

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

АКБАР ДЖАН ПОЛАД



УДК 656.072

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ
МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ
МІСТА КАБУЛ

Спеціальність 05.22.01 – Транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Рукопис дисертації

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України, м. Харків

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Горбачов Петро Федорович,
Харківський національний автомобільно-
дорожній університет, завідувач кафедри
транспортних систем і логістики

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Алексієв Володимир Олегович,
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, професор
кафедри інформаційних систем

кандидат технічних наук, доцент
Голуб Дмитро Вадимович,
Центральноукраїнський національний
технічний університет, доцент кафедри
експлуатації і ремонту машин

Захист відбудеться «22» листопада 2017 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.02 у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за адресою 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Автореферат розіслано «21» жовтня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Смирнов О.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з найбільш гострих соціально-економічних проблем Ісламської Республіки Афганістан (ІРА) є різке зростання кількості міського населення, що обумовлено істотно більш високим рівнем життя міського населення у порівнянні з рівнем життя в сільській місцевості. Найбільшими містами ІРА є Кабул, Кандагар, Герат, Мазарі-Шаріф, Джалал-Абад. Чисельність населення міста Кабул та інших великих міст зростає швидкими темпами за рахунок природного приросту, а також за рахунок міграції жителів з малих населених пунктів і повернення населення, що покинули територію ІРА на період військових дій. У столиці республіки – місті Кабул, зосереджено близько 50% усього міського населення республіки. За останніми оцінками загальна чисельність населення міста Кабул сягає приблизно понад 4 млн. осіб в умовах, що планування міста розраховано на комфортне проживання 1,5 – 2 млн. осіб. Така перенаселеність столиці ІРА позначається на багатьох сферах міського господарства, і в першу чергу, на міському пасажирському транспорті (МПТ).

Транспортна система міста Кабул у даний час знаходиться в надскладному становищі та має скоріше стихійний, ніж системний характер. Основним засобом пересування населення та гостей міста є легкові автомобілі та приватні мікроавтобуси, що перевозять невелику кількість пасажирів. Громадський транспорт (ГТ), який представлений виключно автобусними маршрутами, не відіграє суттєвої ролі в перевезеннях пасажирів. Транспортні проблеми також поглиблюються складним рельєфом міста Кабул, що вже зараз призводить до колосального перевантаження вулично-дорожньої мережі (ВДМ) в центральній частині міста та обумовлює вкрай низьку швидкість пересування пасажирів містом.

Рішення транспортних проблем міста Кабул має базуватися на об'єктивній інформації про потреби жителів і гостей міста в пересуваннях містом, однак така інформація в даний час відсутня. Значні проблеми у транспортному обслуговуванні населення та недостатнє інформаційне забезпечення транспортного процесу в місті Кабул свідчать про необхідність детального дослідження закономірностей функціонування системи МПТ. Використання цих закономірностей дозволить сформулювати досить точну і об'єктивну модель транспортного процесу в місті, що враховує особливості місцевого процесу перевезення пасажирів, і на цій основі сформулювати ефективний варіант технології транспортного обслуговування населення міста на основі організації раціональної маршрутної системи (МС) МПТ для міста Кабул.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проблема дослідження закономірностей функціонування системи МПТ Кабула відповідає сучасним тенденціям забезпечення сталого розвитку транспортних систем, відбитим в резолюції 70/1 Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в галузі сталого розвитку на період до 2030 року», програмою ООН SD21 «Сталий розвиток у 21-м столітті», рекомендацій High-Level Meeting on Sustainable Transport of Landlocked Developing Countries, 13 – 14 жовтня 2016, Санта Круз, Болівія, а також Національній стратегії розвитку Афганістану на період до 2020 року, затверджена наказом Президента ІРА від 03.2008 р.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності функціонування системи міського пасажирського транспорту в м Кабул. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

- проведено аналіз існуючих умов функціонування системи міського пасажирського транспорту в місті Кабул, розглянуті основні методи обстеження транспортного попиту на пересування пасажирів і моделювання потреб міського населення в пересуваннях;

- проведені теоретичні дослідження формування попиту на пересування населення міста Кабул міським пасажирським транспортом з урахуванням транзитних пасажиропотоків, які прямують через укрупнені транспортні райони та внутрішньорайонних пасажирських пересувань;

- обрана і обґрунтована методика проведення й обробки результатів обстеження пасажиропотоків на маршрутній мережі міста Кабул;

- розроблена методика моделювання попиту на пересування населення міста Кабул пасажирським транспортом та виявлені закономірності його формування;

- розроблений раціональний варіант маршрутної системи пасажирського транспорту міста Кабул і проведена оцінка ефективності його реалізації.

Об'єкт дослідження – процес функціонування системи міського пасажирського транспорту міста Кабул.

Предмет дослідження – закономірності формування попиту на транспортні пересування пасажирів в місті Кабул.

Методи дослідження. При розробці теоретичних основ формування попиту на пересування населення міста Кабул МПТ використовувалися методи аналізу, абстрагування, формалізації та математичного моделювання. Для збору даних про пасажиропотоки на маршрутній мережі міста Кабул застосований метод натурних спостережень. При визначенні місткостей укрупнених транспортних районів з відправлення та прибуття пасажирів використані методи теорії ймовірностей і математичної статистики. Визначення закономірностей функціонування системи МПТ для міста Кабул виконувалося на основі гіпотетичного методу та методології математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що *вперше* розроблено новий метод формування матриці міських пасажирських кореспонденцій на основі функції розселення, який на відміну від існуючих, враховує транзитні пасажиропотоки, які прямують через укрупнені транспортні райони.

Отримали подальший розвиток методи побудови моделі попиту на пересування населення на основі обстеження фактичних пасажиропотоків за рахунок формування принципів виділення укрупнених транспортних районів на території.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці методик вибору місць проведення візуального обстеження пасажиропотоків на транспортній мережі міста та формування моделі попиту на пересування населення міста з урахуванням транзитних і внутрішньорайонних пересувань, а також у використанні розроблених методик при формуванні раціонального варіанту розвитку системи пасажирського транспорту міста Кабул. Практична значимість результатів досліджень підтверджується актами впровадження розроблених пропозицій, наданих муніципалітетом міста Кабул, Міністерством транспорту Ісламської Республіки Афганістан

та управлінням проектування технічних інфраструктур Міністерства міського розвитку та житлового будівництва Ісламської Республіки Афганістан.

Особистий внесок здобувача. Усі положення, що виносяться на захист, і результати їх застосування наведені в роботах [1 – 10] та отримані автором самостійно. У наукових роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в наступному. У роботі [1] автором надані результати аналізу основних методів формування матриць пасажирських кореспонденцій, а також представлений алгоритм розрахунку пасажирських кореспонденцій на підставі відомих місткостей транспортних районів з відправлення та прибуття пасажирів. У статті [2] розглянуті існуючі проблеми функціонування системи МПТ міста Кабул, проаналізовані проблеми міської транспортної системи та наведено шляхи їх вирішення. У роботі [4] формалізований підхід до визначення місткостей укрупнених транспортних районів з відправлення та прибуття пасажирів, з урахуванням транзитних пасажиропотоків та внутришньорайонних пересувань. У [5] представлені принципи формування раціонального варіанту МС МПТ, а також результати оцінювання його ефективності. Робота [9] описує підхід до розрахунку місткостей укрупнених транспортних районів на підставі функції розселення населення. У статті [10] представлені результати формування моделі транспортної системи МПТ міста Кабул.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та були схвалені на:

- 80 -й науково-технічній та науково-методичній конференції Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків, квітень 2016 р.);

- II-й Всеукраїнській науково-теоретичній конференції «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх вирішення» (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, березень 2017 р.);

- Міжнародній науково-практичній конференції студентів та молодих вчених вищих технічних навчальних закладів «Інтеграційні процеси та інноваційні технології. Досягнення і перспективи технічних наук (іноземними мовами)» (Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, березень 2017 р.);

- розширеному науковому семінарі кафедри транспортних систем і логістики, транспортних технологій і організації та безпеки дорожнього руху Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків, лютий 2017 р.).

