

3D-модель теплового обмену в міокардіє і коронарних судинах серця/ Шлык В. В. //Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2017. – № 44 (1266).– P.65–69. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459

3D-model of heat exchange in the myocardium and coronary vessels of the heart/ Shlykov V. //Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2017. – № 44 (1266).– P.65–69. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Шлык Владислав Валентинович – кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедицинської інженерії ФБМІ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056; e-mail: v.shlykov@kpi.ua.

Шлык Владислав Валентинович – кандидат технических наук, доцент кафедры биомедицинской инженерии ФБМИ, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», пр. Победы, 37, Киев, Украина, 03056, e-mail: v.shlykov@kpi.ua.

Shlykov Vladyslav – PhD, associate Professor of Biomedical Engineering, Department of BME, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Peremogy ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056,

УДК 656.072.5

В. О. ВДОВИЧЕНКО

ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНИМИ ВУЗЛАМИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ПИТОМУ ВАГУ НЕПРОДУКТИВНИХ

Запропоновано розглядати вплив оптимізаційних управлінських дій організації взаємодії суб'єктів в межах транспортно-пересадочних вузлів міського громадського транспорту на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів у зупиночних пунктах. На основі представленої багатоконтурної системи управління транспортно-пересадочними вузлами виділена структура адаптаційного циклу реалізації керуючих дій. Експериментальним шляхом для відповідних рівнів оптимізаційних управлінських дій встановлені закономірності зміни питомої ваги непродуктивного простою транспортних засобів в залежності від розміру вхідного маршрутного потоку.

Ключові слова: міський громадський пасажирський транспорт, транспортно-пересадочний вузол, зупиночний пункт, простій.

Предложено рассматривать влияние оптимизационных управленческих действий организации взаимодействия субъектов в рамках транспортно-пересадочных узлов городского общественного транспорта на удельный вес непроизводительных простоев транспортных средств в остановочных пунктах. На основе представленной многоконтурной системы управления транспортно-пересадочными узлами выделена структура адаптационного цикла реализации управляющих воздействий. Экспериментальным путем для соответствующих уровней оптимизационных управленческих действий установлены закономерности изменения удельного веса непроизводительного простоя транспортных средств в зависимости от размера входного маршрутного потока.

Ключевые слова: городской общественный пассажирский транспорт, транспортно-пересадочный узел, остановочный пункт, простой.

It is proposed to consider the influence of optimization management actions due to the organization of interaction of subjects of urban public passenger transport within the transport interchange hubs on the specific weight downtimes of unproductive of vehicles at stopping points. On the basis of the presented multi-contour management system of transport interchange hubs, there is selected the structure of adaptive three-level cycle of implementation of control actions. The presented approach to the evaluation of the effectiveness of optimization management actions in organizing the interaction between subjects in the transport interchange hub is based on an assessment of changes in its state through the determination of their impact on the level of unproductive downtimes of vehicles at stopping points. The peculiarity of the proposed method of assessing the change in the state of the transport interchange hub is that in it the transition function of its states is considered as a productive characteristic of the implementation of optimization management actions. Experimental way with the help of experimental way there are determined patterns of the change of the specific weight of unproductive downtimes of vehicles for the accordant levels of optimization, depending on the size of the incoming route flow. It was established that introduction of a complex of optimization management actions allows to increase the level of permissible input rout flow in the transport interchange hub by 30,7 %.

Keywords: urban public passenger transport, transport interchange hub, stopping point, downtime.

Вступ. Сучасний етап розвитку міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) ставить перед ним вимоги щодо забезпечення високого рівня ефективності технологічних процесів. Передумовою висування таких вимог є необхідність забезпечення повної реалізації потенціалу МГПТ в умовах високого рівня впливу чинників дестабілізації процесів. Серед основних чинників дестабілізації технологічних процесів МГПТ виділяють категорію зовнішніх збурень які в поєднанні з характерною внутрішньою неоднорідністю протікання процесів призводять до виникнення конфліктних ситуацій. Конфліктні ситуації в структурі МГПТ виникають в точках взаємодії його

суб'єктів та в умовах їх розвитку стають основним джерелом виникнення дорожньо-транспортних пригод, збільшення рівня екологічного забруднення та зниження його продуктивності. Основним елементом обслуговуючої підсистеми МГПТ де проявляються конфліктні ситуації є зупиночні пункти транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ). В межах зупиночних пунктів відбуваються процеси простою транспортних засобів пов'язаних з виконанням технологічних операцій з забезпечення посадки (висадки) пасажирів. Одночасне прибуття транспортних засобів на зупиночний пункт призводить до появи конфлікту в ньому.

© В. О. Вдовиченко. 2017

Умовою ліквідації таких ситуацій є використання відповідних методів оперативного управління роботою МГПТ та його обслуговуючих підсистем.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Питання створення ефективних систем управління МГПТ сьогодні представляє значний інтерес в наукових дослідженнях та практичних розробках спрямованих на підвищення ефективності функціонування МГПТ [1–4]. На основі аналізу сучасних робіт [5–13] можна виділити загальну класифікацію підходів до формування системи управління МГПТ:

- управління на основі контролю часових параметрів руху транспортних засобів МГПТ [5–7];
- формування управлінських дій на основі логістичного підходу [8–9];
- удосконалення управлінських структур на основі використання сучасних телеметричних систем інформаційного забезпечення технологічних процесів [10–13].

