

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Мосьпан Валерій Миколайович

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'В.' followed by a large, flowing cursive flourish.

УДК 656.072

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В МІСТАХ ЗА РАХУНОК
ОБ'ЄДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАГАЛЬНОГО
КОРИСТУВАННЯ

Спеціальність 05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Нагорний Євген Васильович,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри транспортних технологій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Альошинський Євген Семенович,
Український державний університет залізничного транспорту, професор кафедри транспортних систем та логістики;

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

Захист відбудеться «30» червня 2017 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.02 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

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

Автореферат розісланий «27» травня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.П.Смирнов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах ринкових відносин, надійна та ефективна робота міського пасажирського транспорту (МПТ) загального користування є одним з найважливіших показників соціально-політичної та економічної стабільності держави. МПТ загального користування забезпечує основну частину поїздок населення, безпосередньо впливаючи на ефективність функціонування системи міського господарства, підприємств, організацій та всіх галузей економіки країни.

Як свідчить досвід окремих міст та країн, де існують найкращі школи транспортного планування, головним вектором транспортної політики є створення інтегрованих транспортних систем. Транспортні планувальники та вчені в економічно розвинених країнах прийшли до єдиного висновку, що лише створення об'єднаних транспортних підприємств (ОТП), може суттєво підвищити ефективність функціонування МПТ загального користування.

На сучасному етапі розвитку ОТП у містах виникає необхідність вирішення ряду проблем, а саме: розробка методик формування парку рухомого складу (ПРС), тарифної політики та єдиного розкладу руху транспортних засобів (ТЗ). Що стосується вирішення даних проблем для вітчизняних ОТП, то в літературних джерелах інформація про них відсутня. Їхнє вирішення за допомогою сучасного математичного апарату та програмного забезпечення дозволить значно підвищити ефективність функціонування МПТ загального користування та забезпечити підґрунтя для створення в містах України інтегрованої транспортної системи.

Удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах повинно забезпечувати мінімальний час поїздки пасажирів, регулярність руху транспортних засобів на всьому шляху сполучення, раціональне використання рухомого складу та високу якість обслуговування пасажирів при мінімальних витратах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах відповідає Концепції Державної цільової програми економічного розвитку міського транспорту на період до 2017 року, затвердженій постановою Кабінету Міністрів України (КМУ) від 29 грудня 2006 р. № 1855, транспортній стратегії України на період до 2020 року, яка схвалена розпорядженням КМУ від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р., а також програмі розвитку міського транспорту м. Харкова на 2010-2018 роки, затвердженій рішенням 46 сесії Харківської міської ради 5 скликання від 29.04.2010 р. №94/10.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств. Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз теорії та практики удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах;
- розробити методику визначення зон обслуговування об'єднаних транспорт-

них підприємств та місць розміщення їх потужностей;

- сформувати теоретичні основи для визначення раціонального ПРС, єдиного тарифу та розкладу руху ОТП, які функціонують на конкурентних ринках міських пасажирських перевезень;

- розробити модель транспортного процесу перевезення пасажирів у зоні обслуговування ОТП;

- визначити економічну оцінку удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах;

- реалізувати на практиці методики визначення раціонального ПРС, єдиного тарифу та розкладу руху ОТП при удосконаленні функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах.

Об'єкт дослідження – процес організації та управління перевезеннями пасажирів на міських маршрутах з урахуванням роботи транспортних об'єднань.

Предмет дослідження – формування раціонального технологічного процесу перевезень пасажирів у містах з урахуванням роботи транспортних об'єднань.

Методи дослідження. Методи системного аналізу використовувались при вивченні структури і елементів системи МПТ загального користування. Теоретичні основи моделювання потреб населення в пересуваннях сформовано з використанням формалізації та індуктивного методу. Розробку аналітичних залежностей визначення раціональної кількості ТЗ в складі ОТП, їх єдиного розкладу руху та тарифу проведено з використанням методів теорії ймовірностей.

Наукова новизна отриманих результатів отриманих результатів полягає в тому, що розроблено новий підхід для удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту загального користування, який на відміну від існуючих, заснований на синтезі організаційних та технологічних форм діяльності для покращення транспортного обслуговування пасажирів.

Вперше:

- на основі запропонованого критерію, який, на відміну від існуючих, враховує інтереси всіх учасників ринку міських пасажирських транспортних послуг, визначені закономірності ефективного функціонування ОТП;

- надано кількісну та ймовірнісну оцінку ефективних параметрів функціонування МПТ в умовах ОТП, яка ґрунтується на визначенні потреб пасажирів у виборі варіанту реалізації переміщення з урахуванням соціально-маркетингових потреб.

Подальший розвиток набув спосіб визначення зон обслуговування ОТП за рахунок встановлення раціонального економічно доцільного діапазону тарифу на пасажирські перевезення.

Практичне значення отриманих результатів отриманих результатів полягає у розробці методик:

- визначення раціональної кількості ТЗ в складі ОТП;

- визначення єдиного розкладу руху ТЗ в складі ОТП;

- визначення єдиного тарифу на перевезення пасажирів ОТП;

у застосуванні розроблених методик:

- при удосконаленні функціонування пасажирського транспорту загального

користування Салтівської зони обслуговування ОТП м. Харків;

- у ХНАДУ при організації навчального процесу студентів факультету транспортних систем напрямку 6.070101 "Транспортні технології".

Практична значимість результатів досліджень підтверджується актами впровадження розроблених пропозицій на ВАТ "АТП-16327" та в департаменті транспорту Харківської міської ради.

Особистий внесок здобувача. Усі положення та результати дисертаційної роботи отримані автором особисто і наведено в роботах [1-10]. У наукових роботах, які опубліковані у співавторстві, особистий вклад здобувача полягає в наступному: удосконалено методику визначення раціональної кількості ОТП в місті, та зон їх обслуговування на основі значень пасажиропотоків [1]; проведено обґрунтування комплексного критерію ефективності функціонування ОТП з точок зору учасників перевізного процесу [2,3]; запропоновано теоретичні основи для підвищення ефективності функціонування транспортних об'єднань на конкурентних ринках міських пасажирських перевезень за допомогою розробки методик визначення раціонального ПРС, єдиного розкладу руху та тарифу для ОТП [4-10].