Публікації. Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно і повністю опубліковані у 10 наукових працях. Серед них 5 статей, що входять до фахових видань України, 4 публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз. За матеріалами дослідження опубліковано 5 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і додатків. Повний обсяг роботи становить 189 сторінок, у тому числі обсяг основного тексту – 128. Робота ілюстрована 22 рисунками та має 11 таблиць, 6 додатків на 29 сторінках, перелік використаної літератури з 161 найменування на 17 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано її мету та завдання, визначені об'єкт, предмет дослідження, наведена наукова новизна, розкрито теоретичне та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу існуючих умов функціонування системи МПТ м. Кабул, сучасних методів збору вхідної інформації для розробки заходів щодо підвищення ефективності функціонування МПТ, існуючих моделей і методик формування матриць пасажирських кореспонденцій (МПК) і критеріїв оцінки ефективності функціонування МС МПТ.

В якості основної інформаційної бази в дисертаційному дослідженні використані наукові роботи наступних авторів: М.О. Брайловського, Н.В. Буличової, Г.А. Варелопула, В.О. Вдовиченка, В.М. Вейцмана, Г.А. Гольця, П.Ф. Горбачова, Б.І. Грановського, В.К. Долі, Г.А. Заблоцького, В.М. Кобозєва, О.Я. Коцюка, Є.В. Любого, Л.Б. Миротіна, О.С. Михайлова, О.О. Полякова, О.В. Россолова, Д.С. Самойлова, Е.А. Сафронова, В.П. Федорова, Г.В. Шелейховського, В.О. Юдіна, О.М. Якшина, D. Lohse, J.D. Ortuzar, S. Stouffer, A.G. Wilson, K. Winston тощо.

Однією з головних проблем при розробці заходів щодо підвищення ефективності роботи МПТ є формування моделі потреб населення міста в пересуваннях. У науковій і практичній літературі наведена достатньо велика кількість підходів і способів формування МПК. Усі вони засновані на можливості збору точної та якісної інформації про процес обслуговування пасажирів у досліджуваних містах, оскільки в них уже склалася і функціонує пасажирська МС. Що стосується міста Кабул, то слід зазначити, що система громадського транспорту в ньому практично не функціонує. В основному, обслуговування населення міста проводиться приватним легковим автомобільним транспортом, а також мікроавтобусами малої і дуже малої місткості. Також слід розуміти, що існуючі маршрути міста Кабул сформувалися стихійно і не завжди відповідають наявному попиту на пасажирські перевезення. Тому основним способом підвищення ефективності функціонування системи МПТ міста Кабул є раціональна організація роботи МС, яка дозволить задовольнити значну частку потреб населення в пересуваннях та істотно скоротити час поїздок. Побудова МС має ґрунтуватися на виявленні закономірностей транспортного попиту в місті за допомогою нового підходу до формування моделі потреб пасажирів у пересуваннях, в умовах стихійного транспортного ринку і нестачі інформації.

Слід зазначити, що існуючі підходи до формування МПК, а саме проведення натурних обстежень і моделювання з використанням синтетичних (апріорних) методів, мають характерні їм недоліки. Для першої групи методів це – потреба в значних трудових і тимчасових витратах на їх реалізацію, а для другої – значні відмінності між реальними і розрахунковими значеннями кореспонденцій.

Використання натурних методів збору інформації для моделювання МПК в місті Кабул є досить складним. Це обумовлено декількома причинами: по-перше, значними розмірами даного об'єкту, по-друге, недосконалістю існуючої законодавчої бази в сфері МПТ, по-третє, відсутністю зацікавлених в організації та проведенні транспортних обстежень, як місцевих, так і державних органів управління, а також відсутністю достатньо кваліфікованих обліковців. Також слід зазначити, що реаліза-

ція існуючих апріорних моделей формування МПК на прикладі міста Кабул неможлива без використання інформації, отриманої за результатами натурних спостережень на маршрутній мережі міста. Основною вихідною інформацією при цьому є місткості транспортних районів (ТР) з відправлення та прибуття пасажирів, слід також враховувати характер впливу обраного транспортного фактора на величину пасажирської кореспонденції. Ще одним істотним недоліком використання апріорних моделей є необхідність їхнього калібрування.

Методика формування МПК для міста Кабул повинна ґрунтуватися на результатах натурних спостережень, як об'єктивної інформації про пересування населення міста на маршрутній мережі, і враховувати ймовірнісний характер попиту на пересування пасажирів.

З огляду на необхідність мінімізації витрат різних видів ресурсів на проведення транспортних досліджень, а також на специфіку досліджуваного об'єкта, в якості основного способу збору вихідної інформації доцільно використовувати візуальний метод, який можливо реалізувати на основних магістралях міста за допомогою відеоапаратури.

У **другому розділі** дисертаційної роботи обрано й обґрунтовано критерій ефективності функціонування системи МПТ, розроблені теоретичні основи формування моделі попиту на пересування населення МПТ, базою яких є результати візуального обстеження пасажиропотоків на маршрутній мережі міста, представлені принципи виділення укрупнених транспортних районів (УТР) і вибору місць для проведення візуального обстеження пасажиропотоків, а також виділені особливості міста Кабул, які необхідно враховувати при застосуванні програмного продукту VISUM у процесі формування транспортної моделі міста.

Ефективність функціонування пасажирських маршрутних мереж полягає в мінімізації витрат на пересування як основного показника якості транспортного обслуговування пасажирів, який для обраного об'єкта дослідження, на попередньому рівні транспортного планування, представляється таким чином:

$$C_{\Pi} = f(t_{\text{пер}}, N_{\text{пер}}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $t_{\text{пер}}$ – час на переміщення пасажирів; $N_{\text{пер}}$ – кількість пересадок пасажирів при здійсненні переміщення.

Моделювання потреб населення міста в пересуваннях є одним із найбільш відповідальних завдань із усіх етапів вирішення проблеми підвищення ефективності функціонування МПТ. Це обумовлюється складним, двовимірним характером моделі, для якої у даний час не існує чітких критеріїв перевірки, а також її високою значимістю для надійності оцінки альтернативних варіантів розвитку транспортних систем. У якості моделі попиту на пересування пасажирів використовується МПК, яка є відображенням потреб населення в пересуваннях між ТР міста.

Враховуючи особливості транспортного обслуговування населення міста Кабул МПТ і рівень транспортного моделювання в країні, у фахівців із транспортного планування практично немає можливостей отримати матрицю кореспонденцій за допомогою проведення натурних спостережень за роботою МПТ. З цього випливає

необхідність застосування аналітичних моделей формування матриць кореспонденцій, серед яких найбільш реальною альтернативою є гравітаційна модель.

Формування точної та об'єктивної моделі транспортного попиту на пересування населення міста Кабул є складним і багатоетапним процесом, основними з яких є: формування УТР, фіксація фактичних пасажиропотоків на транспортній мережі, визначення місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів, перехід від УТР до звичайних ТР, розрахунок кореспонденцій, а також моделювання матриці кореспонденцій.

