

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Рогальський Роман Богданович** - старший викладач, Національний університет «Львівська політехніка», кафедра транспортних технологій; тел.: +38 (032) 258-26-59, e-mail: [roboro@ukr.net](mailto:roboro@ukr.net).

**Рогальский Роман Богданович** - старший преподаватель, Национальный университет «Львовская политехника», кафедра транспортных технологий; тел.: +38 (032) 258-26-59, e-mail: [roboro@ukr.net](mailto:roboro@ukr.net).

**Rogalskiy Roman** - senior lecturer, Lviv Polytechnic National University, department of transport technology; tel.: +38 (032) 258-26-59, e-mail: [roboro@ukr.net](mailto:roboro@ukr.net).

УДК 004.353.001.14:656.132.4.025.2

**Ю. О. БОЙКО**

**ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ ПАСАЖИРІВ НА МІСЬКИХ МАРШУТАХ**

Проаналізовано та досліджено весь перелік сучасних засобів підрахунку пасажирів, їх основні недоліки, переваги та похибки при підрахунку. Вибрано і запропоновано для впровадження найбільш оптимальну автоматизовану систему відеоспостереження для обліку пасажирів на базі IP-камер при здійсненні міських перевезень на маршрутах міста Кременчука. Отримано практичну доцільність і високу точність підрахунку майже 95 % для впровадження на автотранспортному підприємстві.

**Ключові слова:** пасажиропотік, пасажиробіг, клікери, валідатор, інфрачервоне випромінювання, IP-камери, впровадження.

**Вступ.** Обстеження пасажиропотоків є одним з найбільш трудомістких заходів при розробці нових і вдосконаленні існуючих маршрутних схем міст та регіонів. Застосування «ручних» методів вивчення пасажиропотоків, з ряду об'єктивних причин не дозволяє отримати якісний результат. Для організації ефективного транспортного обслуговування пасажирів, необхідно систематично одержувати інформацію про пасажиропотоки. Залежно від переважних цілей одержання інформації обстеження пасажиропотоків ділиться на два класи. До першого – відноситься обстеження, спрямовані на виявлення транспортних потреб населення. До другого – обстеження пов'язані з удосконалюванням діючої системи транспортного обслуговування.

Обстеження транспортних потреб дають відомості про закономірності формування попиту на пасажирські перевезення і подають інформацію про рівень задоволення попиту населення на поїздки при існуючій системі транспортного обслуговування. Ці обстеження відповідно до цільового призначення діляться на: обстеження пересувань, поїздок, пасажиропотоків і наповнень рухомого складу. Основними недоліками є: неможливість залучення для обстежень великої кількості обліковців; значні витрати на оплату праці обліковців та осіб, які здійснюють оцифровку отриманих даних. Саме тому доцільно розглянути можливості використання сучасних технічних засобів, що дозволяють спростити процедури обстежень пасажирських потоків.

Найпоширенішими методами обстеження пасажиропотоків є: звітно-статистичний, табличний, лічильно-табличний, анкетний, талонний, окомірний і методи автоматизованого обстеження пасажиропотоків.

Метою роботи є впровадження автоматизованих систем відеоспостереження для обліку пасажирів на базі IP-камер при здійсненні міських перевезень на маршрутах м. Кременчука.

**Методика експериментів.** На конкретному підприємстві було проведено впровадження системи відеоспостереження для обліку пасажирів на базі IP-камер, принцип дії яких заснований на розпізнаванні і фіксації образів. До розпізнавання образів

належить: (розпізнавання фігури людини (за формою і кольором одягу), системи розпізнавання обличчя людини і системи вертикального розпізнавання профілю людини. За результатами експериментів отримано широкий спектр можливостей: розрахунку тарифів і редагування розкладу руху автобусів, розрахунку кількості пасажирів, які вийшли або зайшли на зупинках маршрутів в режимі онлайн і т. д.

