

*Овчарук І.В., Желєзний В.В., Байрамова О.В.*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

*В статті розглянуто інформаційну систему, яка враховує вимоги пасажирів та перенаправляє пасажиропотоки; наведено типизацію методів аналізу пасажиропотоків; зроблено розрахунок необхідної кількості поїздів, враховуючи завантаженість ліній.*

**Ключові слова:** *інформаційна система, пасажиропотік, перерозподіл пасажиропотоків, програмний інтерфейс, база даних.*

**Постановка проблеми.** Київ має розвинену транспортну інфраструктуру. Одним з найважливіших видів транспорту для великих міст є метрополітен. Київський метрополітен – швидкісна транспортна система Києва. Деякі лінії метрополітену постійно або в «годину пік» мають дуже великі пасажиропотоки. Тому розробка інформаційної системи (ІС), функціональні можливості якої забезпечували б розрахунок пасажиропотоків та їх перерозподіл між різними видами транспорту чи різними маршрутами, в тому числі й при введенні в експлуатацію нових ліній метрополітену, є актуальною.

Існуючі системи підрахунку пасажиропотоків – це в основному системи моніторингу пасажиропотоку в маршрутках, автобусах, трамваях, тролейбусах та інших видах муніципального транспорту, в яких підрахунок пасажирів здійснюється емпіричним шляхом.

Існуючі методи моніторингу пасажиропотоків класифікуються за [1]:

- ✓ тривалістю періоду моніторингу: систематичні (щодня, щотижня і т.д.), разові (короткочасні);
- ✓ шириною охоплення: *суцільні* (одночасно по всій транспортній мережі району, що обстежується, в середньому 1 раз на 3 роки); *вибіркові* (по окремих районах руху, обстежується 1 раз в квартал);
- ✓ видами опитування користувачів: *анкетний* (шляхом заповнення спеціальних опитувальних анкет); *звітно-статистичний* (грунтується на квитково-облікових листах і кількості проданих квитків); *талонний* (шляхом видачі обліковцям спеціально заготовлених талонів різних кольорів); *табличний*; *візуальний* (шляхом збору даних на маршрутах зі значним пасажирообміном).

Розробка ІС перевантаження пасажиропотоків та визначення оптимальних маршрутів руху пасажирів є актуальною задачею. Всі існуючі системи потребують значних коштів і мають ряд недоліків. Наприклад, вони не надають можливості побудови вибіркового маршруту з переходом з одного виду транспорту на інший. Тому є доцільним розроблення ІС, яка забезпечувала б розв'язання існуючих проблем перерозподілу пасажиропотоків. ІС, що пропонується, надає можливість допомоги користувачам щодо орієнтування у незнайомому місці та оптимальному виборі громадського транспорту для свого пересування по місту.

**Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій.** Вклад в дослідження розподілу пасажиропотоків внесли М.В. Януш, П.В. Попович, О.П. Цьонь, А.В. Набута [2,3]. В їхніх роботах досліджується ефективність роботи пасажирських транспортних засобів, проаналізовано існуючі інформаційно-технологічні аспекти та принципи дослідження

пасажиropотоків, висвітлені основні переваги та недоліки існуючих методів розв'язання проблем, пов'язаних із дослідженням пасажиropотоків. Зокрема, О.Ю. Палант [4] провів огляд методів обстеження пасажиropотоків, висвітливши їх переваги та недоліки.

Розв'язання проблем оперативного збору та обробки інформації щодо пасажиropотоку здійснюється в такому класі ІС як автоматизовані системи обліку пасажиropотоку (АСУПП) [5]. В [6] розглянута ІС керування процесом перевезення та інфраструктурою транспорту, серед основної функції якої є також планування міжнародних перевезень пасажирів. ІС керування технологічними аспектами в транспортній галузі розглянуто в [7].

**Метою даної статті** є дослідження моніторингу, обліку та перерозподілу пасажиropотоків транспортних систем Києва та розробка відповідної ІС, яка має бути ефективною, зручною у використанні і відносно дешевою.

