

doi: 10.32620/oikit.2023.97.13

УДК 656.035.22, 004.65

В.О. Захаренко,  
І. Б. Туркін,  
І. В. Шевченко

## Проектування бази даних поїздок користувачів громадського транспорту з елементами технології Data Warehouse

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»*

Використання баз даних для обліку проїзду у міському транспорті є поширеною та ефективною практикою. Бази даних дозволяють організувати зберігання, управління та обробку інформації про проїзди пасажирів, розклади, тарифи та інші пов'язані дані.

До основних способів використання баз даних для обліку проїзду в міському транспорті належать, наприклад, зберігання інформації про проїзди, коли база даних може містити інформацію про кожен проїзд пасажирів, включаючи час, дату, місце посадки та висадки, номер маршруту та інші деталі. Це дозволяє відстежувати та аналізувати дані про проїзди для покращення планування та оптимізації транспортних послуг. Наступним прикладом використання баз даних є управління розкладами та маршрутами оскільки база даних може містити інформацію про розклади руху громадського транспорту, маршрути та зупинки. Це дозволяє автоматизувати процеси планування та оновлення розкладів, а також надавати актуальну інформацію пасажирів про доступні маршрути та час прибуття транспорту. Бази даних у транспортних системах можуть також використовуватися і для обліку оплати проїзду, тобто для обліку пасажирських платежів та керування різними тарифними зонами або системами оплати, такими як електронні квитки або безконтактні картки. Інформація про пасажирські платежі може бути записана та оброблена в базі даних для подальшого аналізу та звітності, що дозволяє проводити аналіз даних про проїзди, оплату, пасажиропотік та інші параметри для виявлення трендів, планування ресурсів та прийняття управлінських рішень. Можна створювати звіти та дашборди, які надають інформацію про завантаженість маршрутів, популярність певних зупинок та інші корисні метрики. Зрештою, база даних може бути інтегрована з іншими системами керування транспортом, такими як системи моніторингу транспортного потоку, системи керування світлофорами або системи інформування пасажирів. Це дозволяє створити комплексне рішення, яке оптимізує рух транспорту та покращує досвід пасажирів.

Використання баз даних для обліку проїзду у міському транспорті сприяє більш ефективній організації та управлінню транспортними послугами, а також дозволяє аналізувати дані для покращення системи громадського транспорту загалом.

Метою даного дослідження є формулювання вимог та визначення вигляду бази даних системи оплати проїзду у міському транспорті, яка б враховувала проїзд усіх категорій громадян та дозволяла б отримувати повну та своєчасну інформацію для управління транспортними потоками, тарифами та ефективним витрачанням бюджетних коштів, спрямованих на компенсацію проїзду пільгових категорій громадян.

**Ключові слова:** автоматизована система оплати проїзду, міський транспорт, пільгова категорія громадян, предметна сфера, сутність, сховище даних.

### Вступ

Застосування сховищ даних (Data Warehouse) у транспортних системах має ключове значення для оптимізації операцій, аналізу продуктивності та прийняття рішень на основі даних. На сьогоднішній день можна виділити кілька основних напрямків використання технології Data Warehouse в міських транспортних системах:

1. Аналіз продуктивності: Сховище даних дозволяє збирати та зберігати дані про рух транспортних засобів, розкладах, часу в дорозі та інших факторах, що впливають на продуктивність. Аналіз цих даних може допомогти виявити проблемні ділянки, оптимізувати маршрути та покращити ефективність системи.

2. Прогнозування та планування: Аналітичні дані, зібрані в сховище даних, можуть бути використані для прогнозування попиту на транспортні послуги, розподілу вантажів та визначення найбільш ефективних маршрутів. Це дозволяє краще планувати ресурси та надавати послуги більш точно.

3. Управління ресурсами: Data Warehouse може отримувати інформацію про запасні частини, ресурси, персонал та інші аспекти транспортної інфраструктури. Це допомагає в управлінні ресурсами, запобіганні простоїв та оптимізації обслуговування.

4. Аналіз безпеки: Збір даних про безпеку, таких як дані про нещасні випадки, порушення та інші інциденти, дозволяє аналізувати причини та запобігати майбутнім подіям.

5. Моніторинг та звітність: Сховище даних може надавати можливості для моніторингу поточної ситуації та генерації звітів. Це корисно для стеження за виконанням графіків, рівнем обслуговування та іншими ключовими метриками.