Апробація результатів дисертації. Матеріали та результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на:

- 7-8-й всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та аспірантів "Підвищення надійності машин і обладнання" (КНТУ, м. Кіровоград, 2013 – 2014 рр.);

- 76-й міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії, інженерно-технічних працівників залізниць, підприємств та організацій України та інших країн (УкрДАЗТ, м. Харків, 2014 р.);

- 12-й міжнародній науково-технічній конференції "Удосконалення організації дорожнього руху та перевезення пасажирів і вантажів" (БНТУ, м. Мінськ, 2014 р.);

- 6-й міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми розвитку транспортних систем і логістики" (Східноукраїнський університет ім. В. Даля, КНУ ім. М. Остроградського, Сєверодонецьк-Кременчук, 2015 р.);

- науковому семінарі кафедри транспортних технологій ХНАДУ (м. Харків, 2015 р.);

- розширеному науковому семінарі кафедри транспортних технологій, транспортних систем і логістики, та організації і безпеки дорожнього руху ХНАДУ (м. Харків, 2016 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць: 4 статті у наукових фахових виданнях України та 1 авторське свідоцтво, з них 4 статті – у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 5 тез доповідей.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 215 сторінок; 12 рисунків та 20 таблиць розміщено на 18 сторінках; 11 додатків представлено на 59 сторінках; список використаних джерел складає 132 найменування та розміщений на 13 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету дисертаційної роботи, визначено об'єкт, предмет й методи досліджень; наведено наукову новизну та розкрито наукове, теоретичне та практичне значення отриманих результатів й напрямки їхнього подальшого впровадження.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу стану транспортного обслуговування населення міст України, теорії та практики удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах.

В Україні, у зв'язку з переходом до ринкових відносин, більшість підприємств МПТ опинились у глибокій системній кризі. Складність виходу з такої ситуації обумовлена багатofункціональним і багаторівневим характером транспортних систем, децентралізацією планування і управління, ймовірнісним і динамічним характером процесів, що вимагає врахування численних соціально-економічних факторів. У даному випадку, принципово важливим, є вирішення питань, пов'язаних зі створенням ОТП, що є однією з найважливіших передумов підвищення ефективності функціонування підприємств МПТ та міського господарства в цілому.

Різними аспектами питань формування та організації ефективної роботи ОТП займалися Б. Симпсон, Ф. Леннер, Н. Блудян, В. Вукич, А. Дітман, П. Брукер, Ф. Гюнтер, Д. Корте, Г. Шиссер, С. Ваксман, В. Швецов та ряд інших науковців.

Аналіз підходів та методів удосконалення функціонування МПТ загального користування свідчить про необхідність розробки методик формування раціонального ПРС, єдиного розкладу руху та тарифу для ефективного функціонування ОТП.

У вітчизняних джерелах комплексному вирішенню питань формування раціонального ПРС, єдиного розкладу руху та тарифу ОТП присвячена доволі незначна кількість проектних і дослідницьких робіт, які у більшості випадків орієнтовані на удосконалення існуючих форм взаємодії перевізників у містах. Проте, основним недоліком цих робіт являється непристосованість теоретичних розробок до практичних потреб спеціалістів з організації пасажирських перевезень у містах.

Серед робіт закордонних вчених, які займаються проблематикою організації та удосконалення транспортного обслуговування населення у містах, увага акцентується на розробці інтегрованих транспортних систем, концепція діяльності яких базується на принципі "Єдиний розклад. Єдиний квиток". Таку ж концепцію доцільно застосовувати й для українських міст. Проте, слід відмітити, що в методиках формування раціонального ПРС ОТП, закордонними вченими у недостатній мірі враховані особливості маршрутного транспорту, які полягають в значно більшій свободі прийняття рішень пасажирами щодо використання послуг перевізників.

Розроблені на цей час методики формування єдиного розкладу руху та тарифу ОТП не дають прямої відповіді на питання про реальні межі інтервалів руху ТЗ та єдиного тарифу в межах зони обслуговування ОТП, що обумовлено невідповідністю застосовуваних принципів реальному транспортному процесу.

Досвід роботи ОТП свідчить, що вони відповідають за баланс інтересів учасників перевізного процесу і тому відіграють ключову роль у координації та інтеграції МПТ, що підтверджується високими показниками ефективності їх функціонування.

У другому розділі дисертаційної роботи визначено потрібну кількість ОТП у місті, місця розміщень їх потужностей, площу зон обслуговування та запропоновано критерій ефективності функціонування ОТП.

При визначенні потрібної кількості ОТП у місті, місць розміщення їх потужностей та зон обслуговування враховано залежність від інвестиційного потенціалу та від об'єктивних умов. В якості таких умов розглянуто можливі місця розміщення ОТП на основі базових підприємств. Прикладом таких базових підприємств можуть слугувати існуючі трамвайні та тролейбусні депо.

Кількість зон обслуговування ОТП може бути описана наступним чином

$$\Psi_{ОТП} = f(\Omega, R, l_0, l_{\max}, T_{ОТП}^{Доп}), \quad (1)$$

де R – загальна кількість маршрутів МПТ у місті, од.;

Ω – загальна кількість базових підприємств у місті, од.;

l_0 – довжина нульового пробігу від маршрутів МПТ до місць розміщення базових підприємств, км;

$l_{\max}$ – максимальна довжина маршруту в зоні обслуговування ОТП, км;

$T_{ОТП}^{Доп}$ – допустиме значення тарифу на послуги ОТП, грн/пас.

Критерієм закріплення маршруту за ОТП є мінімальне значення нульового пробігу від його кінцевої точки попиту

$$l_0 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Сформувати базову зону обслуговування ОТП та її площу можливо за допомогою встановлення раціонального економічно доцільного діапазону тарифу.

$$T_{ОТП}^{Нм} \leq T_{ОТП}^{Доп} \leq T_{ОТП}^{Вм}, \quad (3)$$

де $T_{ОТП}^{Нм}$ – нижня межа тарифу на послуги ОТП, грн/пас.;

$T_{ОТП}^{Вм}$ – верхня межа тарифу на послуги ОТП, грн/пас.

Нижню межу тарифу на перевезення одного пасажирів запропоновано визначати на основі державних дотацій, пов'язаних з перевезенням пільгових пасажирів.

$$T_{ОТП}^{Нм} = \frac{B_p + \Pi_n - P_\delta}{Q}, \quad (4)$$

де B_p – річні витрати на перевезення пасажирів ОТП, грн;

Π_n – річний прибуток ОТП, грн;

P_δ – річна величина дотацій на перевезення пільгових пасажирів, грн;

Q – річний обсяг перевезення пасажирів, пас.