В умовах міста Кабул, коли практично неможливо визначити кількість населення і робочих місць на елементах міської території, до невирішених питань моделювання попиту відноситься не тільки розрахунок МПК, а й визначення місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів. Об'єктивна інформація про кількість пасажирів, які перетинають кордони ТР, тобто в'їжджають до і виїжджають з них, може бути отримана за допомогою візуального обстеження існуючих транспортних потоків. Однак пасажирів, які прибувають в ТР і вибувають з них, складають лише частину пасажирів, які перетинають кордони району, а значну частку в них можуть мати транзитні пасажирів. Крім того, при значних площах ТР істотну роль в місткостях ТР з відправлення та прибуття грають внутрішньорайонні транспортні кореспонденції, які безсумнівно повинні бути враховані в моделі потреб населення міста при пересуваннях.

Визначити кількість транзитних і внутрішньорайонних пересувань та розрахувати місткості ТР р відправлення та прибуття можна за допомогою загальновідомої функції розселення міського населення, яка носить загальний характер для більшості міст і відповідає гамма-розподілу. Транзитні і внутрішньорайонні пересування для кожного ТР є складовими цієї функції і можуть бути визначені при відомих параметрах функції розселення, оскільки точки обстеження пасажирських потоків визначають діапазон дальності внутрішньорайонних і транзитних поїздок, рис. 1. Використовуючи ці дані, ймовірність транзиту через ТР можна визначити як:

$$P_T = 1 - P_0, \quad (2)$$

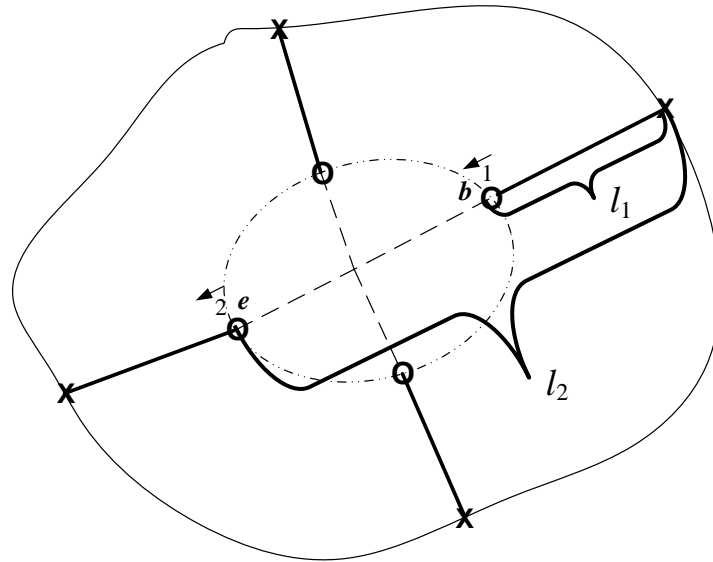
де P_0 – ймовірність завершення поїздки у ТР.

У свою чергу, ймовірність того, що пасажирів завершать поїздки в розглянутому ТР, визначається наступним чином:

$$P_0 = \int_{l_1}^{l_2} f(l) dl, \quad (3)$$

де l_1, l_2 – відстань від кордону міста до ближньої та дальньої точок перетину напрямку поїздки з кордонами ТР (рис. 1), км; $f(l)$ – щільність розподілу дальності трудових поїздок (функції розселення міста).

Графічна інтерпретація залежності (2) наведена на рис. 2.



Умовні позначення:

b – початок кордону ТР за обраним напрямом,

e – кінець кордону ТР за обраним напрямом.

Рисунок 1 – Приклад визначення відстаней l_1, l_2 для одного з напрямків руху транзитного пасажиропотоку

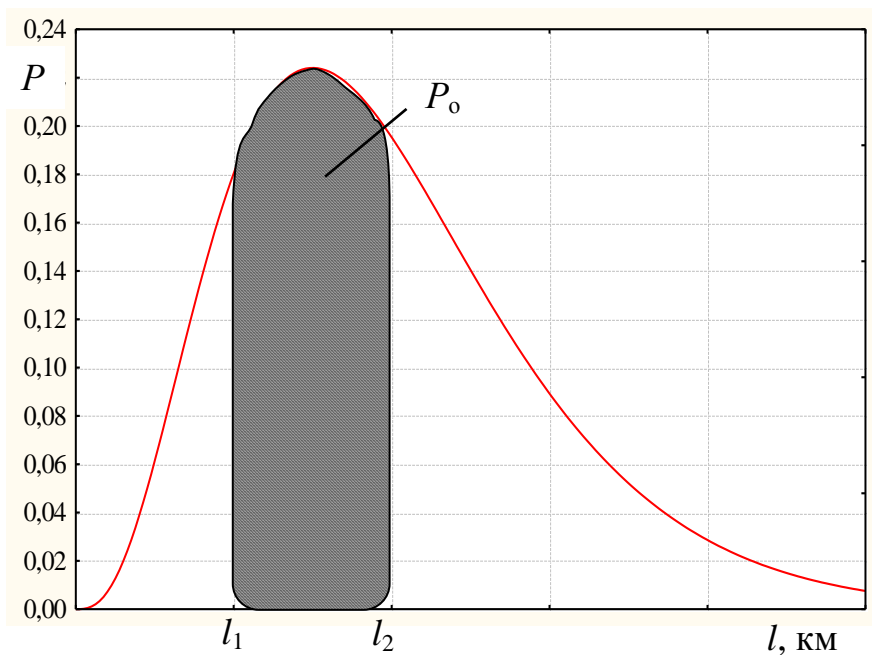


Рисунок 2 – Ймовірність завершення поїздки у ТР

Слід розуміти, що кількість пасажирів, які прямують транзитом, не входить у майбутні місткості ТР з відправлення та прибуття. При цьому місткість ТР з прибуття пасажирів $A_{\text{ТР}}$ є загальною кількістю усіх пасажирів, які завершують поїздку в ньому:

$$A_{\text{ТР}} = \sum_k^{2 \cdot n_{\text{ОВВ}}} F_{\text{ВХ}_k} \cdot P_{0k} + A_{\text{ВН}}, \quad (4)$$

де $F_{\text{вх}_k}$ – вхідний потік на k -му напрямку, пас.; $A_{\text{вн}}$ – кількість прибуттів внутрішньорайонних пересувань, пас.; $n_{\text{овв}}$ – кількість спільних входів-виходів для ТР; 2 – кількість напрямків.

У свою чергу, кількість пасажирів, які починають і завершують поїздку в даному ТР, визначається наступним чином:

$$A_{\text{вн}} = D_{\text{вн}} = D_{\text{тр}} \cdot P_{\text{вн}}, \quad (5)$$

де $D_{\text{тр}}$ – місткість з відправлення даного ТР, пас.; $P_{\text{вн}}$ – ймовірність того, що поїздка, яка почалася в даному ТР, в ньому ж і завершиться; $D_{\text{вн}}$ – кількість відправлень внутрішньорайонних пересувань.

У нашому випадку ймовірність того, що поїздка, яка почалася в даному ТР, в ньому ж і завершиться, визначається як:

$$P_{\text{вн}} = \int_0^{l_2-l_1} f(l)dl, \quad (6)$$

де $l_2 - l_1$ – довжина ТР у заданому напрямку (рис. 1), км.

Відповідно до вибраного підходу, місткість ТР з відправлення пасажирів буде розраховуватися як:

$$D_{\text{тр}} = \sum_k^{2 \cdot n_{\text{овв}}} F_{\text{исх}_k} - F_{\text{вх}_k} \cdot P_{\text{тк}} + D_{\text{вн}}, \quad (7)$$

де $F_{\text{исх}_k}$ – сумарний вихідний потік за k -м напрямком, пас.