Використання принципів організації управління роботою МГПТ на основі контролю часових параметрів руху дозволяє забезпечити умови спостереження за рухом транспортних засобів та дає можливість впровадження механізмів оперативного керування [5–7]. Однак для забезпечення координації взаємодії суб'єктів МГПТ в ТПВ існують певні обмеження їх використання які полягають у неможливості забезпечення зниження конфліктності стану через обмеженість їх ефективності в умовах стохастичності параметрів вхідного маршрутного потоку.

Використання логістичного підходу в формуванні управління МГПТ у роботі [8] представлено у вигляді системної задачі яка має своєю метою оптимізацію загального рівня провізних можливостей відносно поточних потреб пасажирів. Недоліком такого підходу є його структурна обмеженість яка полягає у розгляді в якості об'єктів управління сукупності маршрутів без врахування їх взаємодії в межах територіальних структур елементів пасажирської транспортної інфраструктури.

Використання сучасних телеметричних систем інформаційного забезпечення роботи МГПТ дає можливість підвищення його потенціалу за рахунок створення ефективних структур управління взаємодією всіх учасників транспортного процесу. В роботі [10] запропонована концептуальна модель механізму управління роботою МГПТ в контексті забезпечення сталого розвитку міського середовища. Представлена форма дозволяє виділити загальні принципи побудови системи управління МГПТ в межах окремих територіально-просторових структур. Однак представлений підхід має концептуальну форму та не реалізує можливість визначення результативності управлінських дій в межах конкретних об'єктів управління.

Враховуючи виявлені недоліки існуючих підходів до формування механізмів управління МГПТ виникає необхідність у проведенні досліджень спрямованих на визначення закономірностей впливу оптимізаційних управлінських дій на умови переходу стану зупиночних пунктів транспортно-пересадочних вузлів. У межах таких досліджень необхідно врахувати облік стохастичних умов формування вхідного маршрутного потоку в та виділити їх вплив на стан функціонування ТПВ.

Ціль та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення впливу оптимізаційних управлінських дій при організації роботи ТПВ на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах.

Задачею дослідження є визначення залежності зміни рівня питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів в ТПВ.

Для досягнення визначеної мети були поставлені наступні завдання:

1. У межах представленої багатоконтурної системи виділена структура адаптаційного циклу реалізації управління ТПВ МГПТ.

2. Експериментальним шляхом для відповідних рівнів оптимізаційних управлінських дій встановлені закономірності зміни питомої ваги непродуктивного простою транспортних засобів в залежності від розміру вхідного маршрутного потоку.

Матеріали та методи дослідження впливу оптимізаційних управлінських дій на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ. Методологічною основою для формування управління технологічним процесом роботи ТПВ є: виділення структури та контуру адаптаційного циклу оптимізаційно-конструктивних дій, аналітичний опис оцінки переходу його функціонального стану та імітаційне моделювання процесу функціонування зупиночних пунктів для різних значень вхідного маршрутного потоку. Об'єктом дослідження є процес взаємодії суб'єктів МГПТ в ТПВ. Предметом дослідження є параметри формування непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ.

Метою оперативного управління роботою ТПВ є стабілізація його поточного стану в межах безконфліктного рівня шляхом створення відповідних ресурсних резервів його зупиночних пунктів. Формування резервів пропускної здатності зупиночних пунктів ТПВ спрямоване на створення відповідних умов компенсації збурень їх роботи викликаних відхиленням часу прибуття транспортних засобів та коливанні їх пасажирообміну. Основним суб'єктами взаємодії виступають транспортні засоби, що прибувають в ТПВ. Потік суб'єктів характеризується інтервалом прибуття та набором параметрів, що визначають час простою транспортних засобів в зупиночних пунктах. Стабілізація інтервалу прибуття транспортних засобів ґрунтується на умовах створення безперешкодних умов їх руху по ділянках вулично-дорожньої мережі де проходять траси маршрутів. Час простою транспортних засобів в зупиночних пунктах визначається тривалістю основних технологічних операцій пов'язаних з забезпеченням посадки-висадки пасажирів. У разі виникнення конфліктної ситуації в ЗП тривалість простою транспортних засобів збільшується на час непродуктивного простою який негативно впливає на провізні можливості маршруту та якість транспортного обслуговування пасажирів. Виходячи з необхідності розгляду МГПТ як багаторівневої функціональної системи [14] виникає потреба розробки багатоконтурної системи управління в якій повинна реалізовувати сукупність зворотних зв'язків які характеризують соціально-маркетингові, технологічні, організаційні та системні аспекти роботи МГПТ. Така форма ґрунтується на облі-

ку характеристичних контурних зв'язків в межах єдиної багатоконтурної системи управління ТПВ (рис. 1).