Допустиме значення тарифу на пасажирські перевезення ОТП не повинно бути вище максимально допустимого рівня, інакше його послуги не будуть доступні для більшої частини населення.

$$T_{ОТП}^{Вм} = \frac{D_{cp} \cdot P_{\epsilon}}{K_n}, \quad (5)$$

де D_{cp} – середньорічний дохід одного мешканця міста, грн;

P_{ϵ} – річна частка витрат одного пасажир на послуги МПТ;

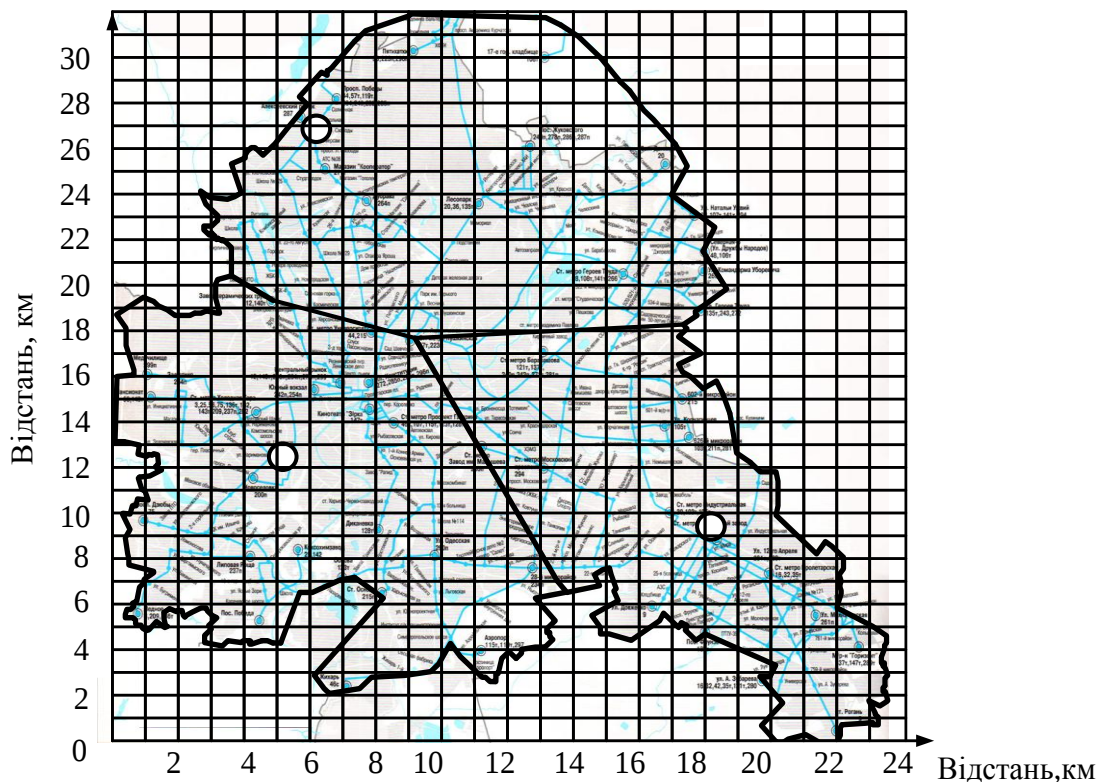
K_n – середня кількість пересувань одного пасажир за рік, од.

У результаті проведених розрахунків, що наведені в табл. 1, встановлено необхідність функціонування трьох ОТП на базі депо електротранспорту м. Харків.

Таблиця 1 – Результати розрахунків економічно-доцільного діапазону тарифу для зон ОТП м. Харків

Назва зони	Нижня межа тарифу, грн/пас.	Верхня межа тарифу, грн/пас.
Жовтнева	2,51	5,29
Салтівська	2,42	5,13
Олексіївська	2,03	4,92

Графічно, результати розрахунків раціональної кількості ОТП та зон їх обслуговування для м. Харків наведено на рис. 1.



○ – місця розміщення ОТП.

Рисунок 1 – Визначення раціональної кількості ОТП та зон їх обслуговування для м. Харків

За час розвитку ОТП сформувалася система показників, які оцінюють ефективність розміщення потужностей ОТП. До таких показників відносяться: якість функціонування ОТП, його продуктивність та мінімізація витрат на нульові пробіги. Ці показники є ключовими при оцінці ефективності розміщення потужностей ОТП. Проте, як показує практика функціонування ОТП, для учасників перевізного процесу, більш важливим є розробка комплексного критерію ефективності функціонування транспортного об'єднання.

Результати обґрунтування комплексного критерію ефективності функціонування ОТП свідчать про доцільність використання у якості його складових критеріїв ефективності з точок зору муніципалітету, пасажирів та перевізника.

При функціонуванні ОТП, пасажирів отримують більш високу якість транспортної послуги завдяки уніфікованим стандартам, а муніципалітет – збільшення пасажиропотоку, що сприяє реалізації завдань соціальної політики, і сприяє зростанню рівня доходів. Критерій, що дозволяє показати ефективність роботи ОТП з точки зору муніципалітету $K_{мун}$ можна представити наступними чином

$$K_{мун} = \frac{D_{\delta}}{K_{\delta}}, \quad (6)$$

де D_{δ} – надходження коштів до бюджету муніципалітету у вигляді податків, що сплачуються транспортними підприємствами які здійснюють перевезення пасажирів у містах, грн;

K_{δ} – кошти, що направляються з бюджету муніципалітету на компенсаційні виплати перевізникам, у вигляді субвенції за пільговий проїзд окремих категорій населення, грн.

Для ОТП найкращим є сценарій, при якому спостерігатиметься отримання максимально можливого прибутку, який взаємопов'язаний з кількістю перевезених пасажирів. Виходячи з вищевказаного, можна запропонувати, в якості показника ефективності, коефіцієнт транспортного обслуговування $K_{пер}$, який може бути визначений наступним чином

$$K_{пер} = \frac{P_e}{B}, \quad (7)$$

де P_e – прибуток транспортного підприємства від здійснення перевізної діяльності протягом досліджуваного періоду часу, грн;

B – витрати транспортного підприємства на здійснення перевізної діяльності протягом досліджуваного періоду часу, грн.

Рівень надаваних транспортних послуг ОТП з точки зору пасажирів, $K_{нас}$, можна оцінити наступним чином

$$K_{нас} = \frac{(t_{пер}^{nl} - t_{пер}^{\phi}) \cdot B_{пер}}{T}, \quad (8)$$

де $t_{пер}^{пл}$ – запланований час переміщення пасажирів, год;

$t_{пер}^ф$ – фактичний час переміщення пасажирів, год;

$B_{пер}$ – вартість часу переміщення пасажирів, грн;

T – тариф на перевезення одного пасажирів, грн.

Отже, для комплексного критерію ефективності функціонування ОТП, K_k , визначено складові показники, за допомогою яких його можна представити таким чином

$$K_k = K_{мун} \cdot \beta_{мун} + K_{пер} \cdot \beta_{пер} + K_{пас} \cdot \beta_{пас}, \quad (9)$$

де $\beta_{мун}, \beta_{пер}, \beta_{пас}$ – вагові коефіцієнти компонентів критеріїв ефективності.