З урахуванням можливих підстановок і перетворень, залежності для розрахунку місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів приймуть такий вигляд:

$$D_{\text{тр}} = \frac{\sum_k^{2 \cdot n_{\text{овв}}} F_{\text{исх}_k} - F_{\text{вх}_k} \cdot P_{\text{тк}}}{1 - P_{\text{вн}}}, \quad (8)$$

$$A_{\text{тр}} = \sum_k^{2 \cdot n_{\text{овв}}} F_{\text{вх}_k} \cdot P_{\text{ок}} + D_{\text{тр}} \cdot P_{\text{вн}}. \quad (9)$$

Слід зазначити, що отримати достатньо точні результати розрахунку місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів із використанням запропонованого підходу можна тільки за наявності об'єктивної інформації про пасажиропотоки, а це вимагає ретельного опрацювання питання мікрорайонування міської території. При цьому необхідно враховувати той факт, що територія міста Кабул має значні розміри, площа якої становить близько 300 км², що робить дуже високою трудомісткість проведення візуального обстеження пасажиропотоків на ділянках маршрутної мережі при виконанні існуючих рекомендацій щодо мікрорайонування міської терито-

рії, тому що кількість ТР для такого об'єкта як місто Кабул складе 120 – 200 одиниць. Це робить практично неможливим отримання достовірної інформації про пасажиропотоки і призводить до необхідності мінімізації кількості точок спостереження без чутливих втрат точності інформації, чого можна домогтися за рахунок проведення обстежень на кордонах укрупнених територіальних одиниць – УТР.

Основним принципом виділення УТР є мінімізація кількості місць спостереження за пасажиропотоками. Для його реалізації в якості кордонів УТР необхідно використовувати лінії природних і штучних перешкод (річки, лінії залізниць) і проводити інші кордони між сусідніми УТР там, де вони перетинають мінімальну кількість транспортних магістралей, тому що ці перетини є місцями проведення обстежень пасажиропотоків.

Наступним принципом виділення території УТР є забезпечення можливості врахування внутрішньорайонних пасажирських пересувань. Цей принцип передбачає наявність на території одного УТР декількох пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів, які характеризуються відносно постійним попитом, він носить назву принципу самодостатності УТР. При його дотриманні площа УТР не може бути меншою за 10 км².

З іншого боку, при транспортному моделюванні необхідно забезпечувати досить високий ступінь деталізації моделі, яка на мінімальному рівні містобудівних розрахунків вимагає, щоб кількість УТР була не менше 12-ти. Тому третім принципом виділення території УТР є принцип забезпечення деталізації, при якому площа УТР для міста Кабул не повинна перевищувати 25 км².

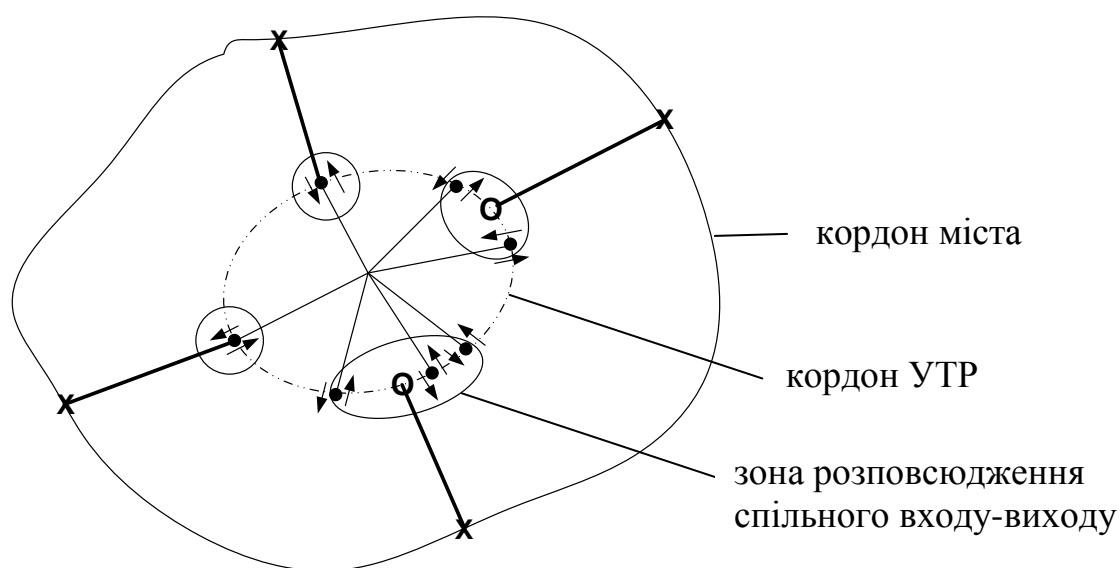
Четвертим принципом моделювання території УТР є принцип відокремлення центральної частини міста. Слід розуміти, що питома вага транспортних пересувань у центральну частину міста значно вище, ніж в інші райони міста. Це пов'язано з тим, що в центральній частині міста завжди сконцентрована велика кількість місць пасажиротяжіння, які характеризуються постійним і високим попитом. Для реалізації потреб пасажирів на цій території є множина варіантів, які найчастіше представляються у вигляді магістральних вулиць, кількість яких залежить від планувальної структури міста і місцевої специфіки транспортного обслуговування. Представлене вище свідчить про те, що виділення кордонів у центральній частині міста в окремий УТР є обов'язковим і необхідним етапом транспортного моделювання, оскільки від точності його формування залежить правильність вибору місць для проведення натурних спостережень за роботою МПТ.

Слід також зазначити, що для реалізації розробленої методики розрахунку місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів необхідне виділення таких входів-виходів, використання яких дозволяє визначити величину транзитного пасажиропотоку, що проходить через територію УТР. Однак входи в УТР (і виходи з нього) повинні при цьому забезпечувати однозначні напрямки транзитних поїздок, коли в'їзд пасажирів в УТР по якійсь вулиці означає, що в разі транзитної поїздки пасажир залишить УТР завжди за одним і тим же виїздом j .

Тому п'ятим принципом формування УТР є принцип однозначності напрямків транзиту. Для його виконання необхідно виділити такі УТР, перетин яких транзитними пасажирами йде за одним або максимум двома напрямками, які у другому випадку є приблизно ортогональними. Зміна напрямку транзитного пересування в

сформованому УТР має бути рідкісною подією, якою можна знехтувати при розрахунку місткостей УТР з відправлення та прибуття. При цьому кілька входів-виходів УТР можуть об'єднуватися в спільні входи-виходи, які будуть характеризуватися сумарними значеннями пасажиропотоків, що входять до зони поширення місць їх фіксації (рис. 3), і кожна пара спільних входів-виходів є одним напрямком транзитних переміщень через УТР.

Необхідно розуміти, що УТР не забезпечують у достатній мірі деталізації моделі попиту, тому дані про кількість пасажирів, що відправляються і прибувають з (в) УТР, необхідно розподілити між виділеними з УТР звичайними ТР. Для забезпечення такої можливості необхідна реалізація принципу спільного кордону УТР, який означає, що кордон УТР повинен збігатися із зовнішніми кордонами ТР, з яких він складається. Самі ТР при цьому повинні формуватися на основі існуючих принципів мікрорайонування міських територій.



Умовні позначення:

- – місце фіксації вхідного й вихідного потоків (окремий вхід-вихід в УТР);
- – спільний вхід-вихід в УТР;
- Х – вихід, транзит через який неможливий;
- – напрям руху потоку.

Рисунок 3 – Приклад можливого виділення спільних входів-виходів

У **третьому розділі** дисертаційної роботи наведені результати натурних обстежень пасажиропотоків на маршрутній мережі міста Кабул, виконані експериментальні дослідження процесу формування моделі попиту на пасажирські перевезення, а також розроблена модель транспортної пропозиції міста Кабул.