6. Поліпшення клієнтського досвіду: Аналіз даних зі сховища може допомогти у розумінні потреб клієнтів та наданні більш персоналізованих та задовольняючих потребам послуг.

7. Управління витратами: Data Warehouse може допомогти виявити області, в яких можливо знизити витрати, оптимізувати використання ресурсів та підвищити ефективність операцій.

8. Аналіз трендів та паттернів : Аналіз даних у сховищі може виявити довгострокові тренди , сезонні коливання та інші паттерни , які можуть бути використані для більш стратегічного планування та розвитку .

Спільними рисами всіх цих застосувань є те, що Data Warehouse дозволяє об'єднати різноманітні дані з різних джерел та перетворити їх у цінну інформацію , сприяючи більше інтелектуальному управлінню та прийняттю рішень у сфері транспорту .

Як найбільш поширені , на сьогодні, джерела даних в системах міського громадського транспорту можуть надавати інформацію для аналізу , управління та оптимізації операцій можна виділити такі:

1. Сенсори та датчики: Транспортні засоби та інфраструктура можуть бути обладнані сенсорами та датчиками, які збирають дані про рух , швидкість , температуру , рівень палива та інші параметри.

2. GPS та навігаційні системи : GPS- дані та дані з навігаційних систем можуть надавати інформацію про місцезнаходження транспортних коштів у реальному часу .

3. Табло та інформаційні панелі : Дані про розклади , затримки, зупинки та маршрути можуть надходити через інформаційні табло, як всередині транспортних засобів так і на зупинках .

4. Квиткові системи : Дані про продаж та використання квитків , тарифах та поїздках можуть надаватися квитковими системами та платіжними платформами.

5. Камери спостереження: Камери спостереження та відеоспостереження можуть надавати дані про дорожні умови, дорожні інциденти та трафіки.

6. Соціальні мережі та мобільні програми: Дані з соціальних мереж, мобільних додатків та платформ для публічного транспорту можуть отримувати інформацію про подорожі, відгуки та переваги користувачів.

### **Поточний стан міських систем громадського транспорту з погляду обліку проїздів.**

Історія використання баз даних у міському транспорті налічує кілька десятиліть. Разом із розвитком інформаційних технологій та автоматизації, бази даних стали грати важливу роль в управлінні та оптимізації міського транспорту.

1960-1970-і роки:

На початку 1960-х років використання комп'ютерів у транспортних системах стало можливим. З'явилися перші системи, в яких комп'ютери використовувалися для обліку та обробки даних в міському транспорті.

1980-1990-і роки:

У цей час бази даних стали широко використовуватися для зберігання та управління інформацією про розклади, маршрути та інші дані міського транспорту.

Розвиток систем автоматизації збору квитків та обліку проїздів також призвело до використання баз даних для зберігання інформації про транспортні картки, квитки та оплату.

2000-і роки:

З розвитком сенсорних технологій, навігації та мобільних додатків з'явилися нові джерела даних, включаючи GPS-інформацію, розташування транспортних засобів та даних від користувачів.

Бази даних стали використовуватися для створення реального часу оновлюваних систем моніторингу руху громадського транспорту та інформаційних табло на зупинках.

2010-і роки:

Розвиток "розумних" міст та концепції «Інтернету речей» призвело до ще більшого розширення використання баз даних у міському транспорті.

Використання аналітики та машинного навчання у базах даних дозволяє більш точно прогнозувати попит, оптимізувати маршрути та надавати більш інтелектуальні послуги.

Сьогодні:

Бази даних у міському транспорті використовуються для управління всім, починаючи від розкладів та маршрутів до квиткових систем, платежів та моніторингу руху.

Хмарні технології, технології Data Warehouse і більш потужне апаратне забезпечення роблять можливим більш складний аналіз даних та створення більш динамічних та розумних систем транспорту.

У міських пасажирських перевезеннях беруть участь три основні гравці, а саме: державний сектор (постачальники), автобусні компанії (виробники) та пасажирів (споживачі). Державний сектор (постачальники) зазвичай надає ліцензії на право проїзду (вихідні матеріали) автобусним компаніям

(виробникам) та інформацію про затверджені правила проїзду пасажиром (споживачам).

Для кількісної та якісної оцінки взаємовідносин між цими гравцями необхідний облік усіх поїздок у міському транспорті для їх подальшого аналізу, система зворотного зв'язку між пасажиром та перевізниками (наприклад для скарг про послуги), перевізниками та муніципалітетом (для надання кількості перевезених пільгових пасажирів та подальшої компенсації їх проїзду).