У **третьому розділі** представлено моделі формування парку рухомого складу, єдиного розкладу руху транспортних засобів та єдиного тарифу на перевезення пасажирів ОТП.

Задача визначення раціональної кількості транспортних засобів, у складі ОТП, полягає в розрахунку їх потрібної кількості для роботи на кожному з маршрутів, що знаходяться в зоні обслуговування. У результаті аналізу робіт по удосконаленню функціонування МПТ загального користування встановлено, що базовими показниками для визначення раціонального ПРС ОТП є максимальний пасажиропотік на маршруті, час обертів ТЗ на маршруті, номінальна пасажиромісткість ТЗ та динамічний коефіцієнт наповнення салону.

При формуванні раціонального ПРС ОТП ключовим показником є максимальний пасажиропотік на маршруті. Проте, для проведення подальших досліджень доцільно перейти від пасажиропотоку до обсягу перевезень за допомогою коефіцієнту переходу, який встановлено на основі проведення натурних обстежень.

Обсяг перевезень пасажирів на r -му маршруті, Q_r , може бути визначений наступним чином

$$Q_r = \sum_{h=1}^{Nr} Q_{rh} \cdot \mu_{rh} \cdot P\{\delta_{rh}\}, \quad (10)$$

де N_r – кількість зупиночних пунктів на r -му маршруті, од.;

Q_{rh} – обсяг перевезень пасажирів на r -му маршруті, що проходить через h -й зупиночний пункт, пас.;

μ_{rh} – ступінь вподобання пасажирів r -го маршруту на h -му зупиночному пункті;

$P\{\delta_{rh}\}$ – ймовірність вибору пасажиром r -го маршруту на h -му зупиночному пункті.

Далі, необхідно визначити ступінь вподобання пасажирів маршруту на зупиночному пункті μ_{rh} . При цьому, в різний час доби, дні тижня, значення даного показника будуть відмінними між собою. Так, для зупиночних пунктів направлених до

спального району та з нього, буде різною швидкість сполучення в залежності від часу доби.

Враховуючи сучасний стан функціонування МПТ в містах України, при визначенні загальних вподобань пасажирів при виборі того чи іншого виду ТЗ доцільним є врахування ймовірності його вибору хоча б по одному з нижче зазначених критеріїв.

$$\mu_{rh} = 1 - (1 - \mu_{vrh}) \cdot (1 - \mu_{crh}) = \mu_{vrh} + \mu_{crh} - \mu_{vrh} \cdot \mu_{crh}, \quad (11)$$

де μ_{vrh} – показник надійності переміщення по графіку;

μ_{crh} – показник доступності МПТ загального користування.

При визначенні ймовірності вибору пасажиром r -го маршруту на h -му зупиночному пункті, доцільним є врахування вартості пасажирогодини. У цьому випадку, частина населення, що має менші доходи, віддаватиме перевагу тому маршруту, що дозволить дістатися пункту прибуття без пересадки, тобто дозволить мінімізувати час очікування при пересадці та мінімізувати свої витрати шляхом зменшення часу поїздки. Ймовірність вибору пасажиром r -го маршруту на h -му зупиночному пункті визначається наступним чином

$$P\{\delta_{rh}\} = \frac{\sqrt{-3y' \cdot e^{-\frac{3y'}{y}} + y^2 \cdot e^{-\frac{3y'}{y}} + y - y \cdot e^{-\frac{y'}{y}} - y' \cdot e^{-\frac{y'}{y}}}}{3y' \cdot e^{-\frac{3y'}{y}} + y^2 \cdot e^{-\frac{3y'}{y}}}, \quad (12)$$

де y' – вартість часу переміщення, що дозволить розділити пасажирів при виборі маршруту, грн/год;

y – середня вартість часу переміщення пасажирів на маршруті, грн/год.

В основі пропонованої моделі формування єдиного тарифу ОТП лежать методи компаундинга та хеджирування, що дозволяють максимально точно її описати.

При розробці моделі єдиного тарифу ОТП спочатку необхідно розрахувати кількості коштів C_u та C_ξ котрі заощадить пасажир користуючись послугами ОТП.

$$C_\xi = T_{ОТП}^{Hm} - T_{ОТП}, \quad (13)$$

$$C_u = T_{ОТП}^{Bm} - T_{ОТП}. \quad (14)$$

де $T_{ОТП}^{Hm}$ – нижня межа тарифу ОТП, грн/пас.;

$T_{ОТП}^{Bm}$ – верхня межа тарифу ОТП, грн/пас.;

$T_{ОТП}$ – тариф ОТП, грн/пас.

Для визначення коефіцієнту компаундингу, спочатку необхідно визначити коефіцієнти u та ξ , що характеризують зміну тарифу на транспортні послуги.

$$u = \frac{T_{ОТП}^{B_M}}{T_{ОТП}}, \quad (15)$$

$$\xi = \frac{T_{ОТП}^{H_M}}{T_{ОТП}}. \quad (16)$$

З урахуванням залежностей (15-16), можливо визначити коефіцієнт компаудинга α , наступним чином

$$\alpha = u - \xi. \quad (17)$$

Кількість пересадок N , що може здійснити пасажир в межах тарифу ОТП, становить

$$N = \frac{C_u - C_\xi}{T_{ОТП}^{роз} \cdot \alpha}, \quad (18)$$

де $T_{ОТП}^{роз}$ – розрахунковий тариф на послуги ОТП, грн/пас.

З метою визначення єдиного тарифу на пасажирські перевезення ОТП, спочатку необхідно визначити його розрахунковий тариф на перевезення одного пасажиря, $T_{ОТП}^{роз}$.

$$T_{ОТП}^{роз} = \sum_{m=1}^M \sum_{r=1}^R 3_{mr} \cdot (1 + PI) + k_{ел} \cdot \Delta P, \quad (19)$$

де $\sum_{r=1}^R 3_{mr}$ – питомі витрати на перевезення одного пасажиря m -м видом ТЗ на r -му маршруті, грн/пас.;

PI – показник рентабельності;

$k_{ел}$ – коефіцієнт еластичності тарифу, який змінюється залежно від кон'юнктури ринку;

ΔP – додатковий економічний ефект від реалізації діяльності ОТП, грн.