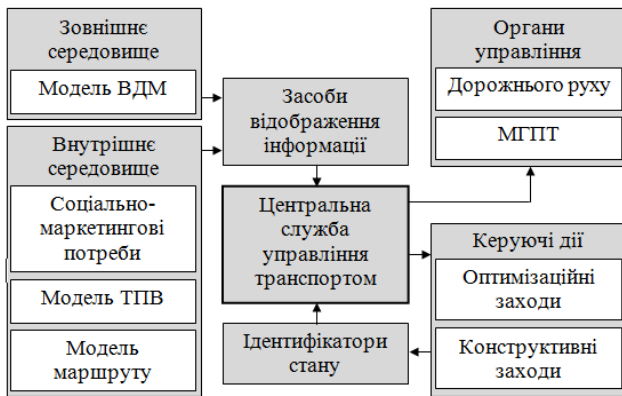


Рис. 1 – Структура багатоконтурної системи управління МГПТ

Розглянемо в якості об'єкта управління ТПВ, який характеризується вихідною величиною (S) яка відображає його стан відносно конфліктності взаємодії суб'єктів МГПТ в зупиночних пунктах. Об'єкт управління перебуває під дією зовнішніх збурень (G) які характеризуються відхиленням від планового інтервалу прибуття транспортних засобів в ТПВ та часом простою під посадкою-висадкою пасажирів. В якості керуючих впливів (X_i) на об'єкт управління виступає їх сукупність яка реалізується в межах вулично-дорожньої мережі (ВДМ), ТПВ та транспортних підприємств. Необхідно забезпечити тип управління спрямований на стабілізацію вихідної величини (S) в межах допустимого рівня (S_b). Якість управління в такому разі можна оцінювати мірою невизначеності $H(S)$ керованої величини S . У разі ефективного управління буде забезпечена відповідність $S < S_b$ при цьому міра невизначеності $H(S) = 0$. Але зазвичай під дією збурень величина S відхиляється від заданої межі. За таких умов ентропія системи не дорівнює нулю $H(S / X_i) \neq 0$. Завдання системи управління – шляхом зменшення різноманітності станів ТПВ забезпечити їх стабілізацію в допустимих межах. Такий процес можливо досягти через зменшення невизначеностей переходів стану ТПВ від нормального до конфліктного. Міра невизначеності переходів станів ТПВ визначається величиною інформації у величині X_i про величину S :

$$I(S, X_i) = H(S) - H(S / X_i). \tag{1}$$

Для забезпечення різноманітності переходів станів орган управління повинен мати у своєму розпорядженні достатню різноманітність керуючих впливів. Для багатоконтурної системи управління МГПТ такі умови забезпечуються обліком змін переходів станів всіх рівнів впливу керуючих дій. При цьому слід визначити можливі межі та шляхи досягнення результатів. У межах адаптаційного циклу який має своєю метою знаходження рівноважного стану (S) всіх підсистем відбуваються процеси які можуть включати в себе сукупність оптиміза-

ційних ($OS.i$) та конструктивних ($CS.i$) рішень. Процес адаптації управлінських дій спочатку передбачає процедуру реалізації сукупності оптимізаційних рішень до складу яких входить розподіл маршрутів за зупиночними пунктами ТПВ ($OS.1$), слот-координація розкладу руху ($OS.2$) та оперативне корегування закріплення пунктів обслуговування ($OS.3$). Однак існує бар'єр ефективності (EL) таких рішень який не може бути подоланий без реалізації рішень пов'язаних зі зміною конструкції ТПВ ($CS.1$) та умовами роботи елементів ВДМ ($CS.2$). В умовах багаторівневого розгляду МГПТ процес управління може бути представлений у вигляді сукупності оптимізаційно-конструкторських рішень (рис. 2).

Умовою системної ефективності функціонування МГПТ є забезпечення відповідності станів всіх рівнів його представлення. Під дією керуючих впливів відбувається зміна стану ТПВ. Для визначення достатнього рівня реалізації управлінських рішень необхідно оцінити зміну стану МГПТ. Для цього можливо використати форму представлення стану МГПТ та його зовнішнього середовища у вигляді загального рівняння переходу станів:

$$S[k+1] = \Phi(S, U, G, t) \cdot S[k] + B(t) \cdot U[k] + Z(t) \cdot G[k], \tag{2}$$

де $\Phi(S, U, G, t)$ – функція переходу яка враховує зміну стану ТПВ; $S[k]$ – вектор стану ТПВ на початковому рівні; $B(t)$ – векторні перетворення керуючих дій; $U[k]$ – керуючі дії; $Z(t)$ – векторні перетворення збурень; $G[k]$ – збурення.