**Обговорення результатів дослідження.** В даний час в ринку інформаційних технологій пропонуються близько 20 різних систем обліку пасажирських потоків вітчизняного і зарубіжного виробництва. За принципом дії їх поділяють на контактні та безконтактні.

Розглянемо деякі найбільш розповсюджені із запропонованих на ринку, засоби обліку пасажирських потоків та їх функціональні можливості.

1. Ручні лічильники (клікери) бувають з механічним приводом і електронні. Їх принцип дії заснований на фіксації чисел шляхом натискання пальцем на клавішу лічильника (діапазон показань від 1 до 9999) [1, 2]. За кордоном клікери поширені при обліку кількості перевезених пасажирів. При роботі обліковець має в кожній руці по одному засобу. Одним клікером він враховує пасажирів, які заходять а іншим – що виходять. Цей метод доцільно використовувати для обліку кількості пасажирів, які проїхали за 1 рейс або протягом дня роботи транспорту. Можливо також враховувати, кількість пасажирів, що входять і виходять постановочно, однак у цьому випадку реєстрацію результатів слід здійснювати на заздалегідь підготовлених бланках обліку. В останньому випадку клікери використовуються як елемент табличного методу підрахунку числа пасажирів, зниження психологічного навантаження обліковця і зменшення впливу особливостей його пам'яті на результати обстежень (можливе залучення в якості обліковців людей з низьким рівнем). Похибка результатів обстежень залежить, в основному, від людського фактора і може становити 3–30 %.
2. Контактний датчик типу «Сходінка» був роз-

© Ю. О. Бойко. 2015

роблений і відомий транспортникам близько 40 років тому. В даний час його виробляють в Україні [2]. Переважне поширення ці датчики отримали на автобусах ПАЗ, «Богдан», «Газель» і т. п.

Принцип обліку пасажирів, заснований на замиканні контактів пластини, яку під гумовим настилом на першій ступені автобуса. Датчик може підключатися як локальної бортової системи, так і використовуватися в комплекті з бортовим терміналом GPS/GLONASS моніторингу.

Датчик «Сходінка» призначається для підрахунку пасажирів, які входять або виходять в один ряд, при цьому датчик повинен розташовуватися так, щоб пасажир не мав можливості на ньому стояти. Тобто він застосовується на автобусах з вузькими дверима і короткими сходами, що характерно для автобусів приміського та міжміського сполучення, а також троллейбусів старого зразка. Облік пасажирів можливий при розташуванні двох датчиків на сходах при наявності програмного забезпечення, яке дозволяє ідентифікувати послідовність замикання контактів на обох датчиках. Для виключення помилкових спрацьовувань аналіз натискань проводиться тільки при відкритих дверях. Похибка пристрою розробники визначають виходячи з особливостей добового завантаження транспортного засобу. Похибка обліку пасажиропотоку залежно від умов установки становить до 7 %, при односторонньому русі пасажирів у відповідні двері: тільки на вхід або тільки на вихід.

3. Датчики-вимірювачі маси забезпечують отримання інформації про наявність пасажирів або повною масою транспортного засобу (тара та пасажирів). Датчик визначення наявності пасажирів призначений для використання, наприклад, у легкових таксі. В деяких випадках рекомендується його застосування на маршрутних транспортних засобах. В деяких випадках рекомендується його застосування на маршрутних транспортних засобах. Датчик встановлюється під обшивкою сидіння. Принцип його дії заснований на замиканні контактів, коли пасажир знаходиться на сидінні. Датчик може підключатися як до локальної бортової системи, так і використовуватися в комплекті з бортовим терміналом GPS/GLONASS моніторингу [3]. Розглянуті датчики доцільно застосовувати тільки на транспортних засобах, в яких перевезення пасажирів здійснюється сидячи. До таких маршрутних транспортних засобам відносяться тільки автобуси особливо малої пасажиромісткості. Практично похибка таких датчиків не більше 30 %. Причини високої похибки полягають у наступному. В автобусах особливо малої пасажиромісткості пасажирів часто перевозяться не тільки сидячи, але стоячи; при передачі водієві грошей за проїзд деякі пасажирів підводяться або йдуть до водія; у разі наявності вільних місць у салоні деякі пасажирів кладуть ручну поклажу на сидіння; деякі пасажирів сідають на сидіння і встають з нього не в зоні зупиночного пункту, на якому вони здійснили посадку або виходять (затримки відбуваються через необхідність оплати проїзду, труднощі проходу до місця для сидіння, завчасній «підготовці» до виходу з автобуса тощо).

