів свободи ймовірність відповідності склала, що більше прийнятої 0,05.

5. Для врахування стохастичності параметрів проектів міських пасажирських перевезень було введено розподіл обсягу перевезень за нормальним законом, що враховується при розрахунку відповідних видів витрат.

6. Використовуючи запропоновані зміни в розрахунку процесів управління вартістю проектів було розроблено алгоритм розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень.

7. Використовуючи алгоритм розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень було розроблено відповідний програмний продукт в середовищі Borland C++. Це дало змогу отримати закономірності зміни таких оціночних показників, як ймовірність окупності проекту та очікуєий фінансовий результат залежно зміни параметрів маршруту, автотранспортного підприємства та автобусу. Це дозволило встановити, що:

- зміна середньоквадратичного відхилення у 5% є максимальною, так як подальше збільшення призводить до виходу за межі тривалості проекту;
- серед характеристик маршруту, які найбільш впливають на окупність проекту є величина обсягу перевезень та майбутнього тарифу;
- основними параметрами автотранспортного підприємства, які призводять до зміни ймовірності окупності проекту є коефіцієнт випуску, заробітна плата водіїв, ціна одного літра палива та ставка амортизаційних відрахувань, які призводять до розширення та зміщення діапазону ймовірності окупності проекту;
- в якості основних характеристик автобусу, які призводять до змін в окупності проекту є номінальна пасажиромісткість, ціна транспортного засобу та річні відсоткові виплати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lu, Z., Liu, M., Tang, C., & Lu, W. (2021). Operational scheduling of intercity passenger transportation company participating in energy and reserve markets. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 125 doi:10.1016/j.ijepes.2020.106541
2. Smirnov, A., & Zenkin, M. (2021). The role of water transport in the formation of the brand of the coastal regions: The example of st. petersburg doi:10.1007/978-3-030-57450-5_34 Retrieved from www.scopus.com
3. Rathee, D. S., & Asrat, T. (2021). Analysis and development of zero-emission individual transportation Vehicles—E-bike doi:10.1007/978-981-15-8354-4_1 Retrieved from www.scopus.com
4. Erratum: Modeling free-flow speed variations under adverse road-weather conditions: Case of cold region highways (case studies on transport policy (2019) 7(2) (505–517), (S2213624X17302699), (10.1016/j.cstp.2018.12.009)). (2021). *Case Studies on Transport Policy*, doi:10.1016/j.cstp.2020.11.010
5. Shanmugam, L., & Ramasamy, M. (2021). Study on mode choice using nested logit models in travel towards chennai metropolitan city. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, doi:10.1007/s12652-020-02868-1
6. Sakno, O., Sharai, S., Kolesnikova, T., Poliakov, V., & Hirman, D. (2020). Simulation with using of functional resonance analysis method the traffic safety control of vehicles, which carrying out the transportation process. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 977(1) doi:10.1088/1757-899X/977/1/012005 Retrieved from www.scopus.com
7. Roca, S., & Simabuko, L. (2020). Understanding informality in the intercity passenger ground transport market: A stylized model and policy implications. *Transport Policy*, 99, 375–384. doi:10.1016/j.tranpol.2020.09.001
8. Qian, J. -, Shao, C. -, Li, J., Cai, N., & Huang, S. -. (2020). Trip purpose inference of group passengers based on ticket sales data. [基于票务数据的团体旅客出行目的推断] *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 20(6), 99–105. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2020.06.013
9. Sperry, B. R., & Dye, T. (2020). Impact of new passenger rail stations on ridership demand and passenger characteristics: Hiawatha service case study. *Case Studies on Transport Policy*, 8(4), 1158–1169. doi:10.1016/j.cstp.2020.07.014
10. Malik, A., & Singh, S. (2020). A case study on reliability analysis of travel time using public transport by recording the in-vehicle travel time for green and sustainable transport development. *Journal of Green Engineering*, 10(11), 11893–11913. Retrieved from www.scopus.com