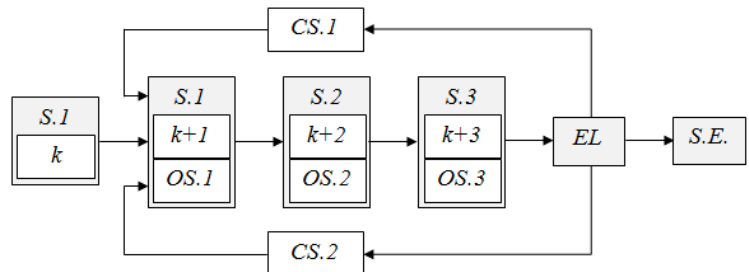


Рис. 2 – Елементи адаптаційного циклу управління ТПВ

Оцінка ефективності управлінських дій може бути реалізована на основі визначення можливості переходу ТПВ до стану його стабілізації при якому забезпечується зниження конфліктних ситуацій та ліквідується непродуктивний простій транспортних засобів. Для цього необхідно дослідити зміну рівня конфліктності взаємодії суб'єктів МГПТ в зоні зупиночних пунктів ТПВ. Визначення залежності впливу управлінських оптимізаційних дій дозволяє встановити допустимі межі параметричної області застосування відповідних механізмів стабілізації стану ТПВ. Природа збурень полягає у стохастичності процесів руху та простою транспортних засобів. Параметром оцінки рівня збурень виступає загальний вхідний маршрутний потік:

$$M_r = \sum_{i=1}^n t_i^s \tag{3}$$

де t_i^s – плановий час простою транспортних засобів під посадкою-висадкою, хв; n – інтенсивність прибуття транспортних засобів, авт/год.

Параметром оцінки стану ТПВ виступає питома вага тривалості конфліктних ситуацій:

$$\rho_i^c = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^c}{t} \quad (4)$$

де t_i^c – час простою транспортних засобів в черзі, хв;
 t – тривалість періоду, хв.

Оцінка переходу стану ТПВ при впровадженні відповідних управлінських механізмів може бути реалізована шляхом визначення функції переходу. Для її опису доцільно провести експериментальні дослідження спрямовані на одержання закономірностей визначення впливу набору управлінських дій на питому вагу конфліктних ситуацій. За таких умов для оцінки стану ТПВ доцільно використовувати імітаційне моделювання. Імітаційна модель відтворює процеси які відбуваються на реальних об'єктах. В якості реального об'єкту обрано ТПВ «Ст. м. проспект Гагаріна» ТПВ «Левада» (49.981225, 36.241933) в якому спостерігається взаємодія 10 транзитних маршрутів МПТТ м. Харкова. За допомогою розробленої імітаційної моделі ТПВ встановлені відповідні значення питої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів. На рис. 3 представлений розподіл значень та встановлена залежність зміни питої ваги конфліктного стану зупиночних пунктів в умовах відсутності управлінських дій.

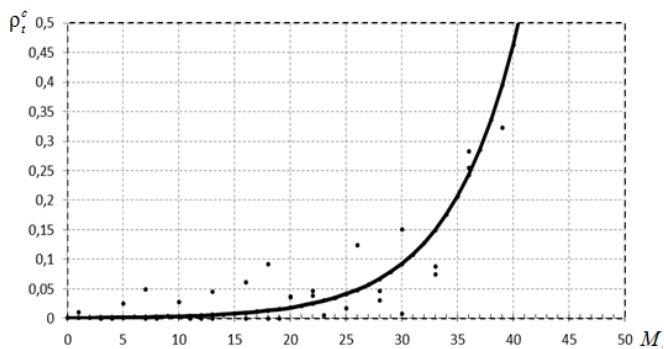


Рис. 3 – Розподіл питої ваги непродуктивних простоїв при відсутності реалізації оптимізаційних управлінських дій (рівень k)

Послідовність реалізації оптимізаційних управлінських дій передбачає поетапне їх впровадження. На першому етапі (k+1) реалізуються заходи щодо раціонального розподілу маршрутів між постами обслуговування зупиночних пунктів ТПВ. Після впровадження розподілу маршрутів в ході імітаційного моделювання отриманий розподіл зміни питої ваги конфліктних ситуацій для рівня управління (k+1) (рис. 4).

Розподіл питої ваги конфліктних станів від рівня вхідного потоку для впровадження другого (k+2) та третього етапу (k+3) оптимізаційного управління представлені на рис. 5 та рис. 6 відповідно.

Представлені залежності зміни питої ваги непродуктивного простою транспортних засобів у ТПВ відображають загальну тенденцію щодо необхідності забезпечення відповідного рівня резервів пропускної можливості зупиночних пунктів. Необхідність формування резервів пропускної здатності зупиночних пунктів

пояснюється нестабільністю руху транспортних засобів по ділянках вулично-дорожньої мережі міста.