**Викладення основного матеріалу.** Метро м.Києва має три діючі лінії, експлуатаційна довжина яких становить 69,648км. До послуг пасажирів – 52 станції з трьома підземними пересадочними вузлами в центрі міста. Для поліпшення обслуговування пасажирів у метрополітені впроваджено мобільний зв'язок, встановлено інформаційні монітори.

ІС, що пропонується авторами, має наступні компоненти:

- ✓ побудова маршруту по одному типу транспорту;
- ✓ побудова маршруту з можливістю вибору спеціальних параметрів:
- ✓ швидкий маршрут (мінімальний час),
- ✓ оптимальний маршрут з мінімальною кількістю пересадок;
- ✓ побудова маршруту з можливістю пересадки на будь-який вид транспорту (в даному випадку метро, міська електричка, швидкісний трамвай);
- ✓ перегляд схем у повному розмірі та можливістю використати масштаб зображення;
- ✓ перегляд історії розвитку київського метрополітену у повноекранному режимі.

База даних (БД) ІС відображає інформацію про розклад руху міської електрички, трьох ліній метро та швидкісних трамваїв №1 – №5.

ІС враховує перерозподіл пасажиropотоків в залежності від часу доби (найбільші потоки виникають в «годину пік»), дня тижня (зазвичай, у вихідні дні потоки пасажирів зменшуються), пори року (влітку населення їде у відпустку – потоки зменшуються). Тобто, враховуючи вище сказане, можна зробити висновок, що величина пасажиropотоку  $F$  є функціоналом, що залежить від часових характеристик  $F(T, D, S)$ , де  $T$  – час доби,  $D$  – день тижня,  $S$  – сезон.

Для створення ІС перерозподілу пасажиropотоків проводилося дослідження завантаженості наземного пасажирського транспорту у м. Київ та діючих ліній метрополітену. Крім того було проведено обчислення кількості поїздів для усунення проблем, що виникають у зв'язку з перевантаженістю ліній (особливо в «годину пік»), враховуючи часові коливання обсягів пасажиropотоків.

Визначення необхідної кількості поїздів у метрополітені проводилося з урахуванням їх завантаженості, яка залежить від часових характеристик пасажиropотоків.

Для забезпечення оптимального наповнення рухомого складу, відповідного коливанням пасажиropотоків, має змінюватися кількість, місткість і розподіл рухомого складу по транспортній мережі.

Потрібна кількість поїздів при відомому пасажиropотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту в «годину пік» може бути визначено за формулою:  $K = (Q_{\max} * t_0) / Q$ , де  $K$  – кількість поїздів,  $Q_{\max}$  – максимальна потужність пасажиropотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту в «годину пік» (тис. пас.);  $t_0$  – час оборотного рейсу (год.);  $Q$  – обсяг перевезених пасажирів за добу (тис. пас.).

Основними характеристиками роботи поїздів на маршрутах є частота та інтервал руху. Частота руху ( $\Theta$ ) – кількість поїздів, що проходять через зупинку в одному напрямку по одному маршруту за одну годину, визначається за формулою  $\Theta = K / t_0$ .

На ділянках з великою кількістю маршрутів виявляють максимальну *пропускну здатність* лінії зупиночних пунктів (найбільшу кількість поїздів, яку може бути пропущено за одну годину в одному напрямку руху при дотриманні повної безпеки руху) та відповідну їй максимальну *провізну спроможність* (максимальну кількість пасажирів, що може бути перевезена поїздами протягом однієї години в одному напрямку).

Провізна здатність однієї лінії метрополітену залежно від місткості поїзда, знаходиться в межах 7-21 тис. Пас/місце). Наповнення поїзда в «години пік» визначається кількістю місць для сидіння і кількістю пасажирів, що стоять, з розрахунку 3 людини на 1м<sup>2</sup> вільної площі підлоги (максимальна допустима норма 5 осіб на 1м<sup>2</sup>)

При розробці ІС враховувалися, зокрема, такі основні техніко-експлуатаційні показники роботи громадського транспорту: обсяг перевезень, пасажиропотік, середню дальність поїздки пасажирів, наповнення транспорту, кількість на маршруті, час рейсу [8].