Даній тематиці присвячено низку робіт, у яких розглянуто моделі обліку проїзду пасажирів, технічні засоби, що забезпечують і технології обробки отриманої інформації як для предикативної аналітики, так і для генерації необхідних звітів для зацікавлених організацій.

Так, наприклад, у роботі [1] представлений прототип системи обліку пасажиропотоку в міському транспорті, яка дозволяє підраховувати кількість пасажирів, з подальшим моніторингом та можливістю управління громадським транспортом. Перелічені функції об'єднані єдиним інтерфейсом. Архітектура даної системи дозволяє забезпечити оперативний контроль збору даних про пасажиропотоки та проводити оперативний аналіз із візуалізацією інформації. Для цих цілей були розроблені шаблони оперативних та аналітичних звітів з можливістю динамічної візуалізації результатів у вигляді графіків та таблиць. Використання аналітичних інструментів забезпечує інформаційну підтримку прийняття зважених управлінських рішень у сфері тарифної політики міського транспорту. Видимий недолік цієї системи – відсутність у ній модуля обліку поїздок пільгових категорій громадян.

В іншій роботі [2] основною метою якої є розробка системи прогнозування моніторингу міського транспорту.

Запропонована в роботі архітектура пропонує адаптивні та масштабовані послуги інтеграції даних для збирання та обробки динамічних даних, забезпечуючи швидкий час відгуку, а також пропонуючи моделі інтелектуального аналізу даних та машинного навчання для прогнозування у реальному часі у поєднанні з передовими методами візуалізації. Однак, як і в попередній роботі, основну увагу приділено управлінню транспортом, а не обліку проїзду пасажирів різних категорій, у тому числі пільгових.

У статті «Development of the logistics system of urban public passenger Transport» [3] було порушено важливе питання про компенсацію поточних витрат перевізників міського транспорту з боку муніципальної влади, проте не було конкретизовано, що компенсація витрат відбувається саме за перевезення пільгових категорій громадян із попереднім урахуванням кількості їх поїздок.

У роботі [4] представлено концепцію мультимедійного автоматизованого комплексу призначеного для моніторингу та керування громадським транспортом. Ця концепція передбачає врахування поїздок громадян, систему передплатеного проїзду, надання пільгового проїзду. Як електронний квиток запропоновано використовувати безконтактну смарт карту. Мультимедійний комплекс, концепція якого описана у роботі, побудований за модульним принципом, що дозволяє змінювати його конфігурацію, залежно від функціональних вимог. Серед деяких недоліків даної концепції можна відзначити недостатню увагу приділену системі зберігання одержуваної системою даних про проїзди та можливостей подальшої аналітики, що ґрунтується на їх обробці. Як буде показано надалі найкращим рішенням для

зберігання отриманої інформації є використання технології Data Warehouse, яка отримала широке розповсюдження в області транспортних технологій.

У роботі [5] авторами запропоновано модель обробки скарг пасажирів автобусної мережі одного з міст Тайваню, засновану на технології BIG Data. Ця технологія цілком відповідає сучасному підходу зберігання даних. Warehouse, враховуючи великий обсяг пасажиропотоку, що робить застосування саме Data Warehouse найбільш виправданим.

У роботі [6] проводяться результати аналізу пасажиропотоку в Гуанчжоу із застосуванням технології BIG Data та на основі технології хмарних обчислень. Дані отримані в результаті застосування смарт-карток як проїзних квитків, причому розглядаються всі категорії пасажирів, включаючи пільгові.

З проаналізованих джерел стає цілком очевидно, що база даних проїздів у міському громадському транспорті, що проектується, повинна бути побудована за технологією Data Warehouse і враховувати як проїзд звичайних пасажирів так і пасажирів, які мають право на пільговий проїзд, мати модульну структуру та можливість модифікації для відображення змін у законодавстві та структурі міського транспорту.

У статті [7] було описано модель побудови автоматизованої системи оплати проїзду у міському пасажирському транспорті (рис. 1).