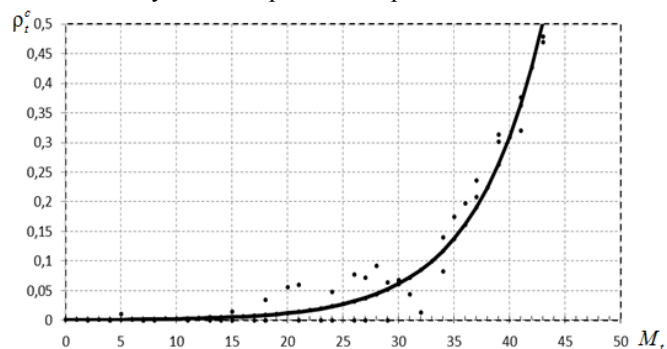


Рис. 4 – Розподіл питої ваги тривалості непродуктивних простоїв при реалізації оптимізаційних управлінських дій О.1 (рівень k+1)

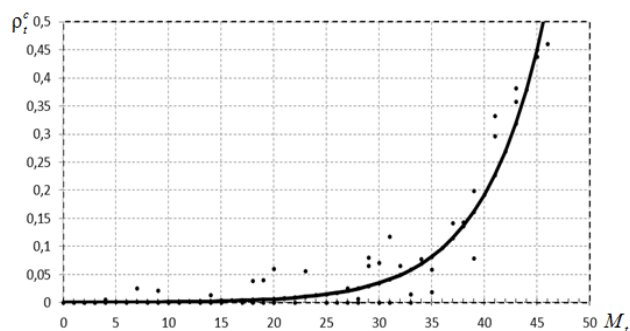


Рис. 5 – Розподіл питої ваги тривалості непродуктивних простоїв при реалізації оптимізаційних управлінських дій О.2 (рівень k+2)

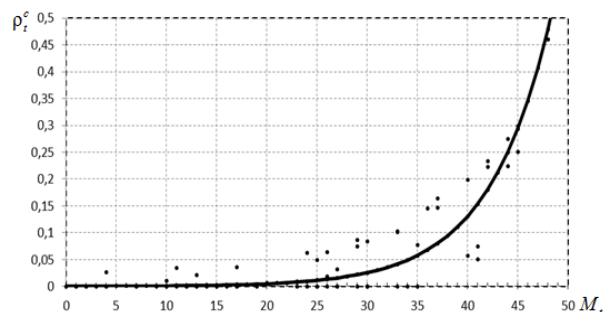


Рис. 6 – Розподіл питої ваги тривалості непродуктивних простоїв при реалізації оптимізаційних управлінських дій О.3 (рівень k+3)

Результати дослідження впливу оптимізаційних управлінських дій на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ. У результаті проведених досліджень можна встановити, що апроксимація питої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах розраховується за експоненціальним законом. На основі отриманих експериментальних даних встановлені регресійні моделі які описують зміну питої ваги часу непродуктивного простою транспортних засобів для відповідних рівнів реалізації оптимізаційних управлінських дій (табл. 1).

Рівень значимості отриманих моделей дозволяє зробити висновок про їх адекватність та можливість їх використання для формування загальної функції

оцінки переходу стану ТПВ. Функція переходу стану визначається на основі оцінки зміни питомої ваги непродуктивного простою в залежності від рівня управ-

лінських дій відносно базового стану ТПВ. Графік зниження питомої ваги непродуктивного простою транспортних засобів наведено на рис. 7.

Таблиця 1 – Характеристика регресійних моделей

Рівень реалізації управлінських дій	Вид залежності	Коефіцієнт детермінації	F – критерій
k	$\rho_t^c = 0,000728e^{0,1614M_t}$	0,6624	9,81
k+1	$\rho_t^c = 0,000474e^{0,162M_t}$	0,7081	12,13
k+2	$\rho_t^c = 0,000209e^{0,1705M_t}$	0,8065	20,83
k+3	$\rho_t^c = 0,000195e^{0,1626M_t}$	0,7991	19,89

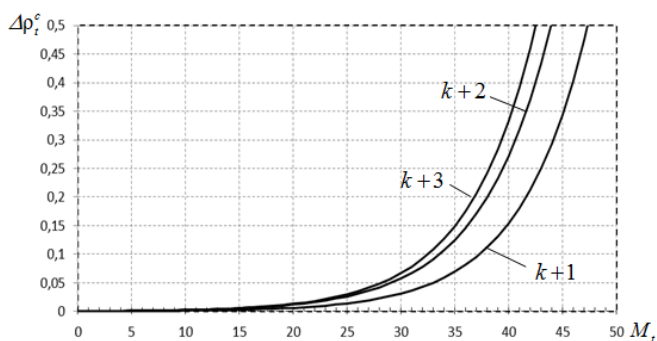


Рис. 7 – Зниження питомої ваги тривалості непродуктивних простоїв при реалізації оптимізаційних управлінських дій

Встановлені залежності зниження рівня питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів відображають загальну тенденцію щодо необхідності створення відповідних умов для формування раціонального рівня резервів пропускної здатності зупиночних пунктів які полягають у виділенні на основі абсолютно значення її зміни функції переходу стану ТПВ.