Датчик для визначення загальної маси транспортного засобу (такі датчики часто іменують ваговими,

що не цілком точно) звичайно заснований на використанні тензометричного методу та дозволяє визначати число пасажирів в салоні транспортного засобу розрахунковим способом.

Принцип його роботи полягає у фіксуванні загальної ваги транспортного засобу. Перед початком роботи здійснюється тарування приладу без наявності пасажирів в салоні автобуса (визначається маса порожнього транспортного засобу). Середня розрахункова маса тіла одного пасажирів приймається 70 кг. На основі цих даних і свідчень від датчиків розраховується кількість пасажирів у салоні. Датчиками забезпечують підвіску кожного з коліс транспортного засобу. Підключаються вони як до локальних, так і до мережних рахунковим пристроїв [4, 5].

Масового поширення на пасажирському автомобільному транспорті ці датчики не отримали. Оскільки пасажиропотік вони визначають за непрямыми показниками, похибка досягає від 20 % до 50 %, при цьому визначити величину вхідних і виходять пасажирів вони не в змозі.

4. Валідатор – пристрій для контролю та обліку проїзних документів, виконаних на електронних носіях. На пасажирському транспорті в даний час поширені різні системи з використанням магнітних карт і RFID-технологій [6]. Останні відносяться до безконтактних засобів оплати проїзду, але працюють на малих відстанях (до 50 мм), для зчитування та запису інформації на проїзному документі. Тому подібні магнітні та електронні проїзні документи та апаратуру для їх обробки ми умовно віднесли до контактних технічних засобів.

Число пасажирів визначається шляхом підрахунку кількості активацій їх проїзних документів. Контроль проїзного документа здійснюється з використанням стаціонарного або переносного пристрою, що зчитує – валідатора [6-8].

Ручні валідатори накопичують отриману інформацію у власному блоку пам'яті, стаціонарні, як правило, підключаються через мережеві шлюзи GPRS від внутрішніх терміналів до основного сервера системи. Така технологія прийнята з урахуванням відсутності тарифних зон на міських маршрутах, що не вимагає повторної перевірки проїзного документа при виході пасажирів транспортного засобу. Крім того, такі термінали повинні використовуватися на всіх транспортних засобах міста при єдиній системі оплати проїзду.

5. Безконтактні датчики засновані на використанні методів визначення наявності пасажирів, які не потребують безпосереднього контакту з тілом людини. Сигналом наявності пасажирів служить переривання або відображення різного роду променів, що спрямовуються на місце передбачуваного наявності людини. Інфрачервоні датчики зустрічаються різних типів: променевої, пасивний, активний двопроменевої, активний багатопроменевої, 3D. Принцип роботи заснований на підрахунку переривань потоку інфрачервоного випромінювання при перетині променя пасажиром, що входить у транспортний засіб або виходять з нього (проводиться облік проходять пасажирів). Підрахунок пасажирів і запам'ятовування даних ведеться по інтервалах часу. При цьому в пам'ять лічильника записується сумарна кількість пасажирів за

встановлений інтервал із зазначенням дати та часу. [9, 10]. Похибка обліку вхідних і вихідних пасажирів за рейс не більше 10 %.

6. Активний двопробієвий датчик встановлюється в дверному отворі транспортного засобу на стелі в зоні механізму відкривання дверей. Інфрачервоні датчики активного типу працюють за принципом реєстрації відбитого променя. Кожен датчик включає в себе дві пари випромінювачів-приймачів для забезпечення двопробієвого підрахунку. Два промені, спрямовані на першу та другу сходинку дверного тамбура, дозволяють визначати напрям руху пасажирів виходячи з послідовності перетину променів [1, 6, 7].