11. Zhang, H., Sheppard, C. J. R., Lipman, T. E., & Moura, S. J. (2020). Joint fleet sizing and charging system planning for autonomous electric vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(11), 4725–4738. doi:10.1109/TITS.2019.2946152
12. Huang, Y., Zong, H. -, Du, Y., & Yi, Z. (2020). Transport network construction and integrated development of chengdu-chongqing urban agglomeration: A study based on transport infrastructure network and transport demand network. [交通网络建设与成渝城市群一体化发展-基于交通设施网络和需求网络的分析] *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 29(10), 2156–2166. doi:10.11870/cjlyzyyhj202010005
13. Logan, K. G., Nelson, J. D., McLellan, B. C., & Hastings, A. (2020). Electric and hydrogen rail: Potential contribution to net zero in the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87 doi:10.1016/j.trd.2020.102523
14. Yang, X., Wang, R., Guo, D., & Sun, W. (2020). The reconfiguration effect of china's high-speed railway on intercity connection ——A study based on media attention index. *Transport Policy*, 95, 47–56. doi:10.1016/j.tranpol.2020.05.016

15. Li, H., Wang, K., Yu, K., & Zhang, A. (2020). Are conventional train passengers underserved after entry of high-speed rail?—evidence from chinese intercity markets. *Transport Policy*, 95, 1-9. doi:10.1016/j.tranpol.2020.05.017
16. Lin, C. -, Rapik Saat, M., & Barkan, C. P. L. (2020). Quantitative causal analysis of mainline passenger train accidents in the united states. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 234(8), 869-884. doi:10.1177/0954409719876128
17. Avenali, A., Catalano, G., Gregori, M., & Matteucci, G. (2020). Rail versus bus local public transport services: A social cost comparison methodology. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7 doi:10.1016/j.trip.2020.100200
18. Cascetta, E., Carteni, A., Henke, I., & Pagliara, F. (2020). Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in italy: Ten years ex post evaluation and future perspectives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 412-428. doi:10.1016/j.tra.2020.07.008
19. Ren, X., Chen, Z., Wang, F., Dan, T., Wang, W., Guo, X., & Liu, C. (2020). Impact of high-speed rail on social equity in china: Evidence from a mode choice survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 422-441. doi:10.1016/j.tra.2020.05.018
20. Schorung, M. (2020). Matthieu schorung - the cascadia corridor (northwest of the united states): A limited territorial anchorage for a growing interurban rail service. [Le corridor des Cascades (nord-ouest des États-Unis): Un ancrage métropolitain limité pour un service ferroviaire interurbain dynamique] *Flux*, 121(3), 67-89. Retrieved from www.scopus.com
21. Weiß, H. -. (2012). Why do we need legal entry barriers for road-based public transport services? [Wozu noch objektive marktzugangsbeschränkungen im straß engebundenen ÖPNV?] *Wirtschaftsdienst*, 92(8), 547-553. doi:10.1007/s10273-012-1418-8
22. Peng, H., & Xu, M. (2012). Study on the model of intercity passengers's trip mode choice based on cluster analysis method doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.178-181.1934 Retrieved from www.scopus.com
23. Johnson, B. E. (2012). American intercity passenger rail must be truly high-speed and transit-oriented. *Journal of Transport Geography*, 22, 295-296. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.018
24. Perl, A. (2012). Assessing the recent reformulation of united states passenger rail policy. *Journal of Transport Geography*, 22, 271-281. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.010
25. Spivak, J. (2012). What's next for rail?: New projects of various stripes are in the works. *Planning*, 78(5), 18-24. Retrieved from www.scopus.com
26. Wang, X. -, Zhao, S. -, & Yan, Z. -. (2012). Intercity transport mode spilt calculation method based on rank logit model. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 12(2), 137-143. Retrieved from www.scopus.com
27. Peng, H., Xu, Z. -, Han, Y. -, & Zhao, J. -. (2012). Sharing ratios model of passenger flows in intercity transportation structure configuration among urban agglomeration. *Chang'an Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Chang'an University (Natural Science Edition)*, 32(2), 91-95. Retrieved from www.scopus.com