Відповідно до розробленого підходу щодо формування МПК у рамках даної дисертаційної роботи необхідно визначити місткості УТР з відправлення та прибуття пасажирів. На основі отриманої інформації про кількість пасажирів, що відправляються і прибувають в УТР, з урахуванням виду забудови і щільності населення, розраховуються місткості ТР. Основною вихідною інформацією при цьому є дані про кількість пасажирських пересувань територією міста, отримані в результаті ві-

зуального обстеження, а також параметри форми і масштабу гамма-закону розподілу дальності трудових пересувань у місті.

Об'єктом проведення експериментальних досліджень є місто Кабул, чисельність населення якого становить понад 4 млн. осіб. Обслуговування населення міста проводиться переважно індивідуальним транспортом малої і дуже малої місткості, власниками якого є приватні особи. Також слід зазначити і той факт, що система МПТ в місті Кабул працює хаотично: транспортні засоби працюють без розкладу, водії транспортних засобів не дотримуються правил дорожнього руху і часто відхиляються від траси маршруту тощо. Все це істотно ускладнює завдання збору точної та об'єктивної інформації про пересування пасажирів у місті Кабул.

З метою реалізації розробленої методики формування моделі потреб міста у пересуваннях, планування обстеження пасажиропотоків методом відеоспостереження, а також розробки раціонального варіанту МС МПТ для міста Кабул була створена модель транспортної пропозиції з використанням програмного продукту VISUM. Кількісна характеристика моделі наведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Загальна характеристика моделі транспортної пропозиції

Елементи моделі	Значення
Вузли, од.	419
Відрізки, од.	1032
Зупиночні пункти громадського транспорту, од.	308
Транспортні райони, од.	104
Укрупнені транспортні райони, од.	14
Кількість систем транспорту, од.	4
Загальна довжина міської транспортної системи, км	818,7

З огляду на особливості транспортного обслуговування населення міста Кабул і обмеження всіх видів ресурсів на проведення натурних досліджень, було прийнято рішення про необхідність відеофіксації транспортних потоків у місцях проведення обстеження, з подальшою їх трансформацією в пасажирські потоки.

На першому етапі були визначені місця (контрольні точки) для проведення відеофіксації транспортних пересувань, які реалізуються в ранковий період «пік». Для отримання повної та якісної інформації про потоки транспортних засобів і пасажирів, у якості місць проведення обстеження на етапі планування було виділено 84 контрольні точки. Однак, з огляду на складність організації і проведення обстеження пасажирських і транспортних потоків у місті Кабул, необхідність отримання інформації з мінімальними витратами фінансових та трудових ресурсів, а також високу ймовірність дублювання досліджуваних потоків, було прийнято рішення про зменшення кількості контрольних точок. Ґрунтуючись на особистому досвіді дослідника і завдяки отриманому від міської влади дозволу на проведення відеозйомки, кількість контрольних точок було зменшено до 39 одиниць. Така кількість місць проведення обстеження дозволяє з мінімальними втратами точності результатів транспортних спостережень отримати необхідну інформацію про кількість пересувань насе-

лення до центральної частини міста, оскільки основна маса пересувань у розглянутий період часу відбувається саме в цьому напрямку.

Натурні дослідження методом відеоспостереження на маршрутній мережі міста Кабул проводилися в серпні 2013 року в ранковий період «пік» ($6^{30} - 8^{00}$). Місця для проведення візуального обстеження обиралися і облаштовувалися таким чином, щоб зафіксувати транспортні потоки в обох напрямках. У результаті проведення обстеження отримано масив відеоінформації обсягом у 97,5 годин.

Далі отримані відеофайли оброблялися з метою підрахунку кількості пасажирів, що переміщуються в зафіксованих транспортних засобах. Для трансформації інформації з графічного виду (рис. 4, а) в текстовий використовувалася спеціально розроблена картка в програмному середовищі MS Excel (рис. 4, б). Для обробки отриманих відеофайлів залучалися студенти четвертого і п'ятого курсів факультету транспортних систем ХНАДУ в рамках виконання практичних завдань із дисциплін «Моделювання транспортних систем», «Науково-дослідницька робота» та «Планування і розвиток транспортних систем».

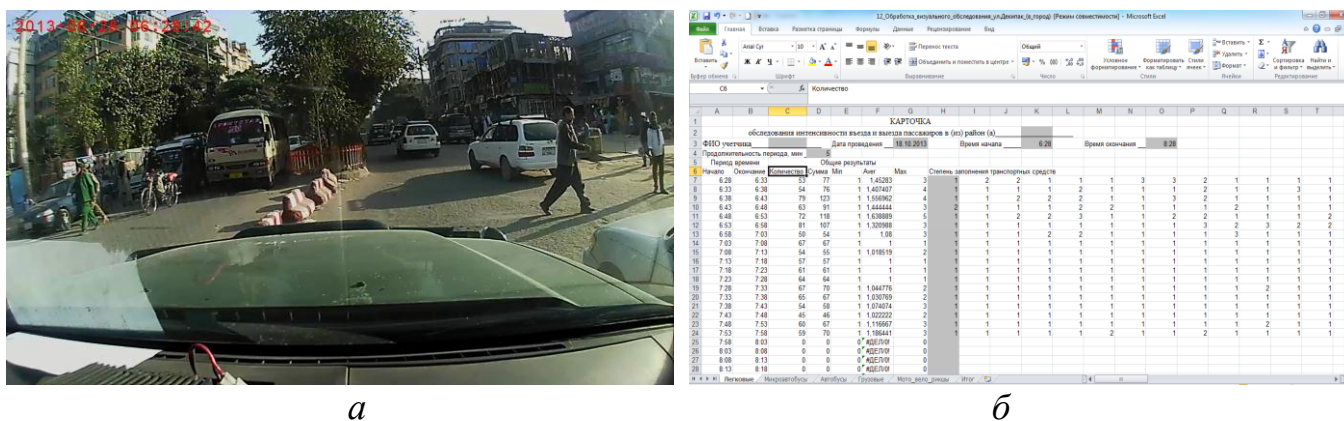


Рисунок 4 – Контрольна точка №12 – вул. Декипак – відеозйомка двох напрямів (а – приклад оброблюваного відеопотоку, б – вид робочого вікна файлу для обробки результатів натурних спостережень)

Інформацію про пересування пасажирів у транспортних засобах заносили в наступному порядку: назва контрольної точки і дата обстеження, напрям, період часу (необхідно зазначити, що зйомка з використанням відеореєстратора дозволяє встановлювати тривалість відеофайлу, що в подальшому істотно полегшує обробку відеопотоку), а далі записується інформація про кількість людей, що знаходяться в салоні транспортного засобу, у відповідні типах транспортних засобів графі картки.

У результаті проведення відеоспостереження отримані дані про кількість пересувань пасажирів і транспортних засобів у ранковий період «пік» у кожній контрольній точці (табл. 2).

Наступним етапом формування МПК, відповідно до запропонованого підходу, є розрахунок місткостей УТР з прибуття та відправлення пасажирів. Згідно із прийнятими припущеннями, крива функції розселення населення в місті Кабул, як у будь-якому місті, має відповідати гамма-розподілу. При цьому, внаслідок відсутності фактичних даних, для нього прийнятий середній параметр форми рівний 4, а середня дальність поїздки пасажирів визначена, виходячи з площі міста, і склала 6,62 км.