Особливістю двопробієвих інфрачервоних датчиків є можливість обліку вхідних і вихідних пасажирів. Ці датчики встановлюються по одному на кожну одинарні двері та по два на подвійні двері. Двопробієві датчики вітчизняного виробництва використовують коротку довжину хвилі (близько 0,5 м), що обґрунтовує похибка до 5 %, при цьому похибка обліку виходять пасажирів в 1,5-2 рази більше, ніж входять пасажирів.

7. 3D (стерео) датчик заснований на технології активного інфрачервоного випромінювання в тривимірному форматі (тепловізор), що дозволяє найбільш точно ідентифікувати навіть пасажирів з наступним розпізнаванням інформації [10]. До переваг датчика слід віднести його високу точність роботи – похибка не більше 3-5 % (за умов належного налаштування), а до недоліків – значно велику ціну. Після проведеного аналізу автоматизованих систем обліку пасажирів, було прийняте рішення про впровадження системи відеоспостереження для обліку пасажирів на маршрутах міста Кременчука, яка має незначну похибку у 5 % і точність даних майже 95 % – це система, яка основана на розпізнаванні образів під час виходу-входу пасажирів за допомогою IP-камер, що встановлюються зверху над дверми автобуса. Розпізнавання образів – це горизонтальні системи розпізнавання фігури людини (за формою і кольором одягу), системи розпізнавання обличчя людини і системи вертикального розпізнавання профілю людини.

Система має високу швидкість передачі даних через 3G-інтернет, забезпечує повний моніторинг об-

становки у автобусі і може бути підключена і до диспетчерського пульта підприємства, де в режимі онлайн можна проводити оперативні дії. Системи відеоспостереження для обліку пасажирів складається із такого обладнання, яке показано на рис. 1.

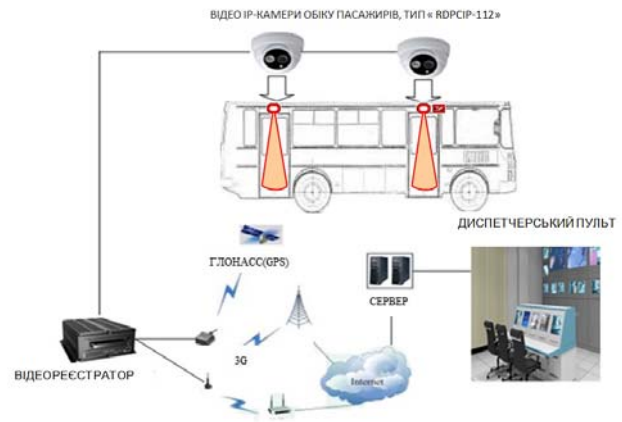


Рис. 1 – Структура система відеоспостереження для обліку пасажирів

1) цифровий відеореєстратор на 8 каналів, із вбудованою пам'яттю на 320 Гб. Він підключений до бортової системи енергозабезпечення в 24 В. Для коректної роботи система використовує постійне живлення від акумулятора авто генератора при включеній системі запалення. Відеореєстратор через 3G модем в режимі онлайн передає інформацію на диспетчерський пульт;

2) відео IP-камери обліку пасажирів підключені на пряму до відео реєстратора. Для підключення живлення використовується двожильний провід, для підключення відеосигналу коаксіальний кабель. Щоб збільшити точність підрахунку, відео IP-камери активуються лише при відкритті дверей. Після закриття дверей відео IP-камери деактивуються, що дозволяє уникнути помилкових спрацьовувань. Після закінчення зупинки відеореєстратор опитує відео IP-камери і зберігає інформацію на жорсткому диску. Принцип роботи IP-камер показано на рис. 2, а, б.