Відповідно до вищезазначеного, тариф ОТП на перевезення одного пасажиря складе

$$T_{ОТП} = \sum_{m=1}^M \sum_{r=1}^R 3_{mr} \cdot (1 + PI) + k_{ел} \cdot \left[\left(y + \sum_{r=1}^R 3_{елr} \right) \cdot \alpha^{t_{ел}} - \left(y + \sum_{r=1}^R 3_{асmr} \right) \cdot \alpha^{t_{асm}} \right], \quad (20)$$

де $\sum_{r=1}^R 3_{елr}$ – питомі витрати пасажиря на реалізацію послуги електротранспорту, грн/пас.;

$\sum_{r=1}^R 3_{asmr}$ – питомі витрати пасажирів на реалізацію послуги автомобільного транспорту, грн/пас.;

t_{el} – час переміщення пасажирів електротранспортом, хв.;

t_{asm} – час переміщення пасажирів автомобільним транспортом, хв.;

Далі необхідно визначити суму коштів, яка необхідна для хеджування, $S_{хедж}$.

$$S_{хедж} = \frac{u \cdot C_{\xi} - \xi \cdot C_u}{N}. \quad (21)$$

Виходячи з вищезазначеного, раціональний тариф ОТП може бути визначений наступним чином

$$T_{ОТП}^{рац} = S_{нас} \left(T_{omn} + \frac{S_{хедж}}{N} \right), \quad (22)$$

де $S_{нас}$ – собівартість перевезення одного пасажирів, грн/пас.;

$S_{хедж}$ – кошти для хеджування, грн.

Для розробки моделі формування єдиного розкладу руху ТЗ ОТП слід розглянути систему, що складається з m видів МПТ, які можуть бути застосовані при перевезенні пасажирів в зоні дії ОТП, $m = 1, 2, \dots, M$. В якості основного виду МПТ в зоні обслуговування ОТП, обрано електротранспорт, оскільки він залежить від високовольтних ліній або наявності залізничного полотна, інші види МПТ використовуються у якості допоміжних ТЗ.

Введемо величину ρ_i , що визначає момент готовності пасажирів до посадки у МПТ, та визначається з виразу

$$\rho_i = \begin{cases} t_i^{приб} + t_{im}^{пер} \\ t_i^{відпр} - t_{im}^{пер} - I_{кр} \end{cases}, \quad (23)$$

де $t_i^{приб}$ – час прибуття ТЗ електротранспорту на зупиночні пункти в зоні дії ОТП, хв.;

$t_{im}^{пер}$ – час, що витрачає пасажир при здійсненні пересадки з m -го виду МПТ, хв.;

$t_i^{відпр}$ – час відправлення ТЗ електротранспорту з зупиночного пункту в зоні дії ОТП, хв.;

$I_{кр}$ – критичний інтервал між прибуттям або відправленням m -го виду МПТ, хв.

Величина ρ_i являє собою момент надходження певної кількості пасажирів з електротранспорту на інші види МПТ або навпаки, та є мінімально можливим часом початку першого відправлення або прибуття m -го виду МПТ на вимогу попиту $i=1, 2, \dots, d$. Кожна i -та вимога складається з z_i операцій по відправленню або прибуттю. Для кожної такої операції задається три індекси:

- i -й номер нитки прибуття або відправлення ТЗ, що містить операції відправлення або прибуття;
- j -й номер операції, що задана вимогою прибуття або відправлення, $j = 1, 2, \dots, z$;
- m -й вид МПТ, для якого операція по відправленню або прибуттю повинна виконуватися.

Тоді, кожену операцію з виконання перевезення можна охарактеризувати як кортеж $\langle m_{ij}, t_{ij}^m \rangle$, де t_{ij}^m – тривалість виконання операції, тобто кількість часу, що необхідний рухомому складу m_{ij} для виконання оберту на маршруті та наступного відправлення або прибуття i .

Загальний час t_{ij}^{zag} здійснення всіх операцій (відправлення або прибуття) МПТ для забезпечення пересадки пасажирів згідно до i -ї вимоги визначається за виразом

$$t_{ij}^{zag} = \sum_{j=1}^{z_i} t_{ij}. \quad (24)$$

Основною умовою для забезпечення можливості пристосування всіх видів МПТ до часу прибуття та відправлення електротранспорту є дотримання наступної умови

$$t_m^{ob} \leq t_{ij}, \quad (25)$$

де t_m^{ob} – час оберту відповідного виду МПТ, хв.

Дана умова дозволяє обмежити інтервал між першим та наступним прибуттям рухомого складу лише у бік зменшення, проте пристосування до електротранспорту – збільшення інтервалу можливе. Саме тому, ймовірність відмови пасажирів в посадці, повинна наближатися до нуля. У рамках дослідження нею можна знехтувати. Тоді критичне значення інтервалу руху ТЗ складе

$$I_{kp} = t_{oc} + \sqrt{t_{oc}^2 - \sigma^2}, \quad (26)$$

де t_{oc} – час очікування пасажиром ТЗ, хв.

При формуванні єдиного розкладу руху ТЗ в зоні обслуговування ОТП також слід приділити велику увагу моменту виникнення конфліктних ситуацій на зупиночних пунктах міського пасажирського транспорту. У результаті проведених досліджень встановлено, що з метою зменшення конфліктних ситуацій, перш за все, необхідним є встановлення раціонального часу прибуття ТЗ на зупиночний пункт. Врахування всіх факторів, які впливають на визначення раціонального часу прибуття ТЗ на зупиночний пункт можливо лише за допомогою рядів.

Тоді, з урахуванням вищевказаного, раціональний час прибуття ТЗ на зупиночний пункт, t^{prib} , складе

$$t_{од}^{приб} = \sum_{r_{dp}=1}^{h_{dp}} \left[2 \cdot I - \tau_{r_{dp}} - 0,5 \cdot \varepsilon \cdot (2 \cdot I + \tau_{r_{dp}})^2 \right] + \sum_{r_{nep}=1}^{h_{nep}} \left[I + \tau_{r_{nep}} - 0,5 \cdot \varepsilon \cdot (I + \tau_{r_{nep}})^2 \right] + \frac{1}{2} \sum_{r_{od}=1}^{h_{od}} [\tau_{r_{od}} - 0,5 \cdot \varepsilon \cdot \tau_{r_{od}}], \quad (27)$$

де r_{dp} – маршрути, де ТЗ прибув другим, од.;

r_{od} – маршрути, де ТЗ прибувають одночасно, од.;

r_{nep} – маршрути, де ТЗ прибув першим, од.;

$\tau_{r_{dp}}$ – час затримки на маршрутах де ТЗ прибуває другим, хв.;

$\tau_{r_{od}}$ – час затримки на маршрутах де ТЗ прибувають одночасно, хв.;

ε – інтенсивність підходу пасажирів на зупиночний пункт, од./хв.;

$\tau_{r_{nep}}$ – час затримки на маршрутах, де ТЗ прибуває першим, хв.