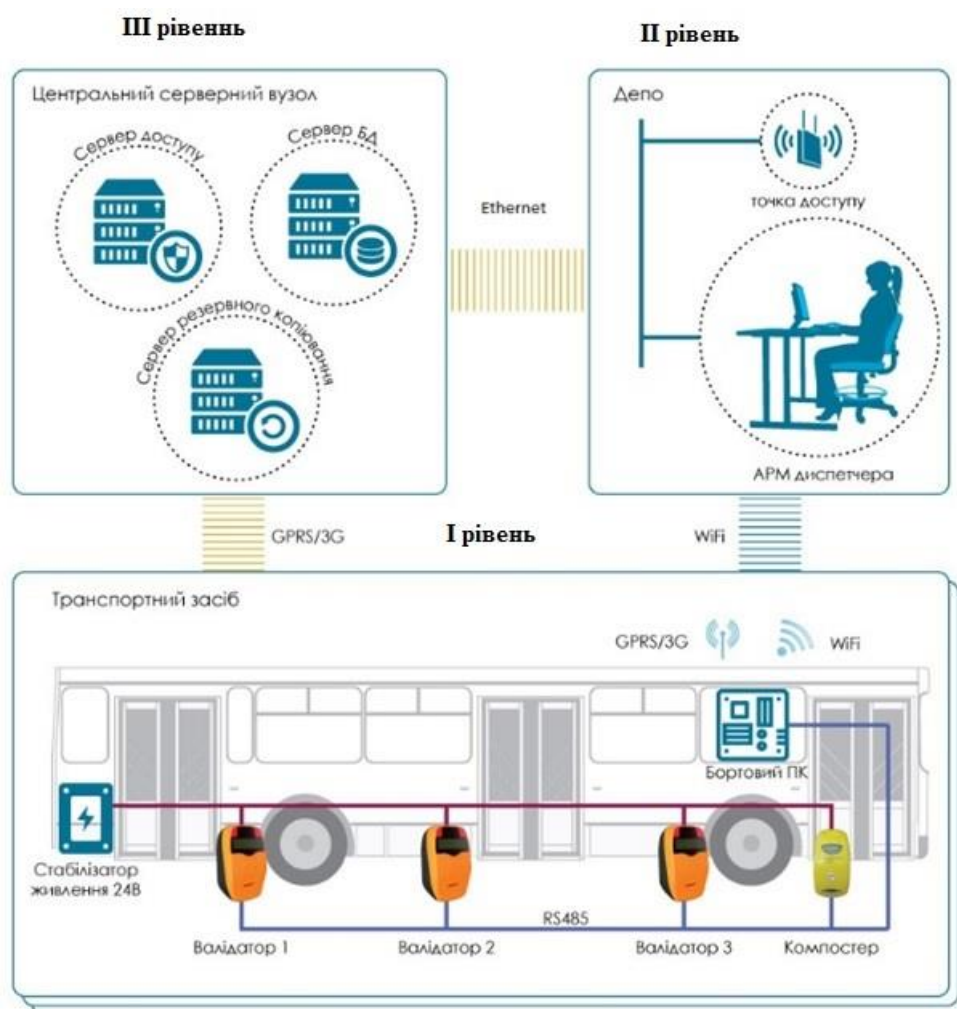


Рис. 1. Архітектура системи обліку та склад її компонентів.

Найвищим третім рівнем ієрархії даної моделі є рівень центрального серверного вузла, що відповідає за збирання та зберігання даних, що надходять з нижніх рівнів ієрархії таких як транспортний засіб та оператор у депо перевізника і, як наслідок, забезпечує взаємодію між об'єктами системи.

Як видно з малюнка сховище даних (далі СД), що проектується, планується розмістити на спеціальному сервері взаємодіяти з яким користувачі будуть за допомогою сервера доступу.

### **Визначення предметної галузі сховища даних, що проектується**

Предметна область сховища даних проїздів у громадському транспорті зосереджена на зберіганні інформації про проїзди та пов'язані з ними дані в системі громадського транспорту. Це дозволяє відстежувати та керувати проїздами пасажирів, їх оплатою, маршрутами, розкладом та іншими пов'язаними аспектами. Виходячи зі специфіки національного громадського транспорту у великих містах України, основними елементами, які можуть бути включені до такого сховища даних, є:

1. Пасажири: Інформація про пасажирів, включаючи унікальні ідентифікатори, контактні дані та можливу іншу персональну інформацію. Це допомагає відстежувати, скільки проїздів робить кожен пасажир.

2. Проїзні квитки: Дані про різні типи квитків та проїзних, їх ціни, терміни дії та умови використання.

3. Тарифи: Інформація щодо різних тарифних планів, включаючи одноразові поїздки, абонементи, знижки для певних категорій пасажирів тощо.

4. Оплата проїзду: Дані про оплату проїзду, включаючи способи оплати, транзакції, історію платежів та підтвердження оплати.