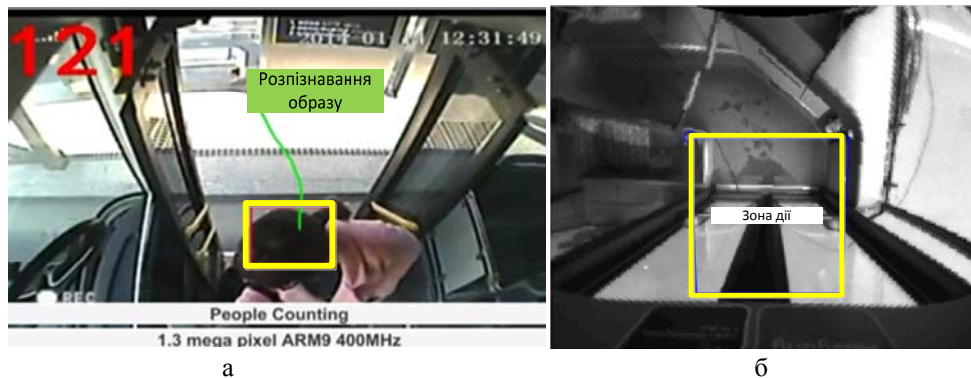


Рис. 2 – Принцип дії системи відеоспостереження для обліку пасажирів: а – розпізнавання образів.; б – зона дії

Основні можливості системи відеоспостереження для обліку пасажирів: моніторинг рухомого складу

в режимі онлайн; розрахунок тарифів і редагування розкладу руху; розрахунок кількості пасажирів, які

вийшли або зайшли на зупинках маршруту в режимі онлайн і офлайн.

Середня тривалість впровадження системи на маршрут до 1 місяця. Після впровадження даної системи точність розрахунків пасажиропотоку збільшується на 20 %.

**Висновки.** Проведений аналіз показав, що в даний час різними виробниками пропонуються різні прилади для моніторингу пасажирських потоків. Практична доцільність застосування тих чи інших систем залежить від фінансових можливостей суб'єкта моніторингу, числа транспортних засобів та їх конструкції, потреби в деталізації результатів моніторингу (за зупинку, рейс, добу тощо) та їх необхідної точності. Найбільш оптимальними виявились системи відеоспостереження для обліку пасажирів на базі IP-камер, які забезпечують високу достовірність даних, не вимагають оцифровки і навіть обробки. Застосовуються для проведення обстежень пасажирських потоків на транспортних засобах малої, середньої та великої місткості, забезпечують відносно високу достовірність результатів дослідження (похибка до 5 %, в пікові періоди – до 8 %), високий ступінь деталізації результатів, надходження інформації в режимі поточного часу. В даний час програмне забезпечення знаходиться в

завершальній стадії апробації і має позитивні результати проведених випробувань.

**Список літератури:** 1. *Спирин, И. В.* Современные информационные технологии обследования пассажиропотоков на городских и пригородных маршрутах / *И. В. Спирин* // Научный вестник автомобильного транспорта. – М. : Изд-во «Май», 2013. – № 2. – С. 41-47. 2. Режим доступа: <http://autotuninggroup.ru/category/datchiki-nalichija-passazhira/>. 3. Режим доступа: <http://www.soyuzinform.ru/equipment/validator/>. 4. Режим доступа: [http://www.kbret.ru/index.php?option=com\\_sobi2&catid=11&Itemid](http://www.kbret.ru/index.php?option=com_sobi2&catid=11&Itemid). 5. Режим доступа: <http://avtograf-rostov.ru/catalog>. 6. Режим доступа: <http://www.transnavi.ru/projects/asmpp/about/podrl.php>. 7. Режим доступа: <http://www.shtrih-m.ru>. 8. Режим доступа: <http://www.asv-shop.ru/>. 9. Режим доступа: <http://www.videoreg.ru/predpr.shtml>. 10. Режим доступа: <http://www.videotrans.ru/>.