Обговорення результатів дослідження впливу оптимізаційних управлінських дій на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ. Отримані в ході імітаційного моделювання залежності відображають загальну тенденцію при якій спостерігається експоненційне збільшення питомої ваги непродуктивного простою транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ при зростанні рівня вхідного маршрутного потоку. Така тенденція пояснюється наявністю чітко вираженого характеристичного зв'язку між рівнем завантаження зупиночних пунктів ТПВ та умовами виникнення конфліктних ситуацій. При значенні вхідного потоку до 26 авт.хв./год. питома вага непродуктивного простою не залежить від наявності управлінських дій буде знаходитися в межах до 0,05, що є допустимим з точки зору впливу на ресурсні показники роботи маршрутів. При збільшенні вхідного маршрутного потоку для забезпечення стабілізації роботи ТПВ необхідно впроваджувати відповідні оптимізаційні заходи спрямовані на зниження рівня конфліктності. Розподіл маршрутів між зупиночними пунктами ТПВ на основі оцінки ресурсного забезпечення маршрутів дозволяє збільшити розмір допустимого вхідного потоку на 11,5 % до 29 авт.хв./год. Подальше впровадження слот-координації розкладу руху маршрутів МГПТ яка спрямована на узгодження часу прибуття транспорт-

них засобів у ТПВ забезпечує допустимий рівень безконфліктності на рівні вхідного маршрутного потоку 32 авт.хв./год., що складає 23,1% в порівнянні з базовим рівнем. Реалізація повного трьохетапного комплексу оптимізаційних дій забезпечує можливість безконфліктного обслуговування при вхідному маршрутному потоці збільшеному на 30,8% у порівнянні з базовим станом – до 34 авт.хв./год.

Бар'єр ефективності впровадження оптимізаційних управлінських заходів при допустимому рівні конфліктності ТПВ знаходиться на межі 34 авт.хв./год. При збільшенні вхідного маршрутного потоку для утримання питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів в допустимих межах необхідно проводити конструктивні заходи спрямовані на збільшення кількості постів обслуговування в зупиночних пунктах та впровадження заходів щодо зниження флуктуації часу прибуття транспортних засобів шляхом виділення пріоритетних смуг руху для МГПТ.

За умов обмеженості можливостей реалізації конструктивних заходів при збільшенні вхідного маршрутного потоку буде спостерігатися зростання питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів. При цьому слід визначити, що впровадження комплексу оптимізаційних управлінських дій дозволяє значно скоротити питому вагу непродуктивних простоїв. Так при рівні вхідного маршрутного потоку 40 авт.хв./год. при відсутності управлінських дій питома вага непродуктивного простою складає 0,463, а при їх реалізації – 0,130. Це свідчить про практичну доцільність та високу ефективність реалізації оптимізаційних управлінських дій спрямованих на стабілізацію роботи ТПВ.

Висновки

1. У реальних умовах функціонування МГПТ зниження питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів викликаних конфліктними ситуаціями в ТПВ досягається за рахунок впровадження комплексу оптимізаційних управлінських дій спрямованих на стабілізацію його роботи. В межах виділеного адаптаційного циклу реалізації управління ТПВ МГПТ встановлено, що бар'єр ефективності оптимізаційних управлінських дій знаходиться на межі вхідного маршрутного потоку 34 авт.хв./год. При перевищенні вхідного маршрутного потоку для забезпечення безконфліктних умов роботи ТПВ необхідно реалізовувати конструктивні заходи пов'язані зі збільшенням кількості постів обслу-

говування та впровадження пріоритетного руху МГПТ на ділянках вулично-дорожньої мережі.

2. На основі проведених експериментальних досліджень встановлений експоненціальний вид закономірностей зміни питомої ваги непродуктивних простоїв транспортних засобів в зупиночних пунктах ТПВ. Гранничною межею необхідності впровадження оптимізаційних управлінських дій є вхідний маршрутний потік в розмірі 26 авт.хв./год. При збільшенні вхідного маршрутного потоку відбувається стрімке зростання питомої ваги непродуктивного простоя. За рахунок реалі-

зації заходів щодо раціонального розподілу маршрутів між зупиночними пунктами розмір допустимого вхідного маршрутного потоку може бути збільшено на 11,5% до 29 авт.хв./год. У разі подальшого впровадження слот-координації можливо його збільшення на 23,1% до 32 авт.хв./год., а повний трьохрівневий комплекс оптимізаційних управлінських дій забезпечує допустимий рівень безконфліктності при вхідному маршрутному потоці 34 авт.хв./год., що на 30,8% більше ніж при базовому стані організації взаємодії суб'єктів МГПТ в ТПВ.

Список літератури:

1. Польгун, М. Б. Анализ моделей оперативного диспетчерского управления городским пассажирским транспортом [Текст] / М. Б. Польгун, А. В. Воробьева, А. В. Остроух // Молодой ученый. – 2011. – № 4. – С. 9–13.
2. Башинська, І. О. Проблеми та шляхи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту [Текст] / І. О. Башинська, В. Ю. Філіппов // Економіка. Фінанси. Право. – 2017. – № 7/1. – С. 35–37.
3. Ibarra-Rojas, O. J. Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review / O. J. Ibarra-Rojas, F. Delgado, R. Giesen, J. C. Muñoz // Transportation Research Part B: Methodological. – 2015. – Vol. 77. – P. 38–75. doi: [10.1016/j.trb.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.03.002)
4. Зырянов, В. В. Повышение эффективности управления городским пассажирским транспортом Ростова-на-Дону [Текст] / В. В. Зырянов, Е. Ю. Семчугова, А. А. Литвина // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – № 2 (71). – С. 347–351.
5. Vdovychenko, V. Method of traffic optimization of urban passenger transport at transfer nodes / V. Vdovychenko, O. Driuk, G. Samchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 3, Issue 3 (87). – P. 47–53. doi: [10.15587/1729-4061.2017.103333](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103333)
6. Sánchez-Martínez, G. E. Real-time holding control for high-frequency transit with dynamics / G. E. Sánchez-Martínez, H. N. Koutsopoulos, N. H. M. Wilson // Transportation Research Part B: Methodological. – 2016. – Vol. 83. – P. 1–19. doi: [10.1016/j.trb.2015.11.013](https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.11.013)
7. Новиков, А. Н. Применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского общественного транспорта [Текст] / А. Н. Новиков, А. Л. Севостьянов, А. А. Катунин, А. В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 1. – С. 85–89.
8. Кравченко, Е. А. Концепция повышения логистической эффективности пассажирского транспорта в муниципальных образованиях [Текст] / Е. А. Кравченко, А. Е. Кравченко // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8. – С. 3–6.
9. Ерошкин, И. Н. Управление городским пассажирским транспортом в условиях роста автомобилизации путем применения логистического подхода [Текст] / И. Н. Ерошкин, В. Н. Ключков // Инновационная деятельность. – 2013. – № 1. – С. 44–48.
10. Гнедина, К. В. Вдосконалення управління муніципальною транспортною системою в контексті сталого розвитку [Текст] / К. В. Гнедина // Економічний простір. – 2015. – № 93. – С. 81–92.
11. Enoch, M. Sustainable transport, mobility management and travel plans [Text] / M. Enoch. – Routledge, 2016. – 224 p. doi: [10.4324/9781315611563](https://doi.org/10.4324/9781315611563)
12. Романова, Н. А. Совершенствование организационных структур управления городским пассажирским транспортом [Текст] / Н. А. Романова // Политетический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 622–631.
13. Weiner, E. Urban transportation planning in the United States: history, policy, and practice [Text] / E. Weiner. – Springer, 2016. – 441 p. doi: [10.1007/978-3-319-39975-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39975-1)
14. Vdovychenko, V. Formation of methodological levels of assessing city public passenger transport efficiency [Text] / V. Vdovychenko, Y. Nagornyy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 3, Issue 3 (81). – P. 44–51. doi: [10.15587/1729-4061.2016.71687](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71687)

Bibliography (transliterated):

1. Pol'gun, M. B., Vorob'eva, V., Ostrouh, A. V. (2011). Analiz modeley operativnogo dispetcherskogo upravleniya gorodskim passazhirskim transportom. Molodoy ucheniy, 4, 9–13.
2. Bashynska, I. O., Filippov, V. Yu. (2017). Problemy ta shliakhy udoskonalennia funktsionuvannia miskoho pasazhyrskoho transportu. Ekonomika. Finansy. Pravo, 7/1, 35–37.
3. Ibarra-Rojas, O. J., Delgado, F., Giesen, R., Muñoz, J. C. (2015). Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review. Transportation Research Part B: Methodological, 77, 38–75. doi: [10.1016/j.trb.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.03.002)
4. Zyryanov, V. V., Semchugova, E. Yu., Litvina, A. A. (2013). Povyshenie effektivnosti upravleniya gorodskim passazhirskim transportom Rostova-na-Donu. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2 (71), 347–351.
5. Vdovychenko, V., Driuk, O., Samchuk, G. (2017). Method of traffic optimization of urban passenger transport at transfer nodes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (3 (87)), 47–53. doi: [10.15587/1729-4061.2017.103333](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103333)
6. Sánchez-Martínez, G. E., Koutsopoulos, H. N., Wilson, N. H. M. (2016). Real-time holding control for high-frequency transit with dynamics. Transportation Research Part B: Methodological, 83, 1–19. doi: [10.1016/j.trb.2015.11.013](https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.11.013)
7. Novikov, A. N., Sevost'yanov, A. L., Katunin, A. A., Kulev, A. V. (2013). Primenenie intellektual'nykh transportnykh sistem (ITS) dlya povysheniya effektivnosti funkcionirovaniya gorodskogo obshchestvennogo transporta. Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin, 1, 85–89.
8. Kravchenko, E. A., Kravchenko, A. E. (2015). Konceptiya povysheniya logisticheskoy effektivnosti passazhirskogo transporta v municipal'nykh obrazovaniyakh. Fundamental'nye issledovaniya, 8, 3–6.
9. Eroshkin, I. N., Klochkov, V. N. (2013). Upravlenie gorodskim passazhirskim transportom v usloviyakh rosta avtomobilizatsii putem primeneniya logisticheskogo podhoda. Innovatsionnaya deyatel'nost', 1, 44–48.
10. Hnedina, K. V. (2015). Vdoskonalennia upravlinnia munitsypalnoiu transportnoiu systemoiu v konteksti staloho rozvytku. Ekonomichnyi prostir, 93, 81–92.
11. Enoch, M. (2016). Sustainable transport, mobility management and travel plans. Routledge, 224. doi: [10.4324/9781315611563](https://doi.org/10.4324/9781315611563)
12. Romanova, N. A. (2015). Sovershenstvovanie organizatsionnykh struktur upravleniya gorodskim passazhirskim transportom. Politeticheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 114, 622–631.
13. Weiner, E. (2016). Urban transportation planning in the United States: history, policy, and practice. Springer, 441. doi: [10.1007/978-3-319-39975-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39975-1)
14. Vdovychenko, V., Nagornyy, Y. (2016). Formation of methodological levels of assessing city public passenger transport efficiency. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (3 (81)), 44–51. doi: [10.15587/1729-4061.2016.71687](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71687)