5. Маршрути та розклад: Інформація про різні маршрути громадського транспорту, точки зупинок, графік руху, терміни та інтервали руху маршрутами.

6. Проїзний контроль: Дані про контроль проїзду, перевірки квитків та інші механізми забезпечення оплати проїзду.

7. Системи оплати: Дані про системи оплати проїзду, такі як квиткові автомати, безконтактні картки, мобільні програми тощо.

8. Аналітика та статистика: Збір та аналіз даних для оцінки використання громадського транспорту, прогнозування пасажиропотоку та оптимізації маршрутів та розкладу.

Тобто проектоване СД повинна містити відомості про всі проведені транзакції; пільгових категоріях громадян територіальної громади; персональні дані громадян, які мають право на пільговий проїзд; дані про валідаторів – пристрої, які забезпечують списання коштів; інформацію про транспортні маршрути міського транспорту тощо.

### **Визначення основних вимог до СД**

На цьому етапі визначимо цілі та вимоги до нашого СД. Це включає виявлення сутностей, атрибутів, зв'язків між сутностями і вимог до продуктивності.

Виходячи з аналізу предметної області як сутності проектованого СД виступатимуть такі:

- журнал активації/блокування карток пасажирів;
- електронний квиток;
- проїзна картка пасажирів;

- індивідуальні дані пасажирів;
- валідатор;
- журнал введення/зняття валідаторів;
- тип транспорту;
- маршрут;
- журнал введення/зняття маршрутів;
- журнал грошових операцій по карткам;
- журнал встановлення/зняття пільг пасажиром;
- інформація про пільги;
- журнал введення/призупинення пільг;
- додаткова інформація щодо пільг.

ER-діаграма взаємодії сутностей (зв'язку з-поміж них) проектованої бази даних представлена на рис. 2.