ІС, що пропонується, спроможна побудувати маршрут за вимогами пасажира для визначеного ним транспорту.

Наприклад, вікно «Побудова маршруту метро» надає можливість визначення часу проїзду у київському метрополітені. Комфортність і зручність інтерфейсу з ІС забезпечується декількома випадаючими позиціями меню (рис. 1)

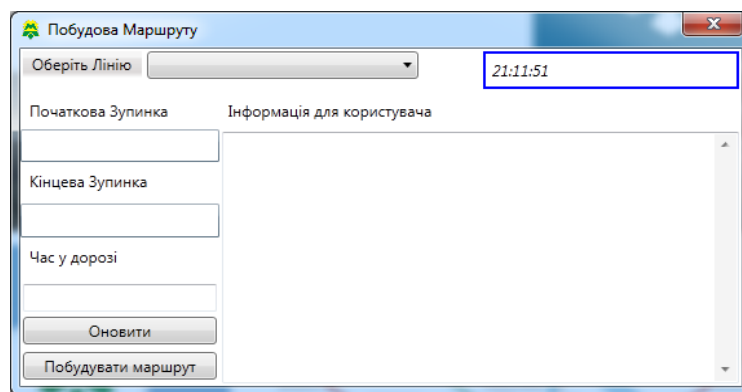


Рисунок 1 – Вікно «Побудова маршруту метро»

Вікно «Побудова маршруту швидкісного трамвая» надає можливість визначення часу проїзду на київському швидкісному трамваї. Для забезпечення зручності та комфортності інтерфейсу зроблено декілька випадаючих позицій меню, що економить час заповнення цього вікна (рис. 2).

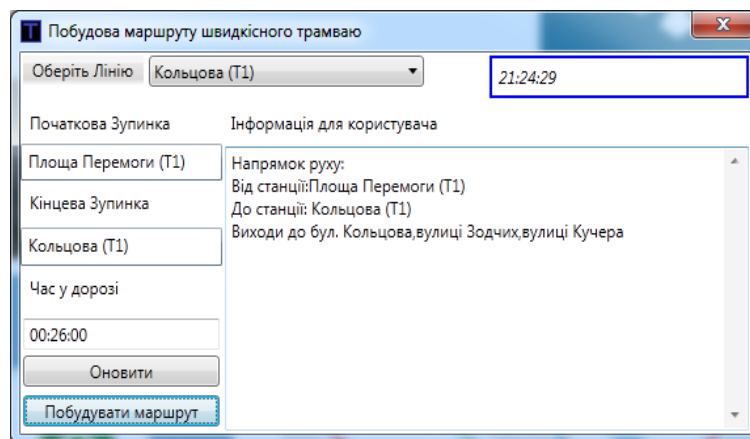


Рисунок 2 – Вікно «Побудова маршруту швидкісного трамвая»

ІС також надає можливість визначити час на проїзд у будь-якому виді транспорту при наявності пересадки між ними, обираючи або оптимальний маршрут, або найшвидший. На рис. 3 наведено вікно «Допомога», в якому для зручності зроблено декілька випадаючих меню, щоб зекономити час на заповнення позицій вікна.