Надійшла (received) 07.12.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Вплив оптимізаційного управління транспортно–пересадочними вузлами міського пасажирського транспорту на питому вагу непродуктивних простоїв транспортних засобів/ Вдовиченко В. О. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 44 (1266).– P.69–75. – Bibliogr.:14. – ISSN 2079-5459

Влияние оптимизационного управления транспортно–пересадочными узлами городского пассажирского транспорта на удельный вес непроизводительных простоев транспортных средств/ Вдовиченко В. А. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 44 (1266).– P.69–75. – Bibliogr.:14. – ISSN 2079-5459

Influence of optimization management of transport interchange hub of urban passenger transport on the share of unproductive downtime of vehicles/ Vdovychenko V. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 44 (1266).– P.69–75. – Bibliogr.:14. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Вдовиченко Володимир Олексійович – кандидат технічних наук, Харківський національний автомобільно–дорожній університет, доцент кафедри "Транспортних технологій"; вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна, 61002; e–mail: Vval2301@gmail.com.

Вдовиченко Владмир Алексеевич – кандидат технических наук, Харьковский национальный автомобильно–дорожний університет, доцент кафедри "Транспортных технологий"; ул. Ярослава Мудрого, 25, г. Харьков, Украина, 61002; e–mail: Vval2301@gmail.com.

Vdovychenko Volodymyr – candidate of technical sciences, Kharkiv National Automobile and Highway University, associate professor of the department «Transport technology»; Yaroslav Mudry st, 25, Kharkiv, Ukraine. 61002; e–mail: Vval2301@gmail.com.

УДК 005.8

А. В. НАДТОЧИЙ**КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Підводна археологія – сучасна галузь науки, яка розвивається стрімкими темпами. Вона постійно удосконалює методи як суто археологічних досліджень, так і засоби та інструменти для досягнення поставленої мети. На підставі аналізу застосування сучасних підводних апаратів-роботів у галузі підводних археологічних досліджень запропонована систематизація завдань проектного менеджменту. Розглянуто основні принципи розробки концепції удосконалення управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень, які можуть бути покладені в основу розробки і створення актуального для вітчизняної археології прикладного наукового напрямку – впровадження нових роботизованих технологій ведення підводних археологічних досліджень, підвищення їх продуктивності та якості, також зменшення ризику для життя і здоров'я учасників археологічних експедицій. Запропоновані засоби додатково стимулюють створення новітніх технологій у сфері вітчизняної робототехніки при виконанні задач підводної археології на малих і великих глибинах.

Ключові слова: археологічна експедиція; археологічні роботи; підводна археологія; морська робототехніка; проектний менеджмент; управління проектами роботизації

Подводная археология – современная отрасль науки, которая развивается стремительными темпами. Она постоянно совершенствует методы как чисто археологических исследований, так и средства и инструменты для достижения поставленной цели. На основании анализа применения современных подводных аппаратов-роботов в области подводных археологических исследований предложена систематизация задач проектного менеджмента. Рассмотрены основные принципы разработки концепции совершенствования управления проектами роботизации подводных археологических исследований, которые могут быть положены в основу разработки и создания актуального для отечественной археологии прикладного научного направления – внедрение новых роботизированных технологий ведения подводных археологических исследований, повышение их производительности и качества, а также уменьшение риска для жизни и здоровья участников археологических экспедиций. Предложенные средства дополнительно стимулируют создание новых технологий в сфере отечественной робототехники при выполнении задач подводной археологии на малых и больших глубинах.

Ключевые слова: археологическая экспедиция; археологические работы; подводная археология; морская робототехника; проектний менеджмент управления проектами роботизации

Underwater archeology - a modern branch of science, which develops at a rapid pace. She constantly improves methods of purely archaeological research, as well as tools and instruments for achieving the goal. Based on the analysis of the application of modern submarine robots in the field of underwater archaeological research, the systematization of tasks of project management is proposed. The main principles of the development of the concept of improving the management of robotic projects underwater archaeological research, which can be used as the basis for the development and creation of an actual applied archeology for the applied scientific direction, are considered - introduction of new robotic technologies for underwater archaeological research, increasing their productivity and quality, as well as reducing the risk to life and the health of the participants in the archaeological expeditions. The proposed means further stimulate the creation of the latest technologies in the field of domestic robotics when performing submarine archeology tasks at small and large depths.

Keywords: archaeological expedition; archaeological works; underwater archeology; marine robotics; project management; robotic project management

© А. В. Надточий. 2017