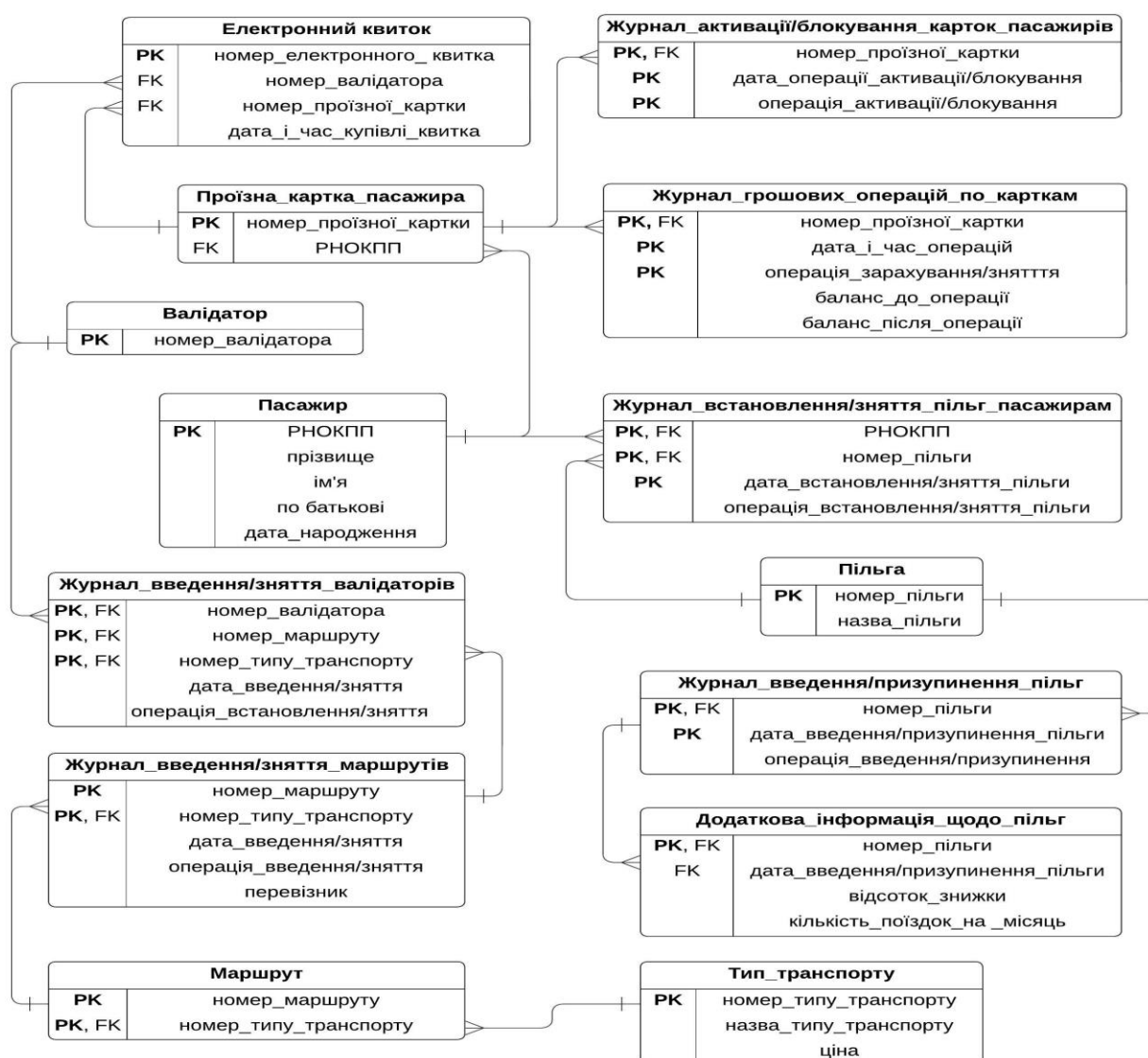


Рис. 2. Діаграма зв'язку та взаємодії основних сутностей СД

Метою використання СД є створення таких видів звітів необхідні ефективного управління фінансовими і транспортними потоками у системі міського громадського транспорту [8, 9]:

1. Загальні звіти (кількісні).

1.1. загальна кількість перевезених пасажирів у заданий час міським транспортом в цілому;

1.2. загальна кількість перевезених пасажирів у заданий період різними перевізниками (трамвайними або тролейбусними депо, лініями метрополітену, власниками автобусного парку);

1.3. загальна кількість перевезених пасажирів у заданий період часу за категоріями (мається на увазі пасажирів, які мають право на пільговий проїзд та пасажирів, які оплачують повну вартість проїзду);

1.4. загальна кількість перевезених пасажирів у заданий час міським транспортом за обраними маршрутами.

2. Загальні звіти (фінансові).

2.1. загальна сума грошових коштів за перевезення пасажирів у заданий період міським транспортом загалом відповідно до діючих тарифів;

2.2. загальна сума грошових коштів за перевезення пасажирів у заданий період різними перевізниками (трамвайними або тролейбусними депо, лініями метрополітену, власниками автобусного парку);

2.3. загальна сума коштів за перевезення пасажирів у заданий період часу за категоріями;

2.4. загальна сума коштів за перевезення пасажирів у визначений період міським транспортом за обраними маршрутами.

3. Звіти щодо пільгових категорій громадян (персоніфіковані).

3.1. Персоніфіковані звіти щодо кількості проїздів за вибраний період часу за вибраними перевізниками;

3.2. Персоніфіковані звіти щодо загальної отриманої суми коштів за вибраний період часу за вибраними перевізниками.

Перша група звітів служить для отримання інформації про пасажиропотоки на різних маршрутах, їх завантаженості протягом доби і, як наслідок, вироблення рекомендацій щодо оптимального використання транспортних засобів.

Друга група звітів має оптимізувати фінансові потоки у суб'єктів господарської діяльності, які надають транспортні послуги населенню. Наприклад щодо визначення найбільш прибуткових маршрутів руху транспорту.

І, нарешті, третя група звітів – це звіти, що надають інформацію щодо пільгових категорій громадян, які дозволяють прогнозувати та планувати розмір бюджетних компенсацій перевізникам за перевезення пільгових категорій громадян.

Вимоги до безпеки проектованої БД.

Оскільки БД міститиме персональні дані [6] мешканців, які мають право на пільговий проїзд (ПІБ, РНОКПП), крім стандартних вимог щодо забезпечення безпеки до неї пред'являються специфічні вимоги основними з яких є розміщення на внутрішньому сервері компанії інвестора проекту та доступ до роботи з базою даних спеціально підготовленого авторизованого персоналу компанії інвестора та відповідних комунальних підприємств.