У випадку, коли ТЗ виїдуть на маршрут одночасно, середній раціональний час прибуття j -го ТЗ $t_{од}^{приб}$ складе

$$t_{од}^{приб} = (2 \cdot h_{dp} + h_{nep}) \cdot I + (h_{dp} - h_{nep}) + 0,5 \cdot h_{od}. \quad (28)$$

Наведені залежності дозволяють сформулювати раціональний ПРС ОТП, єдиний розклад руху та тариф.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи проведено моделювання транспортного процесу в зоні обслуговування ОТП для м. Харків, на підставі попередньо визначеної кількості транспортних засобів та єдиного тарифу на перевезення пасажирів, що створило можливість для побудови єдиного розкладу руху транспортних засобів.

В якості об'єкту проведення досліджень було обрано Салтівську зону обслуговування ОТП м. Харків, оскільки в ній рівень якості транспортного обслуговування є найнижчим.

У результаті дослідження роботи МПТ Салтівської зони обслуговування визначено кількість ТЗ, що функціонують на її території при існуючому варіанті роботи та з урахуванням роботи ОТП. Результати розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунків потрібної кількості транспортних засобів для Салтівської зони обслуговування ОТП м. Харків

Вид МПТ	Кількість транспортних засобів, од.	
	Існуючий варіант роботи МПТ	Удосконалений варіант роботи МПТ
Автобус	179	155
Тролейбус	29	31
Трамвай	32	29
Всього	240	215

Визначення раціональної кількості транспортних засобів в складі об'єднаного транспортного підприємства на основі ймовірнісного підходу для Салтівської зони дії ОТП м. Харків дозволило зменшити загальну кількість парку рухомого складу на 11 %. Отримані результати розрахунків є основою для формування єдиного розкладу руху ТЗ ОТП.

У запропонованій методиці розробки єдиного розкладу ТЗ враховано взаємозв'язок між інтервалом руху ТЗ та часом очікування пасажирів, як ключовим показником якості при вирішенні даної задачі. В якості прикладу розроблено інтегрований розклад руху ТЗ для 11 транспортних мікрорайонів Салтівської зони дії ОТП м. Харків, який приведений на рис. 2.

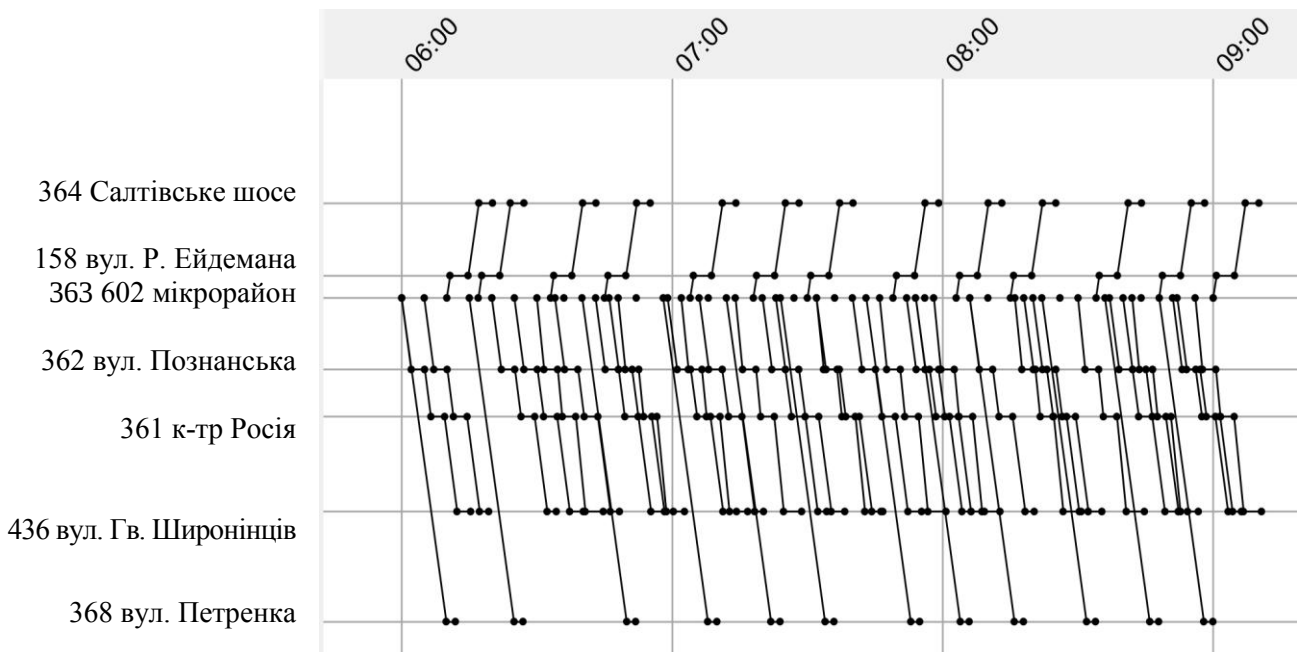


Рисунок 2 – Графік інтегрованого розкладу руху ТЗ для 11 транспортних мікрорайонів Салтівської зони дії ОТП м. Харків

У результаті проведених розрахунків для 11-го транспортного мікрорайону Салтівської зони дії ОТП м. Харків спостерігається зменшення середнього часу переміщення пасажирів на 17,53 хв.

Використовуючи методику визначення єдиного тарифу на перевезення пасажирів в зоні обслуговування ОТП розраховано собівартість перевезення одного пасажирів з урахуванням взаємодії всіх видів МПТ, що функціонують в досліджуваній зоні обслуговування, яка склала 2,81 грн. Беручи до уваги вищезазначені показники розраховано раціональний тариф ОТП, що склав 4,23 грн.

Використання програмного продукту PTV VISUM дозволяє провести моделювання функціонування МПТ Салтівської зони дії ОТП. Середня помилка апроксимації розробленої моделі склала менше 10%, що свідчить про її адекватність.

У **п'ятому розділі** дисертаційної роботи проведено оцінку ефективності створення об'єднаних транспортних підприємств в містах та розроблено практичні реко-

мендацій по удосконаленню функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах.

Використовуючи методики формування раціонального парку рухомого складу, єдиного розкладу руху та тарифу ОТП, проведено розрахунки для визначення критеріїв ефективності функціонування МПТ загального користування Салтівської зони обслуговування м. Харків при існуючому варіанті роботи МПТ та з урахуванням різних способів організації його функціонування. Результати розрахунків зображені графічно на рис. 3.