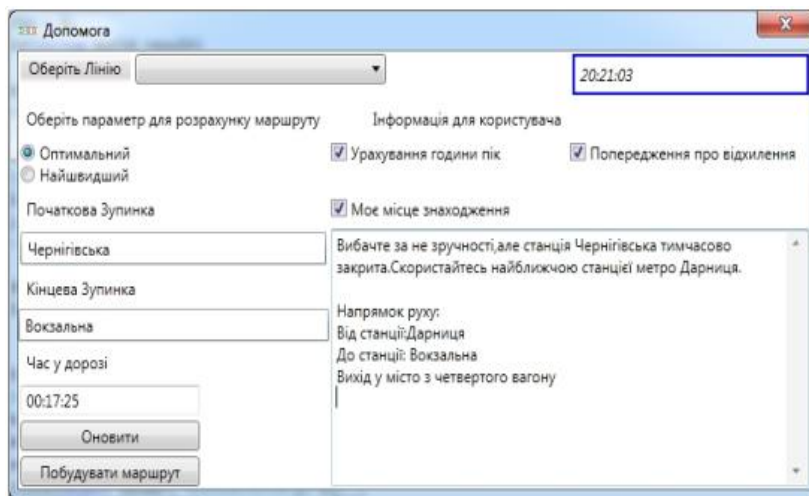


Рисунок 3 – Вікно «Допомога»

ІС перерозподілу пасажиропотоків розроблена в середовищі VisualStudio 2010 C# WPF [9].

**Висновок та пропозиції.** Розроблена авторами ІС дозволяє проводити облік пасажиропотоків з прив'язкою до часу і станцій прямування транспортного засобу та відслідковувати маршрут пересування транспортного засобу за допомогою системи GPS [10].

ІС дозволяє здійснювати автоматизований оперативний збір і обробку інформації про пасажиропотік на громадському транспорті.

Використання ІС в on-line режимі значно допоможе пасажиром скоротити час для переїзду в пункт призначення.

ІС має повідомляти про нештатні ситуації на лініях метрополітену і перенаправляти пасажирські потоки за оптимальними маршрутами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Буличева Н. В. Розрахунок пасажиропотоків і оптимізація параметрів маршрутних схем / Н. В. Буличева, В. П. Федоров // Математичні методи в управлінні міськими транспортними системами. – Л.: Наука, 1979. – С. 65-90.
2. Набута А. В. Аналіз існуючих методів обстеження пасажиропотоків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Януш М. В. Методи дослідження пасажиропотоків / М. В. Януш., П. В. Попович., О.П. Цьонь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/11019/2/ConfATMT\\_2015v1](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/11019/2/ConfATMT_2015v1)
4. Палант О. Ю. Огляд методів обстеження пасажиропотоків / О. Ю. Палант // Бізнес Інформ. – 2014. – № 11. – С. 142-148. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf\\_2014\\_11\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2014_11_25)
5. Автоматизована система обліку пасажиропотоків (АСУПП) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://navidev.ub.ua/ua/goods/view/9925450>
6. Информационная система железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://вики/жд.рф/wiki>

- 
7. Комплексная автоматизированная система управления на железнодорожном транспорте (АСУЖТ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rly.su/ru/content>
  8. Лігум Ю. С. Автоматизовані системи управління технологічними процесами пасажирського автомобільного транспорту/Ю. С. Лігум – К.: Техніка, 1989. – 240 с.
  9. Троелсен Э. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4 /Э.Троелсен – М.: Вильямс, 2010. – 1300 с.
  10. GPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eclipsim.gpsstatus2>

**Железный В.В., Овчарук И.В., Байрамова О.В.**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ КИЕВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

*В статье рассмотрена информационная система, которая учитывает требования пассажиров и перенаправляет пассажиропотоки; приведена типизация методов анализа пассажиропотоков; произведен расчет необходимого количества поездов, учитывая загруженность линий.*

***Ключевые слова:** информационная система, пассажиропоток, перераспределение пассажиропотоков, программный интерфейс, база данных.*

**Zhelyezniy V., Ovcharuk I., Bairamova O.V.**

#### **RESEARCH REDISTRIBUTION KIEV SUBWAY PASSENGER**

*The article deals with an information system that takes into account the requirements of passengers and routes of passenger traffic; typing methods of analysis of passenger traffic; the calculation of the required number of trains, considering the load lines.*

***Keywords:** information system, passenger traffic, redistribution of passenger flows, programming interface, database.*