## Висновки

Результатом представленої дослідницької роботи є визначення та аналіз предметної області проєктованого сховища даних поїздок у міському громадському транспорті, яка полягає в тому, що проєктоване СД повинне містити відомості про всі проведені транзакції; пільгових категоріях громадян територіальної громади; персональні дані громадян, які мають право на пільговий проїзд; дані про валідаторів – пристрої, які забезпечують списання коштів; інформацію про транспортні маршрути міського транспорту. Іншим результатом проведених дослідження є визначення основних сутностей СД, їх атрибутів та схеми їх взаємодії. Також запропоновано специфічні вимоги щодо забезпечення безпеки зберігання даних виходячи зі специфіки використання СД, що проєктується.

## Список літератури

1. Morozov, R. Prototype of Urban Transport Passenger Accounting System [Text] / R. Morozov // Transportation Research Procedia Volume 68, 2023, Pages 468-474. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.063>.
2. Nauman, A. K. Scalable System for Smart Urban Transport Management [Text] / A. K. Nauman, J. C. Nebel, S. Khaddaj // Journal of Advanced Transportation/ 2020 Article ID 8894705 <https://doi.org/10.1155/2020/8894705>.
3. Ulitskaya, I Development of the logistics system of urban public passenger transport [Text] / I. Ulitskaya, J. Vasilyeva, E. Telushkina // Transportation Research Procedia / Volume 63, 2022, Pages 2857-2865. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.332>.
4. Gusev, A. V. Public Transportation Automated Fare [Text] / A. V. Gusev, V. V. Sergeev // Collection Systems Design. Indian Journal of Science and Technology / Year: 2016, Volume: 9, Issue: 47, Pages: 1-7 DOI : 10.17485/ijst/2016/v9i47/103209.
5. Weng-Kun, L. Optimizing Bus Passenger Complaint Service through Big Data Analysis: Systematized Analysis for Improved Public Sector Management [Text] / L. Weng-Kun, Y. Chia-Chun // MDPI / Volume 8 Issue 12. <https://doi.org/10.3390/su8121319>.
6. Ma, Y. Analysis of Bus Line Passenger Flow Based on Big Data A Case Study of Guangzhou Bus Line [Text] / Y. Ma, W. Yin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering <https://doi.org/10.1088/1757-899X/790/1/012098>.
7. Захаренко, В. О. Модель побудови автоматизованої системи оплати проїзду та обліку пасажирів у міському громадському транспорті [Текст] / В. О. Захаренко // авіаційно-космічна техніка та технологія. - 2022. - No 4 (180). - С. 106-111. DOI: <https://doi.org/10.32620/aktt.2022.4.11>
8. Chen, P. The Entity-Relationship Model – Unified View of Data [Текст] / P. Chen, P. Shan // Cambridge: Massachusetts Institute of Technology / ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, March 1976, Pages 9-36.
9. Постніков, В. С. Сучасні проблеми та перспективи розвитку системи міського транспорту [Текст] / В. С. Постніков // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: Про . В. Яроцук голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2018. – Том 28. – № 2. – С. 64-70. – ISSN 1993-0259.

## Reference

1. Morozov, R. Prototype of Urban Transport Passenger Accounting System [Text] / R. Morozov // Transportation Research Procedia Volume 68, 2023, Pages 468-474. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.063>
2. Nauman, A. K. Scalable System for Smart Urban Transport Management [Text] / A. K. Nauman, J. C. Nebel, S. Khaddaj // Journal of Advanced Transportation/ 2020 Article ID 8894705 <https://doi.org/10.1155/2020/8894705>
3. Ulitskaya, I Development of the logistics system of urban public passenger transport [Text] / I. Ulitskaya, J. Vasilyeva, E. Telushkina // Transportation Research Procedia / Volume 63, 2022, Pages 2857-2865. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.332>
4. Gusev, A. V. Public Transportation Automated Fare [Text] / A. V. Gusev, V. V. Sergeev // Collection Systems Design. Indian Journal of Science and Technology / Year: 2016, Volume: 9, Issue: 47, Pages: 1-7 DOI : 10.17485/ijst/2016/v9i47/103209
5. Weng-Kun, L. Optimizing Bus Passenger Complaint Service through Big Data Analysis: Systematized Analysis for Improved Public Sector Management [Text] / L. Weng-Kun, Y. Chia-Chun // MDPI / Volume 8 Issue 12. <https://doi.org/10.3390/su8121319>
6. Ma, Y. Analysis of Bus Line Passenger Flow Based on Big Data A Case Study of Guangzhou Bus Line [Text] / Y. Ma, W, Yin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering <https://doi.org/10.1088/1757-899X/790/1/012098>Zakharenko, V.O. A model of building an automated system of fare payment and passenger registration in urban public transport [Text] / V. O. Zakharenko // aviation and space technology and technology. – 2022. – No. 4(180). - pp. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.32620/akt.2022.4.11>
7. Marchenko A.V. Organization of databases and knowledge. Electronic course. – Sumy: Sumy State University. URL: <https://ocw.sumdu.edu.ua/content/811> (access date: 01.06.2023).
8. Chen, P. The Entity-Relationship Model – Unified View of Data [Текст] / P. Chen, P. Shan // Cambridge: Massachusetts Institute of Technology / ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, March 1976, Pages 9-36.
9. Postnikov, V. C. Modern problems and prospects for the development of the urban transport system [Text] / V. S. Postnikov // Economic analysis: coll. sciences papers / Ternopil National University of Economics; editor: About. V. \_ Yaroschuk (chief editor) and others. – Ternopil: Publishing and Printing Center of the Ternopil National University of Economics "Economic Thought", 2018. - Volume 28. - No. 2. – P. 64-70. - ISSN 1993-0259.