**Bibliography (transliterated):** 1. 1. *Spirin, I. V.* (2013). Sovremennyye informatsionnyye tehnologii obsledovaniya passazhiropotokov na gorodskih i prigorodnyih marshrutah. Nauchnyy vestnik avtomobilnogo transporta. Moscow: Izd-vo «May», 2, 41-47. 2. Available at: <http://autotuninggroup.ru/category/datchiki-nalichija-passazhira/>. 3. Available at: <http://www.soyuzinform.ru/equipment/validator/>. 4. Available at: [http://www.kbret.ru/index.php?option=com\\_sobi2&catid=11&Itemid](http://www.kbret.ru/index.php?option=com_sobi2&catid=11&Itemid). 5. Available at: <http://avtograf-rostov.ru/catalog>. 6. Available at: <http://www.transnavi.ru/projects/asmpp/about/podrl.php>. 7. Available at: <http://www.shtrih-m.ru>. 8. Available at: <http://www.asv-shop.ru/>. 9. Available at: <http://www.videoreg.ru/predpr.shtml>. 10. Available at: <http://www.videotrans.ru/>.

Надійшла (received) 27.05.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Бойко Юрій Олександрович** – доцент, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, кафедра Транспортних технологій; тел.: 096-728-92-76; e-mail: [bojko.ura@mail.ru](mailto:bojko.ura@mail.ru).

**Бойко Юрий Александрович** – доцент, Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского, кафедра Транспортных технологий; тел.: 096-728-92-76; e-mail: [bojko.ura@mail.ru](mailto:bojko.ura@mail.ru).

**Bojko Yuriy** – associate, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, scientific Transport technology, tel.: 096-728-92-76; e-mail: [bojko.ura@mail.ru](mailto:bojko.ura@mail.ru).

УДК 681-2-5

**О. В. ПОЛЯРУС, О. А. КОВАЛЬ, А. О. КОВАЛЬ**

### ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ШУМІВ ТА ONLINE ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Методи шумів та online діагностики пропонуються використовувати для оцінки метрологічних характеристик датчиків при бездемонтажному контролі на техногенно небезпечних об'єктах. Експрес-аналіз цих характеристик з урахуванням їх змінювання з часом ґрунтується на єдиній для всіх об'єктів базі знань опорних динамічних характеристик по кожному типу датчика, яка періодично поповнюється.

**Ключові слова:** метод шумів, online діагностика, модель датчика, експертна база знань, метрологічне забезпечення.

**Вступ.** В процесі експлуатації вимірювальних систем на техногенно-небезпечних об'єктах важливо знати плинні метрологічні характеристики датчиків тиску та температури, які використовуються в системах технічної діагностики і автоматичного управління технологічними процесами. Одним із перспективних напрямів постійного бездемонтажного контролю елементів об'єктових вимірювальних систем є online діагностика. Основою online діагностики є постійний збір вимірювальної інформації, її метрологічний аналіз та прийняття рішень щодо змісту метрологічного забезпечення експлуатації об'єктових вимірювальних систем з врахуванням їх фактичного стану. Експрес-аналіз плинних метрологічних характеристик датчиків вимірювальних систем ґрунтується на єдиній для

всіх техногенно небезпечних об'єктів базі знань опорних динамічних характеристик по кожному типу датчика. Експертна база знань поповнюється та оновлюється як за рахунок метрологічних випробувань датчиків і математичного моделювання їх динамічних характеристик, так і за результатами online контролю метрологічних характеристик датчиків. Такий підхід дозволяє враховувати "старіння" датчиків в процесі їх експлуатації. Від повноти наповнення та достовірності змісту єдиної експертної бази знань залежить ефективність прийнятих рішень на метрологічне забезпечення об'єктових вимірювальних систем. Тому для забезпечення мінімуму ризику при прийнятті таких рішень з врахуванням фактичного стану об'єктових вимірювальних систем і їх елементів необхідно мати як

© Полярус О. В., Коваль О. А., Коваль А. О. 2015