28. Qu, S., Xu, X., & Hong, L. (2012). Optimization of bus prime-time departure intervals time in inter-city. *Wuhan Ligong Daxue Xuebao (Jiaotong Kexue Yu Gongcheng Ban)/Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 36(1), 95-97+102. doi:10.3963/j.issn.1006-2823.2012.01.022
29. Audenaerd, L., Boyce, D., & Schofer, J. (2012). Trade space analysis of surface alternatives for short-haul passenger air travel doi:10.3141/2300-15 Retrieved from www.scopus.com
30. Li, D., Cao, J., Zheng, Y., & Yao, L. (2012). Research on intercity rail terminal area planning and land development. Paper presented at the *Advances in Civil Engineering and Building Materials - Selected Peer Reviewed Papers from 2012 2nd International Conference on Civil Engineering and Building Materials, CEBM 2012*, 925-928. doi:10.1201/b13165-188 Retrieved from www.scopus.com

31. Li, D., Cao, J., Zheng, Y., & Yao, L. (2012). Research on intercity rail terminal area planning and land development. *Advances in civil engineering and building materials* (pp. 925-928) doi:10.1201/b13165 Retrieved from www.scopus.com
32. Li, Y., Lan, F., & Chen, J. (2012). Experimental and numerical study of rollover crashworthiness of a coach body section. *SAE Technical Papers*, 8 doi:10.4271/2012-01-1900
33. Klein, N., & Zitcer, A. (2012). Everything but the chickens: Cultural authenticity onboard the chinatown bus. *Urban Geography*, 33(1), 46-63. doi:10.2747/0272-3638.33.1.46
34. Wang, X., & Zhao, S. (2011). A study on intercity transport system between guangzhou and wuhan based on two logit models. Paper presented at the Proceedings 2011 International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, TMEE 2011, 178-181. doi:10.1109/TMEE.2011.6199174 Retrieved from www.scopus.com
35. Zhu, C., Jin, J., Li, P., & Wang, Y. (2011). Research on the demand building scale in public transfer region of the comprehensive passenger centre. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2011(587 CP) 86-91. doi:10.1049/cp.2011.1382 Retrieved from www.scopus.com
36. Gong, W., & Wang, X. (2011). MCMC bayes-mixed logit for corridor transport mode split. Paper presented at the Proceedings 2011 International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, TMEE 2011, 1867-1871. doi:10.1109/TMEE.2011.6199578 Retrieved from www.scopus.com
37. Carroll, T. (2011). Passenger rail applicability: Opportunities and challenges in texas. Paper presented at the Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering, , 1 587-597. Retrieved from www.scopus.com
38. Sekulić, D., & Dedović, V. (2011). Intercity bus users vibration comfort analysis through an oscillatory model with seven DOF using ADAMS/VIEW software. *Journal of Applied Engineering Science*, 9(3), 401-410. Retrieved from www.scopus.com
39. Wen, H. -, & Lin, S. (2011). Performance evaluation of highway passenger transport enterprises' operation based on the model of AHP-DEA. Paper presented at the 2011 IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM 2011, (PART 2) 811-815. doi:10.1109/IEEM.2011.6035283 Retrieved from www.scopus.com
40. Wang, J., & Yang, X. (2011). Fare competition in intercity passenger transport market: Challenges in china. Paper presented at the ICCTP 2011: Towards Sustainable Transportation Systems - Proceedings of the 11th International Conference of Chinese Transportation Professionals, 219-226. doi:10.1061/41186(421)24 Retrieved from www.scopus.com
41. Lu, Z., Liu, M., Tang, C., & Lu, W. (2021). Operational scheduling of intercity passenger transportation company participating in energy and reserve markets. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 125 doi:10.1016/j.ijepes.2020.106541
42. Smirnov, A., & Zenkin, M. (2021). The role of water transport in the formation of the brand of the coastal regions: The example of st. petersburg doi:10.1007/978-3-030-57450-5_34 Retrieved from www.scopus.com
43. Rathee, D. S., & Asrat, T. (2021). Analysis and development of zero-emission individual transportation Vehicles—E-bike doi:10.1007/978-981-15-8354-4_1 Retrieved from www.scopus.com
44. Erratum: Modeling free-flow speed variations under adverse road-weather conditions: Case of cold region highways (case studies on transport policy (2019) 7(2) (505–517), (S2213624X17302699), (10.1016/j.cstp.2018.12.009)). (2021). *Case Studies on Transport Policy*, doi:10.1016/j.cstp.2020.11.010