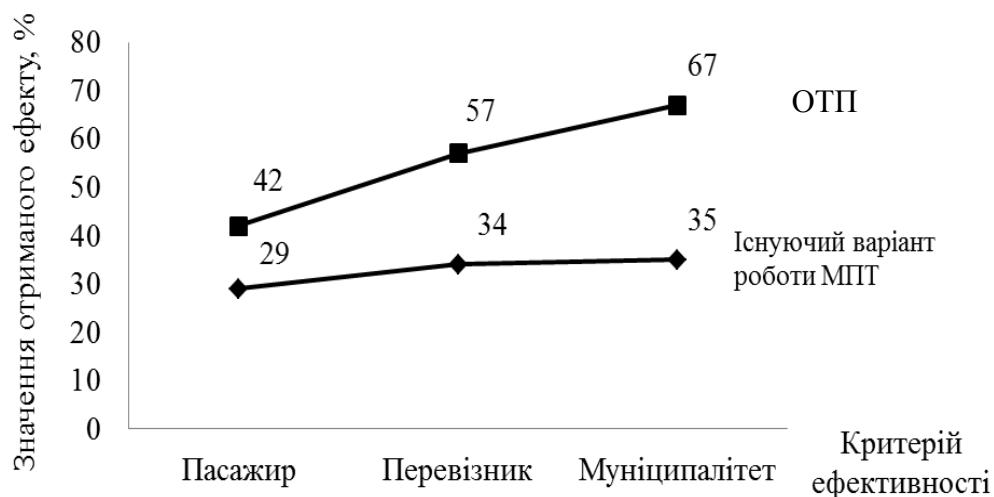


Рисунок 3 – Графічна інтерпретація отриманого ефекту з точок зору учасників перевізного процесу

Встановивши критерії ефективності з точки зору учасників перевізного процесу, можливо визначити комплексний критерій ефективності функціонування ОТП, у межах Салтівської зони обслуговування м. Харків, який наведено на рис. 4.

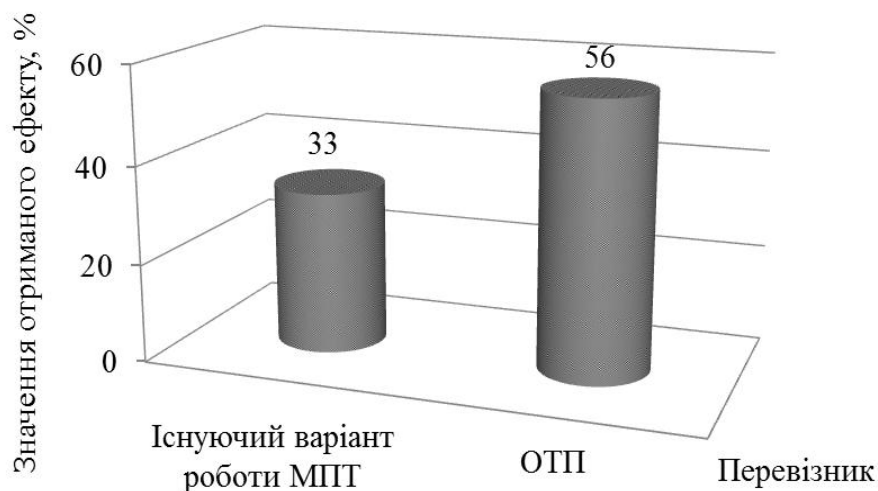


Рисунок 4 – Порівняльна характеристика функціонування МПТ Салтівської зони обслуговування ОТП м. Харків при різних способах організації його роботи

Розроблені практичні рекомендації по удосконаленню функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах ґрунтуються на регулюванні економічних та техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу на маршрутах. Це дозволяє вчасно приймати управлінські рішення, забезпечувати проведення необхідних заходів щодо раціоналізації економічних показників учасників перевізного процесу.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз теорії удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах показав, що існуючі методи вирішують дану проблему в неповній мірі. У більшості випадків вони розподілені по окремим напрямкам, без врахування можливості створення транспортних об'єднань. Дослідження практики функціонування ОТП в містах економічно розвинених країн свідчить, що їх створення надає можливість вирішити основну проблему вітчизняного МПТ загального користування – підвищення його привабливості та ефективності на конкурентних ринках пасажирських перевезень на основі принципів кооперації.

2. Першочерговим питанням на шляху створення транспортних об'єднань в містах України є визначення їх місць дислокації та раціональної кількості. Для вирішення даної проблеми запропоновано удосконалену методику визначення раціональної кількості ОТП в м. Харкові та зон їх обслуговування за рахунок встановлення економічно доцільного діапазону тарифу на пасажирські перевезення. У результаті реалізації запропонованої методики визначено раціональну кількість ОТП для м. Харкова, що склала 3 од. Виходячи з цього, сформовано критерій ефективності функціонування ОТП, основною перевагою якого є врахування інтересів перевізника, пасажирів та муніципалітету.

3. Запропоновані теоретичні основи удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах полягають в наданні кількісних та ймовірнісних оцінок методикам визначення раціонального парку рухомого складу, єдиного розкладу руху та тарифу, які ґрунтуються на вподобаннях пасажирів при виборі способу та маршруту переміщення з урахуванням коефіцієнтів компаудинга та хеджирування. Запропонований підхід враховує особливості функціонування вітчизняних ОТП в містах та дозволяє отримувати адекватні дані показників ефективності учасників перевізного процесу.

4. З метою перевірки результатів розрахунків на основі запропонованих методик проведено моделювання транспортного процесу перевезень пасажирів у Салтівській зоні обслуговування ОТП м. Харків. Перевірка моделей на адекватність підтверджується коефіцієнтом помилки апроксимації, який становить 7%, що свідчить про відповідність фактичних потреб населення міст в пересуваннях МПТ загального користування емпіричним даним.

5. Запропонований підхід до удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах за рахунок створення ОТП у м. Харкові дозволив підвищити комплексний критерій ефективності на 23% у порівнянні з існуючим варіантом. При цьому, протягом досліджуваного періоду, спостерігалось підвищення критерію ефективності з точки зору пасажирів, при функціону-

ванні ОТП, на 13%, критерію ефективності з точки зору перевізника на 23%, критерію ефективності з точки зору муніципалітету на 32%.