Таблиця 2 – Кількість пересувань пасажирів і транспортних засобів через контрольні точки за напрямками руху (фрагмент)

Номер і назва контрольної точки	Напрямок руху			
	до центру		від центру	
	кількість пасажирів, пас.	кількість транспортних засобів, од.	кількість пасажирів, пас.	кількість транспортних засобів, од.
1_пр. Дарол Аман	31456	12980	20756	11304
...
38_Міст Челсетун Ассмаї	15944	7948	7496	2824
39_Фазел Рахман	11796	4260	4924	3180

Наступним кроком при визначенні місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів є визначення ймовірності того, що пасажир закінчить поїздку в розглянутому УТР (6), і ймовірності внутрішньорайонних пересувань. Після цього, відповідно до залежностей (8) та (9), проведено розрахунок місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів, табл. 3.

Таблиця 3 – Результати розрахунку місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів (фрагмент)

Номер УТР	Номер спільного входу-виходу	Відстань від виходу, транзит через який неможливий до точки входу та виходу в (з) УТР, км		Сумарний потік пасажирів, пас.		Ймовірність завершення поїздки в УТР	Ймовірність того, що поїздка, яка почалася в УТР, у ньому ж і завершиться (за напрямками)	Кількість пасажирів, які починають і завершують поїздку в УТР, пас.	Місткість УТР з прибуття, пас.	Місткість УТР з відправлення, пас.
		l_1	l_2	$F_{\text{вх}}$	$F_{\text{исх}}$					
1	I	l_1	0	$F_{\text{вх}}$	11756	0,0123	$P_{\text{I-II}}=0,0123$	235	926	3285
		l_2	5,8	$F_{\text{исх}}$	5080					
	II	l_1	22,2	$F_{\text{вх}}$	4880	0,1118				
		l_2	25,7	$F_{\text{исх}}$	13916					
	III	l_1	-	$F_{\text{вх}}$	-	-				
		l_2	-	$F_{\text{исх}}$	-					
	IV	l_1	-	$F_{\text{вх}}$	-	-				
		l_2	-	$F_{\text{исх}}$	-					

Наступним етапом формування МПК став перехід від місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів до аналогічних місткостей звичайних ТР. Для цього були використані основні характеристики ТР: вид забудови і щільність населення, що мешкає в них.

Останнім кроком на шляху формування МПК є безпосередньо розрахунок кореспонденцій пасажирів, який реалізований із використанням гравітаційної моделі. У результаті отримана модель попиту на пересування населення міста Кабул у ранковий період «пік».

У **четвертому розділі** отримані закономірності розподілу дальності пересування пасажирів територією міста, формалізована методика отримання моделі попиту на основі заданої функції розселення населення, представлені принципи формування раціонального варіанту МС МПТ для міста Кабул і проведена оцінка його ефективності.

Розроблений теоретичний підхід до формування моделі попиту на пересування на підставі заданої функції розселення населення та його практична реалізація на прикладі міста Кабул вимагають оцінки результатів формування МПК, і основним способом для цього є перевірка відповідності закону розподілу дальності пересування міського населення гамма-розподілу. Вихідною інформацією при цьому є моделі транспортного попиту і пропозиції розраховані у програмному середовищі VISUM, результати оцінки відповідності закону розподілу представлені на рис. 5, а його параметри – у табл. 4.

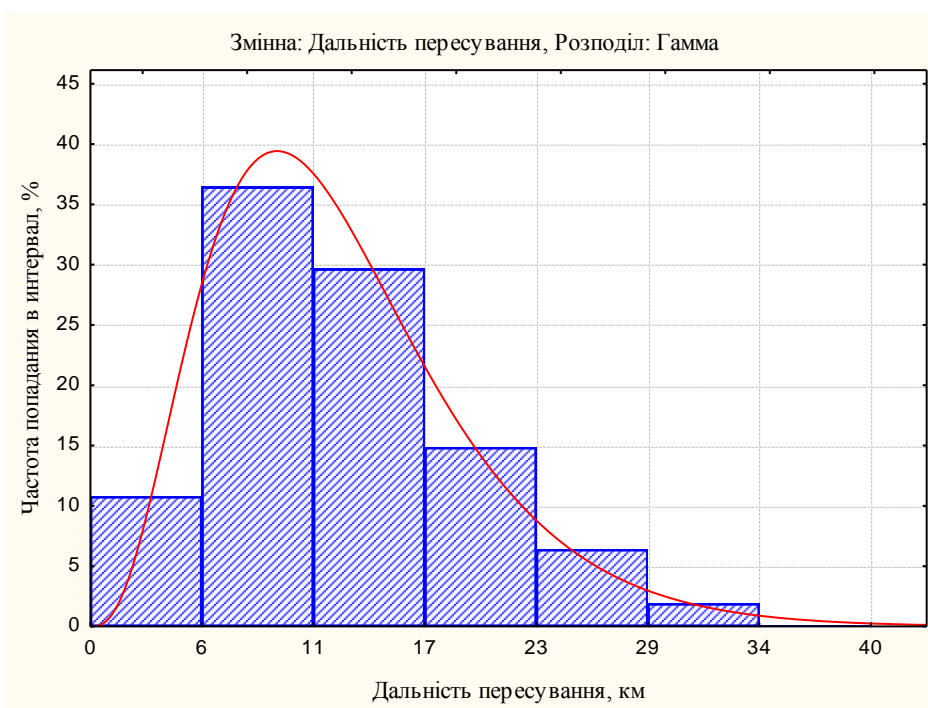


Рисунок 5 – Закономірності розподілу дальності пересування пасажирів на основі сформованої МПК

Результати перевірки свідчать про відповідність отриманої МПК відомим закономірностям, можливості її використання для розробки заходів щодо підвищення ефективності функціонування системи МПТ у місті Кабул і доцільності формування

відповідної методики моделювання потреб у пересуваннях населення для міст із незначною роллю і низьким рівнем організації роботи громадського транспорту.

Таблиця 4 – Характеристика параметрів розподілу дальності пересування пасажирів у місті Кабул

Параметр	Значення
Математичне очікування, км	12,92
Середньоквадратичне відхилення, км	6,45
Параметр форми	3,9
Параметр масштабу	3,3
Критерій Колмогорова-Смирнова	0,00796
Ймовірність критерію Колмогорова-Смирнова	не менше 0,20

Запропоновану методику можна представити у вигляді такої послідовності дій:

- виділення на території міста УТР, із використанням запропонованих у роботі принципів;
- проведення візуального обстеження пасажиропотоків на перетинах кордонів УТР із основними магістралями транспортної мережі міста;
- визначення параметрів функції розселення на основі вибіркового опитування населення або заданого значення параметра форми гамма-розподілу;
- розрахунок кількості внутрішньорайонних і транзитних пересувань для кожного УТР;
- розрахунок місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів;
- визначення місткостей звичайних ТР з відправлення та прибуття пасажирів із урахуванням виду забудови і щільності населення в них;
- моделювання загальноміської МПК.

Перевагами розробленої методики формування МПК є використання об'єктивних даних про рух пасажирів, отриманих за допомогою практично доступного обсягу натурних обстежень, які створюють надійну основу для визначення величини транзитних пасажиропотоків і внутрішньорайонних пересувань.

Основним способом підвищення ефективності роботи пасажирської транспортної системи міста Кабул є створення і раціональна організація роботи маршрутної системи громадського транспорту, яка забезпечить перевезення більшої частини пасажирів у місті. Основою розробки нових варіантів МС завжди є деяка стратегія вибору трас маршрутів, яка робить очевидним для проектувальника порядок призначення чергових маршрутів. Необхідність попереднього вибору стратегії обумовлена величезною, навіть при незначних масштабах об'єкту, кількістю варіантів МС.