45. Shanmugam, L., & Ramasamy, M. (2021). Study on mode choice using nested logit models in travel towards chennai metropolitan city. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, doi:10.1007/s12652-020-02868-1
46. Sakno, O., Sharai, S., Kolesnikova, T., Poliakov, V., & Hirman, D. (2020). Simulation with using of functional resonance analysis method the traffic safety control of vehicles, which carrying out the transportation process. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 977(1) doi:10.1088/1757-899X/977/1/012005 Retrieved from www.scopus.com

47. Roca, S., & Simabuko, L. (2020). Understanding informality in the intercity passenger ground transport market: A stylized model and policy implications. *Transport Policy*, 99, 375-384. doi:10.1016/j.tranpol.2020.09.001
48. Qian, J. -, Shao, C. -, Li, J., Cai, N., & Huang, S. -. (2020). Trip purpose inference of group passengers based on ticket sales data. [基于票务数据的团体旅客出行目的推断] *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 20(6), 99-105. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2020.06.013
49. Sperry, B. R., & Dye, T. (2020). Impact of new passenger rail stations on ridership demand and passenger characteristics: Hiawatha service case study. *Case Studies on Transport Policy*, 8(4), 1158-1169. doi:10.1016/j.cstp.2020.07.014
50. Malik, A., & Singh, S. (2020). A case study on reliability analysis of travel time using public transport by recording the in-vehicle travel time for green and sustainable transport development. *Journal of Green Engineering*, 10(11), 11893-11913. Retrieved from www.scopus.com
51. Zhang, H., Sheppard, C. J. R., Lipman, T. E., & Moura, S. J. (2020). Joint fleet sizing and charging system planning for autonomous electric vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(11), 4725-4738. doi:10.1109/TITS.2019.2946152
52. Huang, Y., Zong, H. -, Du, Y., & Yi, Z. (2020). Transport network construction and integrated development of chengdu-chongqing urban agglomeration: A study based on transport infrastructure network and transport demand network. [交通网络建设与成渝城市群一体化发展-基于交通设施网络和需求网络的分析] *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 29(10), 2156-2166. doi:10.11870/cjlyzyyhj202010005
53. Logan, K. G., Nelson, J. D., McLellan, B. C., & Hastings, A. (2020). Electric and hydrogen rail: Potential contribution to net zero in the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87 doi:10.1016/j.trd.2020.102523
54. Yang, X., Wang, R., Guo, D., & Sun, W. (2020). The reconfiguration effect of china's high-speed railway on intercity connection ——A study based on media attention index. *Transport Policy*, 95, 47-56. doi:10.1016/j.tranpol.2020.05.016
55. Li, H., Wang, K., Yu, K., & Zhang, A. (2020). Are conventional train passengers underserved after entry of high-speed rail?-evidence from chinese intercity markets. *Transport Policy*, 95, 1-9. doi:10.1016/j.tranpol.2020.05.017
56. Lin, C. -, Rapik Saat, M., & Barkan, C. P. L. (2020). Quantitative causal analysis of mainline passenger train accidents in the united states. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 234(8), 869-884. doi:10.1177/0954409719876128
57. Avenali, A., Catalano, G., Gregori, M., & Matteucci, G. (2020). Rail versus bus local public transport services: A social cost comparison methodology. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7 doi:10.1016/j.trip.2020.100200
58. Cascetta, E., Cartenì, A., Henke, I., & Pagliara, F. (2020). Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in italy: Ten years ex post evaluation and future perspectives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 412-428. doi:10.1016/j.tra.2020.07.008
59. Ren, X., Chen, Z., Wang, F., Dan, T., Wang, W., Guo, X., & Liu, C. (2020). Impact of high-speed rail on social equity in china: Evidence from a mode choice survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 422-441. doi:10.1016/j.tra.2020.05.018
60. Schorung, M. (2020). Matthieu schorung - the cascadia corridor (northwest of the united states): A limited territorial anchorage for a growing interurban rail service. [Le corridor des Cascades (nord-ouest des États-Unis): Un ancrage métropolitain limité pour un service ferroviaire interurbain dynamique] *Flux*, 121(3), 67-89. Retrieved from www.scopus.com