Надійшла до редакції 19.04.2022, розглянута на редколегії 19.04.2022

## **Designing a database of trips of public transport users with elements of Data Warehouse technology**

The use of databases to record travel in city transport is a widespread and effective practice. Databases allow you to organize the storage, management and processing of information about passenger journeys, timetables, tariffs and other related data.

The main methods of using databases to record journeys in urban transport include, for example, storing information about journeys when the database can contain information about each journey of a passenger, including time, date, place of boarding and disembarking, route number and other details. This allows you to track and analyze travel data to improve planning and optimization of transport services. The next example of using databases is managing timetables and routes, since the database can contain information about public transport timetables, routes and stops. This allows you to automate the processes of planning and updating timetables, as well as providing passengers with up-to-date information about available routes and the time of arrival of transport. Databases in transport systems can also be used to record fares, that is, to record passenger payments and manage various tariff zones or payment systems, such as electronic tickets or contactless cards. Information about passenger payments can be recorded and processed in the database for subsequent analysis and reporting, which allows analysis of data on travel, payment, passenger traffic and other parameters to identify trends, resource planning and management decisions. You can create reports and dashboards that provide information about route congestion, the popularity of certain stops, and other useful metrics. Ultimately, the database can be integrated with other traffic management systems, such as traffic flow monitoring systems, traffic light control systems, or passenger information systems. This allows you to create a complex solution that optimizes traffic and improves the experience of passengers.

The use of databases to record travel in city transport contributes to a more efficient organization and management of transport services, and also allows analyzing data to improve the public transport system as a whole.

The purpose of this research is to formulate the requirements and determine the shape of the data base of the fare payment system in urban transport, which would take into account the fares of all categories of citizens and would allow receiving complete and timely information for managing traffic flows, tariffs and effective spending of budget funds directed to compensation for the fares of privileged categories of citizens.

**Key words:** automated fare payment system, urban transport, preferential category of citizens, subject area, essence, data warehouse.

#### **Відомості про авторів:**

**Захаренко Володимир Олександрович** – доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, ел. пошта: [v.zakharenko@khai.edu](mailto:v.zakharenko@khai.edu), ORCID 0009-0003-1713-4558.

**Туркін Ігор Борисович** – професор, доктор техн. наук, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, ел. пошта: [i.turkin@khai.edu](mailto:i.turkin@khai.edu), ORCID 0000-0002-3986-4186.

**Шевченко Ілона Володимирівна** – доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, ел. пошта: [ilona.shevchenko@gmail.com](mailto:ilona.shevchenko@gmail.com), ORCID 0000-0003-0100-0726.

**About the Autors:**

**Zakharenko Volodymyr Oleksandrovych** - associate professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software Engineering of the National Aerospace University named after M. E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, e-mail mail: [v.zakharenko@khai.edu](mailto:v.zakharenko@khai.edu), ORCID 0009-0003-1713-4558.

**Ihor Borisovych Turkin** - professor, doctor of technology sciences, head of the software engineering department of the National Aerospace University named after M. E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, e-mail mail: [i.turkin@khai.edu](mailto:i.turkin@khai.edu), ORCID 0000-0002-3986-4186.

**Ilna Volodymyrivna Shevchenko** - associate professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software Engineering of the National Aerospace University named after M. E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, e-mail mail: [ilona.shevchenko@gmail.com](mailto:ilona.shevchenko@gmail.com), ORCID 0000-0003-0100-0726.