Загальновизнаною в світі стратегією формування ефективних МС є стратегія основного або головного маршруту. Відповідно до неї для основної частини пасажирів створюються один чи кілька основних маршрутів, для яких забезпечується висока швидкість руху, і на яких працюють транспортні засоби великої місткості. Решта маршрутів забезпечують сполучення пасажирів між основними маршрутами і віддаленими від них точками тяжіння на території міста.

Першим принципом стратегії є принцип максимальної прямолінійності основних маршрутів, коли їх траси прокладаються максимально близько до повітряної лінії між кінцевими пунктами маршруту, що дозволяє скоротити витрати часу пасажирів на пересування.

Другим принципом стратегії є мінімізація кількості пересадок, при якій система основних маршрутів формується як сукупність діаметральних маршрутів, кожен з яких обов'язково має хоча б одне місце перетину з усіма основними маршрутами. Загальні пункти зупинки зазвичай розташовуються в центральній частині міста, що створює проблему її перевантаженості, тому зазвичай передбачається кілька місць пересадки між основними маршрутами, щоб зменшити навантаження на транспортну мережу центру міста.

Наступний принцип – це принцип рівномірного завантаження радіусів діаметральних основних маршрутів, який виконується за рахунок прокладання трас маршрутів на територіях міста з приблизно однаковою щільністю забудови, а ще за рахунок різної кількості основних маршрутів, які обслуговують окремі окраїни міста. Остаточне вирівнювання провізних можливостей міських маршрутів здійснюється за допомогою вибору раціональної місткості та кількості рухомого складу на маршрутах.

Останнім принципом побудови раціонального варіанта маршрутної мережі в рамках стратегії основного маршруту є максимальне охоплення території міста МС, який реалізується за допомогою основних і допоміжних маршрутів.

У результаті реалізації описаної стратегії в місті Кабул, у перспективний варіант маршрутної мережі увійшли 7 основних маршрутів, на яких передбачається використання автобусів особливо великого класу (150 – 180 пас.), які мають працювати виключно на виділених для руху громадського транспорту смугах руху; 11 допоміжних (радіальних, тангенціальних) маршрутів з автобусами великого класу (90 – 110 пас.), 17 місцевих маршрутів, які забезпечують транспортне обслуговування населення окремих УТР автобусами середньої місткості (50 – 70 пас.).

Розроблений варіант МС міста Кабул дозволяє істотно підвищити питомий вміст маршрутних перевезень пасажирів і забезпечити прийнятний час поїздок у місті. Значення показників для існуючого варіанту транспортного обслуговування населення міста Кабул отримані за результатами натурних спостережень за роботою МПТ. Для розробленого варіанту МС міста Кабул ці показники розраховані з використанням програмного продукту VISUM (табл. 5).

Таблиця 5 – Порівняльна характеристика варіантів транспортного обслуговування населення м. Кабул

Варіант обслуговування населення міста Кабул	Середня швидкість сполучення, км/год.		Частка обслуговування пасажирів, %		Середній час пересування пасажирів, хв.		Середньозважений час пересування пасажирів у маршрутній системі міста, хв.
	ІТ*	ГТ*	ІТ	ГТ	ІТ	ГТ	
Існуючий	12,5	8,6	79,8	20,2	55,1	80,1	60,2
Запропонований	15,1	21,9	24,7	75,3	45,3	46,9	46,5

* ІТ – індивідуальний транспорт, ГТ – громадський транспорт.

Перехід на переважне обслуговування пасажирів маршрутним транспортом дозволяє знизити середні витрати часу пасажирів на пересування на 22,8%. Для запропонованого варіанту МС був розрахований коефіцієнт пересадковості, значення якого склало 1,53 і суттєво нижче нормативного показника для міст із чисельністю населення понад 1 млн. осіб, рівного 1,8.

ВИСНОВКИ

1. У сучасних умовах розвитку ринкових відносин в місті Кабул накопичилася достатньо велика кількість проблем, більша частина яких обумовлена відсутністю достатніх коштів для його розвитку, швидким зростанням чисельності населення, а також недосконалістю законодавчої бази. Це в значній мірі стосується і роботи системи МПТ, проблеми функціонування якої свідчать про необхідність розробки заходів, спрямованих на підвищення ефективності роботи МПТ з урахуванням потреб населення міста в пересуваннях. Слабкий рівень розвитку системи ГТ та відсутність фахівців із транспортного планування призводить до необхідності розробки нового підходу до формування моделі попиту на пересування пасажирів, який враховує закономірності та специфіку транспортного обслуговування населення міста Кабул на основі візуального обстеження пасажиропотоків.

2. Основною інформацією для формування моделі попиту на пасажирські пересування є дані про фактичні пересування мешканців міста. Відсутність інформації про величину фактичних кореспонденцій у містах із низьким ступенем використання ГТ при перевезеннях пасажирів і недостатнім обсягом інформації про потреби населення в пересуваннях може бути компенсована за допомогою функції розселення населення, яка дозволяє визначити величину транзитних і внутрішньорайонних пересувань в УТР та сформуванню моделі попиту на пересування на основі результатів візуального обстеження пасажиропотоків на транспортній мережі міста.

3. Реалізація розроблених у роботі принципів макрорайонування міста дозволила отримати практично прийнятний розподіл міської території на 14 УТР, достатньо ізольованих з транспортної точки зору, що забезпечило можливість призначення відносно невеликої кількості контрольних точок для обстеження пасажиропотоків, при якій отримана інформація має достатню повноту для формування об'єктивної моделі потреб населення в пересуваннях на її основі. За результатами візуального спостереження за пасажиропотоками на обраних точках ВДМ міста Кабул із використанням методу відеоспостереження визначена потужність пасажиропотоків, які надходять в УТР і виходять із них. Ці дані є основою для визначення місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів і подальшого формування загальноміської МПК із застосуванням аналітичних моделей розрахунку.

4. Розроблена методика моделювання попиту населення на пересування, заснована на використанні заданої функції розселення населення і об'єктивних даних про фактичні значення пасажиропотоків, а також послідовному розділенні міської території на укрупнені та звичайні транспортні райони дозволила отримати надійну оцінку попиту на пасажирські перевезення в місті. Це підтверджується отриманими закономірностями формування попиту населення на пересування, при яких функція

розселення населення відповідає гамма-розподілу з високим рівнем ймовірності критерію Колмогорова-Смирнова, яка становить не менше 20%.

5. Для формування раціонального варіанту МС МПТ міста Кабул використана стратегія основного маршруту, яка реалізована за допомогою розроблених принципів реалізації обраної стратегії. Це дозволило сформувавши систему маршрутів МПТ, яка охоплює всю міську територію та характеризується досить високим рівнем якості транспортного обслуговування, оскільки середній час пересування пасажирів становить 46,9 хв., а коефіцієнт пересадковості – 1,53. Запропонований варіант МС забезпечує значне підвищення швидкості сполучення ГТ на 64,7%, збільшення його частки в обслуговуванні пасажирів на 45,4%, а також зниження середнього часу пересування пасажирів містом у цілому на 22,8%.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛИКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Горбачёв П.Ф. Моделирование спроса на перевозку пассажиров в пригородном сообщении / П.Ф. Горбачёв, В.И. Крикун, Акбар Джан Полад // Восточно-европейский журнал передовых технологий: Научный журнал. – Харьков: Технологический центр, 2013. – №2/3 (62). – С. 12 – 15.

2. Горбачёв П.Ф. Условия функционирования системы городского пассажирского транспорта г. Кабул / П.Ф. Горбачёв, Е.В. Любый, Акбар Джан Полад // Вестник экономики транспорта и промышленности. – 2014. – Вып. 46 – С. 335 – 337.

3. Акбар Джан Полад Анализ критериев оценки эффективности функционирования маршрутных систем городов / Акбар Джан Полад // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2015. – №52 (1161). – С. 41-44.