61. Chen, Y., Yang, Z., Jing, Q., Huang, J., Guo, C., Yang, K., . . . Lu, J. (2020). Effects of natural and socioeconomic factors on dengue transmission in two cities of china from 2006 to 2017. *Science of the Total Environment*, 724 doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138200

62. Li, X., Tang, J., Hu, X., & Wang, W. (2020). Assessing intercity multimodal choice behavior in a touristy city: A factor analysis. *Journal of Transport Geography*, 86 doi:10.1016/j.jtrangeo.2020.102776
63. Paproth, Y., Adam, F., Stich, V., & Kampker, A. (2020). Model for future thin-haul air mobility demand in germany. Paper presented at the Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2020, doi:10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198496 Retrieved from www.scopus.com
64. Tjahjono, T., Kusuma, A., Tinumbia, N., & Septiawan, A. (2020). The indonesia high-speed train traveler preference analysis (case study: Jakarta- bandung). Paper presented at the AIP Conference Proceedings, , 2227 doi:10.1063/5.0005009 Retrieved from www.scopus.com
65. van Melik, R., & van de Schraaf, D. (2020). Mobile devices and their effect on the sociality on dutch intercity trains. *Mobilities*, 15(3), 380-396. doi:10.1080/17450101.2020.1733784
66. Ranjbari, A., Ph.d., Hickman, M., Ph.d., & Chiu, Y. -, Ph.d. (2020). Network design with elastic demand and dynamic passenger assignment to assess the performance of transit services. *Journal of Transportation Engineering Part A: Systems*, 146(5) doi:10.1061/JTEPBS.0000326
67. Jomnonkwo, S., Champahom, T., & Ratanavaraha, V. (2020). Methodologies for determining the service quality of the intercity rail service based on users' perceptions and expectations in thailand. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10) doi:10.3390/su12104259
68. Wang, Z., Tang, H., Wang, W., & Xi, Y. (2020). The pattern of non-roundtrip travel on urban rail and its application in transit improvement. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9) doi:10.3390/SU12093525
69. Cao, W., Feng, X., Li, Y., Geng, W., & Jia, J. (2020). Investigating passengers' choice behavior of intercity rails with large-scale ticketing data. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(4), 989-1000. doi:10.12011/1000-6788-2018-2198-12
70. Akin, D., & Kara, D. (2020). Multicriteria analysis of planned intercity bus terminals in the metropolitan city of istanbul, turkey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 465-489. doi:10.1016/j.tra.2019.12.003
71. Xiao, J., Salk, N., & Haran, K. (2020). Conceptual design of an eVTOL air shuttle for rapid intercity transport. Paper presented at the 2020 IEEE Power and Energy Conference at Illinois, PECEI 2020, doi:10.1109/PECEI48348.2020.9064631 Retrieved from www.scopus.com
72. Ibrahim, S. Z., & Majid, A. Z. A. (2020). Seatbelt design awareness and factors for intercity express bus in peninsular malaysia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(1), 782-789. Retrieved from www.scopus.com
73. Naveen, B. R., & Gurtoo, A. (2020). The cause effect relationship model of service quality in relation with overall satisfaction. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 48 1694-1721. doi:10.1016/j.trpro.2020.08.208 Retrieved from www.scopus.com
74. He, N., & Zhang, X. (2020). Existing relationships among road, rail, and air transportation modes in china. Paper presented at the CICTP 2020: Transportation Evolution Impacting Future Mobility - Selected Papers from the 20th COTA International Conference of Transportation Professionals, 3154-3166. Retrieved from www.scopus.com
75. Stoilova, S. (2020). An integrated multi-criteria and multi-objective optimization approach for establishing the transport plan of intercity trains. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2) doi:10.3390/su12020687
76. Gura, D. A., Dubenko, Y. V., Shevchenko, G. G., Dyshkant, E. E., & Khusht, N. I. (2020). Three-dimensional laser scanning for safety of transport infrastructure with application of neural network algorithms and methods of artificial intelligence doi:10.1007/978-981-15-0454-9_19 Retrieved from www.scopus.com