6. Практична значимість результатів роботи підтверджується отриманими актами впровадження розроблених в дисертаційній роботі методик визначення раціонального парку рухомого складу транспортного об'єднання, єдиного розкладу руху та тарифу для транспортного підприємства м. Харкова ВАТ "АТП-16327" та департаменту транспорту Харківської міської ради.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗАТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Мосьпан В.М. Визначення раціональної кількості об'єднаних транспортних підприємств у місті та зон їх обслуговування / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Автомобільний транспорт : зб. наук. праць. – Вип. 34. – Х. : ХНАДУ, 2014. – С. 55–60.
2. Мосьпан В.М. Обґрунтування комплексного критерію ефективності функціонування об'єднаного транспортного підприємства / В.М. Мосьпан // Автомобільний транспорт : зб. наук. праць. – Вип. 32. – Х. : ХНАДУ, 2013. – С. 95–99.
3. Мосьпан В.М. Вибір моделі функціонування об'єднаних транспортних підприємств. / В.М. Мосьпан, С.В. Якименко // Вісник ХНТУ : зб. наук. праць. – Вип. 4(43). – ХНТУ, 2011. – С. 50–55.
4. Мосьпан В.М. Оцінка ефективності функціонування об'єднаного транспортного підприємства при міських пасажирських перевезеннях / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Залізничний транспорт : зб. наук. праць. – Вип. 32. – К., 2015. – С.95 –99.
5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір науково-практичного характеру № 55877 "Методика визначення раціонального уніфікованого тарифу об'єднаного транспортного підприємства при міських пасажирських перевезеннях" від 01.06.2014./ Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Мосьпан В.М. Комплексний критерій ефективності функціонування об'єднаних транспортних підприємств в містах в умовах підвищення якості та надійності транспортного обслуговування / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Підвищення надійності машин і обладнання : збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (Кіровоград, 3-5 квітня 2013 р.). – КНТУ, 2013. – С. 154–156.
7. Мосьпан В.М. Теоретичні основи для розроблення єдиного тарифу в умовах функціонування транспортних об'єднань на конкурентних ринках міських пасажирських перевезень / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті : збірник тез доповідей 76-ї Міжнародної науково-технічної конференції (Харків, 15-17 квітня 2014 р.). – УкрДАЗТ, 2014. – С. 314–315.

8. Мосьпан В.Н. Теоретические основы для формирования подвижного состава транспортных объединений на конкурентных рынках городских пассажирских перевозок / Е.В. Нагорный, В.Н. Мосьпан // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок грузов и пассажиров : материалы 12-й Международной научно-технической конференции (Минск, 22-24 октября 2014 г.). – БНТУ, 2014. – С. 248–250.

9. Мосьпан В.М. Теоретичні основи для розробки інтегрованого розкладу руху транспортних засобів в умовах функціонування транспортних об'єднань на конкурентних ринках міських пасажирських перевезень / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Підвищення надійності машин і обладнання : збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (Кіровоград, 16-18 квітня 2014 р.). – КНТУ, 2014. – С. 117–118.

10. Мосьпан В.М. Оцінка ефективності створення об'єднаних транспортних підприємств в містах / Є.В. Нагорний, В.М. Мосьпан // Проблеми розвитку транспортних систем і логістики : матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції (Сєверодонецьк-Кременчук, 4-7 травня 2015 р.). – КНУ ім. М. Остроградського, 2015. – С. 12–14.

АНОТАЦІЯ

Мосьпан В.М. Удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет Міністерства освіти і науки України, Харків, 2017.

Дисертація присвячена вирішенню науково-прикладної задачі удосконалення функціонування пасажирського транспорту загального користування в містах за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств.

Запропоновано ймовірнісні моделі формування раціонального парку рухомого складу, єдиного розкладу руху та тарифу ОТП. За допомогою даних моделей отримано дані по удосконаленню функціонування МПТ загального користування Салтівської зони обслуговування ОТП м. Харків. Отримані результати дослідження застосовані при визначенні комплексного критерію ефективності функціонування ОТП Салтівської зони обслуговування м. Харків з урахуванням інтересів учасників перевізного процесу. Проведена оцінка ефективності створення об'єднаних транспортних підприємств в містах.

Практична значимість результатів роботи підтверджується отриманими актами впровадження розроблених в дисертаційній роботі методик формування раціонального парку рухомого складу ВАТ "АТП-16327" та єдиного тарифу на послуги транспортного об'єднання – департаментом транспорту Харківської міської ради.

Ключові слова: пасажирські перевезення, об'єднане транспортне підприємство, парк рухомого складу, розклад руху, тариф, критерій ефективності.

АННОТАЦИЯ

Мосыпан В.Н. Усовершенствование функционирования пассажирского транспорта общего пользования в городах – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 «Транспортные системы» (275 – Транспортные технологии (на автомобильном транспорте)). – Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2017.

Диссертация посвящена решению научно-прикладной задачи усовершенствования функционирования пассажирского транспорта общего пользования в городах за счет создания объединенных транспортных предприятий.

Предложены модели формирования рационального парка подвижного состава, единого расписания движения и тарифа ОТП.

Данные модели учитывают взаимосвязь между такими показателями, как стоимость пассажирочаса, времени ожидания и интервала движения транспортных средств. На основании предложенных моделей возможно определить критерии эффективности с точек зрения участников перевозочного процесса. Реализация предложенных моделей с помощью программного продукта позволит повысить эффективность функционирования пассажирского транспорта общего пользования в городах.

С помощью данных моделей получены данные по усовершенствованию функционирования МПТ общего пользования Салтовской зоны обслуживания ОТП г. Харьков. Полученные результаты исследования применены при определении комплексного критерия эффективности функционирования ОТП Салтовской зоны обслуживания г. Харьков с учетом интересов участников перевозочного процесса. Проведена оценка эффективности создания объединенных транспортных предприятий в городах.

Практическая значимость результатов работы подтверждается полученными актами внедрения разработанных в диссертационной работе методик формирования рационального парка подвижного состава ОАО "АТП-16327" и единого тарифа на услуги транспортного объединения – департаментом транспорта Харьковского городского совета.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, объединенное транспортное предприятие, парк подвижного состава, расписание движения, тариф, критерий эффективности.

ABSTRACT

Mospan V. Improving the functioning of public passenger transport in cities - The manuscript.

Thesis for a candidate degree (PhD) in specialty 05.22.01 "Transport Systems" (275 – Transportation technology (for automobile transport)). – Kharkiv National Automobile and Highway University Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2017.

The dissertation is devoted to solving scientific and applied tasks of improving the functioning of public passenger transport in cities through the creation of integrated transport enterprises (ITE).

A probabilistic model of rational rolling stock, a single tariff schedule and OTP are proposed. With these models received data to improve the functioning of the Saltovska public service area ITE in Kharkiv. The results of research applied in determining the efficiency of complex criterion ITE Saltovska service area in Kharkiv in the interests of participants in the transportation process. The evaluation of the efficiency of the establishment of joint enterprises in urban transport.

The practical significance of results obtained confirmed acts of implementation developed in the thesis of rational methods of forming rolling stock JSC "ATE-16327" and a single tariff for the transport union – Department of Transport Kharkiv City Council.

Key words: passenger transport, combined transport company, a park of rolling stock, timetable, fare efficiency criterion.