4. Горбачёв П.Ф. К вопросу об определении ёмкости высших транспортных районов по прибытию и отправлению пассажиров / П.Ф. Горбачёв, Е.В. Любый, Акбар Джан Полад // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк: ЛНТУ, 2016. – Вип. №56. – С. 47-54.

5. Горбачёв П.Ф. Разработка перспективного варианта пассажирской маршрутной системы города Кабул / П.Ф. Горбачёв, Е.В. Любый, Акбар Джан Полад // Ком-мунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Выпуск 134. – Х.: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2017. – С. 90-95.

6. Акбар Джан Полад Проблемы функционирования транспортной системы города Кабул / Акбар Джан Полад // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Треті економіко-правові дискусії». – Львів, 2014. – С. 38-39.

7. Акбар Джан Полад Выбор и обоснование критерия эффективности функционирования городского пассажирского транспорта / Акбар Джан Полад // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення». – Київ, 2016. – С. 38-43.

8. Акбар Полад Принципы выбора мест проведения натуральных исследований пассажирских потоков / Акбар Полад // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної науки». Частина 1. – Одеса, 2016. – С. 44-46.

9. Горбачёв П.Ф. Подход к определению ёмкостей высших транспортных районов по отправлению и прибытию пассажиров / П.Ф. Горбачёв, Е.В. Любый, Акбар Джан Полад // Сборник статей XIX Международной заочной конференции «Развитие науки в XXI веке». Часть 2. – Харьков: Научно-информационный центр «Знание», 2016. – С. 37-41.

10. Горбачёв П.Ф. Формирование модели транспортной системы городского пассажирского транспорта г. Кабул / П.Ф. Горбачёв, Е.В. Любый, Акбар Джан Полад // Збірник тез доповідей Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення». – Тернопіль, 2016. – Вип. №16. – С. 74-78.

АНОТАЦІЯ

Акбар Джан Полад. Закономірності функціонування системи міського пасажирського транспорту міста Кабул. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – «Транспортні системи». – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, МОН України, Харків, 2017.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-прикладної задачі підвищення ефективності функціонування системи міського пасажирського транспорту на підставі врахування сформованих закономірностей транспортного обслуговування населення міста Кабул.

У роботі вибрано та обґрунтовано візуальний метод обстеження пасажиропотоків, який реалізується із застосуванням відеоапаратури, розроблена методика формування моделі попиту пасажирів на пересування з урахуванням особливостей транспортного обслуговування населення міста Кабул, установлені закономірності розподілу дальності пересування пасажирів територією міста, розроблені принципи формування раціонального варіанта маршрутної мережі, на підставі яких розроблено перспективний варіант транспортного обслуговування міського населення.

Ключові слова: матриця пасажирських кореспонденцій, попит на пересування пасажирів, візуальний метод, транзитний пасажиропотік, маршрутна мережа, ефективність.

АННОТАЦИЯ

Акбар Джан Полад. Закономерности функционирования системы городского пассажирского транспорта города Кабул. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – «Транспортные системы». – Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, МОН Украины, Харьков, 2017.

Диссертация посвящена решению научно-прикладной задачи повышения эффективности функционирования системы городского пассажирского транспорта на основании учета сложившихся закономерностей транспортного обслуживания населения города Кабул.

В работе выбран и обоснован визуальный метод обследования пассажиропотоков, который реализуется с применением видеоаппаратуры, разработана методика формирования модели спроса пассажиров на передвижение с учетом особенностей транспортного обслуживания населения города Кабул, установлены закономерности распределения дальности передвижения пассажиров по территории города, разработаны принципы формирования рационального варианта маршрутной сети города Кабул, на основании которых разработан перспективный вариант транспортного обслуживания городского населения и проведена оценка эффективности его функционирования.

В диссертационном исследовании доказано, что наиболее доступным способом сбора информации для разработки модели спроса на передвижения пассажиров в городе Кабул является визуальное обследование пассажиропотоков, которое возможно реализовать путем видеонаблюдения на маршрутной сети города. Такой способ характеризуется достаточно низкой трудоемкостью проведения, относительно невысокими затратами на его реализацию, а также позволяет получить точную и объективную информацию о потоках пассажиров и учитывает особенности транспортного обслуживания пассажиров в городе Кабул.

Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что формирование модели спроса на передвижения населения города Кабул городским пассажирским транспортом возможно на основании функции расселения населения. При этом необходимым условием является моделирование укрупненных транспортных районов в транспортной модели города, что, в свою очередь, позволяет определить величину транзитного пассажиропотока, проходящего через укрупненные транспортные районы и получить точные данные для расчета пассажирских корреспонденций.

В диссертационной работе разработана методика формирования модели спроса на передвижения населения города Кабул, которая основывается на результатах проведения визуального обследования пассажиропотоков с использованием метода видеонаблюдения на основных магистралях маршрутной сети города. Предложенная в исследовании методика позволяет получить достоверную оценку результатов транспортного планирования для города Кабул, а также учитывает транзитные пассажиропотоки, которые проходят через укрупненные транспортные районы.

Разработанная методика моделирования спроса на передвижения городского населения основана на использовании заданной функции расселения населения и объективных данных о фактических значениях пассажиропотоков, а также последовательном разделении городской территории на укрупненные и обычные транспортные районы позволила получить надежную оценку спроса на пассажирские перевозки в городе Кабул. Это подтверждается полученными закономерностями формирования спроса населения на передвижения, при которых функция расселения населения соответствует гамма-распределению с высокой степенью вероятности критерия Колмогорова-Смирнова.

Также в диссертации разработаны принципы реализации выбранной стратегии, которые позволили сформировать систему маршрутов городского пассажирского транспорта, покрывающую всю городскую территорию, и которая характеризуется достаточным качественным уровнем транспортного обслуживания, а именно:

среднее время передвижения пассажиров составляет 46,9 минут и коэффициент пересадочности - 1,53.

Практическое значение полученных результатов работы подтверждается полученными актами внедрения разработанных в диссертационной работе методик для формирования рационального варианта маршрутной сети города Кабул Исламская Республика Афганистан.

Ключевые слова: матрица пассажирских корреспонденций, спрос на передвижение пассажиров, визуальный метод, транзитный пассажиропоток, маршрутная сеть, эффективность.

ABSTRACT

Akbar Jan Polad. Regularities of the functioning for the system of Kabul city urban passenger transport. – Manuscript.

Thesis to obtain scientific degree of candidate of science on the specialty 05.22.01 – "Transport systems". – Kharkov National Automobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkov, 2017.

The thesis is devoted to solving scientific and applied problem to increase the functioning efficiency of the urban passenger transport system taking into account the existing laws of the transport service of the city of Kabul's population.

The visual method of passenger traffic survey with the use of video equipment has been chosen and proved in the research, the technique to form a model of the trip passenger demand allowing for the transport service of the city of Kabul's population, the distribution laws of the passengers trips range on the city territory have been revealed, the principles to obtain a rational option of the route network the city of Kabul have been developed due to which the advanced version of the vehicle-servicing of the urban population has been developed and effectively assessed.

The technique to obtain a trip demand matrix has been developed, the initial data of which were the results of the passenger traffic visual survey on the urban route network by means of video surveillance method. The main advantage of the technique presented for obtaining the trip demand model is to consider the value of transit passenger traffic crossing the biggest traffic districts that significantly improves the accuracy and reliability of the results for the trip demand matrix modeling.

The practical significance of the results is confirmed by the introduction of regulations for the techniques designed in the thesis to form a rational option of the route network of the city of Kabul (Islamic Republic of Afghanistan).

Keywords: original destination matrix, passenger trip demand, visual method, transit passenger flow, route network, efficiency.