77. Duberga, J. (2020). Competition analysis of the UK intercity coach market: A structural econometric model. *International Journal of the Economics of Business*, doi:10.1080/13571516.2020.1838227
78. Guimarães, L. R., Athayde Prata, B. D., & De Sousa, J. P. (2020). Models and algorithms for network design in urban freight distribution systems. Paper presented at the Transportation

- Research Procedia, , 47 291-298. doi:10.1016/j.trpro.2020.03.101 Retrieved from www.scopus.com
79. Arslan, B., & Tiriyaki, H. (2020). Prediction of railway switch point failures by artificial intelligence methods. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 28(2), 1044-1058. doi:10.3906/elk-1906-66
 80. Li, H., Chen, J., & He, S. (2020). The feeder-vehicle routing and high-speed-train assignment problem with time windows. *Research in Transportation Business and Management*, doi:10.1016/j.rtbm.2020.100521
 81. Nazarov, A. (2020). Designing water taxis. Paper presented at the RINA, Royal Institution of Naval Architects - International Conference on Marine Design 2020, Papers, 1-10. Retrieved from www.scopus.com
 82. Avenali, A., Gregori, M., & Reverberi, P. (2020). Effects of bus-based disruptive business models with limited capacity on rail monopolies: Social welfare implications. Paper presented at the WIT Transactions on the Built Environment, , 200 77-89. doi:10.2495/UT200071 Retrieved from www.scopus.com
 83. Yashiro, R., & Kato, H. (2019). Success factors in the introduction of an intermodal passenger transportation system connecting high-speed rail with intercity bus services. *Case Studies on Transport Policy*, 7(4), 708-717. doi:10.1016/j.cstp.2019.10.001
 84. Tang, B. -, Li, X. -, Yu, B., & Wei, Y. -. (2019). Sustainable development pathway for intercity passenger transport: A case study of china. *Applied Energy*, 254 doi:10.1016/j.apenergy.2019.113632
 85. Teixeira, F., & Derudder, B. (2019). SKYNET: An R package for generating air passenger networks for urban studies. *Urban Studies*, 56(14), 3030-3044. doi:10.1177/0042098018803258
 86. Stoilova, S. D. (2019). A multi-criteria selection of the transport plan of intercity passenger trains. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 664(1) doi:10.1088/1757-899X/664/1/012031 Retrieved from www.scopus.com
 87. 11th international scientific conference on aeronautics, automotive and railway engineering and technologies, BulTrans 2019. (2019). Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 664(1) Retrieved from www.scopus.com
 88. Kowndinya, G., & Mohanty, A. (2019). Premium buses airconditioning system development and verification. *SAE Technical Papers*, (October) doi:10.4271/2019-28-0020
 89. Velshankar, M., Senthilkumar, S., & Kannan, B. T. (2019). Aerodynamic drag reduction of an intercity bus through surface modifications - A numerical simulation. *SAE Technical Papers*, (October) doi:10.4271/2019-28-0045
 90. Xiang, Y., Xu, C., Yu, W., Wang, S., Hua, X., & Wang, W. (2019). Investigating dominant trip distance for intercity passenger transport mode using large-scale location-based service data. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19) doi:10.3390/su11195325
 91. Cao, X., Ouyang, S., Yang, W., Luo, Y., Li, B., & Liu, D. (2019). Transport accessibility and spatial connections of cities in the guangdong-hong kong-macao greater bay area. *Chinese Geographical Science*, 29(5), 820-833. doi:10.1007/s11769-019-1034-2
 92. Hu, X., Huang, J., & Shi, F. (2019). Circuitry in china's high-speed-rail network. *Journal of Transport Geography*, 80 doi:10.1016/j.jtrangeo.2019.102504
 93. Zhou, W., Fan, W., You, X., & Deng, L. (2019). Demand-oriented train timetabling integrated with passenger train-booking decisions. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18) doi:10.3390/su11184932
 94. Yang, Y. (2019). Functional analysis and countermeasure research of railway passage between shanghai and nanjing in yangtze river delta. [长三角沪宁间铁路通道功能分析及对策研究] *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 40(5), 103-109. doi:10.3969/j.issn.1001-4632.2019.05.14
 95. Hadiuzzaman, M., Farazi, N. P., Hossain, S., & Malik, D. M. G. (2019). An exploratory analysis of observed and latent variables affecting intercity train service quality in developing countries. *Transportation*, 46(4), 1447-1466. doi:10.1007/s11116-017-9843-6