

повысить универсальность проектирования информационных систем класса MES.

**Ключевые слова:** информационная система, процессный подход, модель функционирования, функциональный подход, классификация систем.

*Шендрих Віра Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютерних наук, Сумський державний університет, Україна, e-mail: ve-shen@opm.sumdu.edu.ua.*

*Бойко Андрій Олександрович, аспірант, кафедра комп'ютерних наук, Сумський державний університет, Україна, e-mail: andrii.a.boiko@gmail.com.*

*Бондар Олександр Вячеславович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютерних наук, Сумський державний університет, Україна, e-mail: oleksandr.v.bondar@gmail.com.*

*Шендрих Вера Викторовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютерных наук, Сумский государственный университет, Украина.*

*Бойко Андрей Александрович, аспирант, кафедра компьютерных наук, Сумский государственный университет, Украина.*

*Бондар Александр Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютерных наук, Сумский государственный университет, Украина.*

*Shendryk Vira, Sumy State University, Ukraine, e-mail: ve-shen@opm.sumdu.edu.ua.*

*Boiko Andrii, Sumy State University, Ukraine, e-mail: andrii.a.boiko@gmail.com.*

*Bondar Oleksandr, Sumy State University, Ukraine, e-mail: oleksandr.v.bondar@gmail.com.*

УДК 656.13.035.2 : 004.422.8

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47905

Бойко Ю. О.

## ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОПЛАТИ ПРОЇЗДУ ІЗ МОБІЛЬНИМ МОДУЛЕМ NFC НА ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

*Автоматизована система електронного контролю оплати проїзду (АСКОП) або «Електронний проїзний квиток» є сучасним програмно-технічним інструментом для збільшення рентабельності пасажирських перевезень і ефективним способом поліпшення організації транспортного обслуговування населення. Вона заснована на безконтактному мобільному модулі NFC (Near Field Communication), який використовується для автоматизованого обліку і контролю проїзду пасажирів на громадському пасажирському транспорті.*

**Ключові слова:** АСКОП, мобільний модуль NFC, валідація, валідатор, смарт-карти.

### 1. Вступ

Найголовнішим критерієм ефективної роботи пасажирського транспорту має бути безпека та комфорт пасажирів, а також менші затрати часу на переїзд з одного місця до іншого. Таким чином, розвиток і модернізація пасажирського транспорту є факторами, які стимулюють соціально-економічний розвиток країни та зміцнюють його територіальну цілісність. Не дивлячись на передові позиції вітчизняної науки практичні питання організації перевезень пасажирським транспортом, як правило, відстають від сучасних вимог. Причинами цього виступають об'єктивні та суб'єктивні обставини. До них відносяться недостатня увага в минулому до проблем технічного переоснащення транспорту [1].

У наш час пасажирський автотранспорт у багатьох випадках не може ефективно виконувати свою найважливішу функцію — якісно обслуговувати населення. Тому дослідження проблеми організації функціонування пасажирського транспорту шляхом застосування нових технологій, які вже використовуються у зарубіжних країнах є своєчасним та актуальним.

### 2. Аналіз літературних джерел і постановка проблематики

Одним з найважливіших структурних елементів сучасного міста, без якого неможливе його нормаль-

не існування, є маршрутна система. Функціонування міського пасажирського транспорту в таких містах в більшості визначає зручність життя міського населення. Серед широкого кола питань, які зумовлені розвитком і функціонуванням міст, транспортні задачі займають достатньо важливе місце. Якісне виконання міським пасажирським транспортом своєї задачі є необхідною умовою для відтворення робочої сили, впливає на ріст продуктивності праці, сприяє росту культурного рівня населення. Поряд з традиційними факторами, які зумовлюють і характеризують розвиток транспорту в містах, такі як ріст чисельності міського населення і потреб в пасажирських перевезеннях, збільшення міської території та вимоги постійного збільшення швидкості сполучення і комфортності поїздки, останнім часом нові важливі обставини.

Рівень розвитку міжміського та приміського пасажирського транспорту має, на думку багатьох авторів, які займаються питаннями ефективності його організації, одночасно економічне та соціальне значення в їхній єдності та взаємозв'язку [1, 2].

Існуюча система оплати проїзду в пасажирському транспорті м. Кременчука на сьогодні морально застаріла. Система має жорстко заданий алгоритм роботи і має ряд істотних недоліків, а саме [1–3]:

— неможливість точного обліку транспортних послуг, що надаються пільговим категоріям пасажирів;

- неможливість реалізації гнучкої тарифної політики — відсутні автоматизовані пристрої перевірки квитків;
- великі експлуатаційні витрати — на організацію збору оплати за проїзд та реалізацію контролю;
- слабкий захист від підробок;
- неможливість отримання детальних статистичних даних про пасажиропотоки для формування оптимального графіку руху, маршрутів тощо;
- незручність для пасажирів — використання різних видів проїзних квитків у різних перевізників.

В усьому світі вирішують проблеми підвищення ефективності експлуатації суспільного транспорту та зменшення розміру дотацій з бюджету цієї галузі.

В світі напрацьовано декілька шляхів вирішення цих проблем:

- зменшення накладних витрат та підвищення ефективності за рахунок передачі транспортних компаній, які займаються перевезеннями пасажирів, в приватні руки [2, 3];
- впровадження сучасних автоматизованих систем оплати проїзду та збору коштів за проїзд [3, 4];
- впровадження сучасних інформаційних систем моніторингу пасажирських потоків, транспортних маршрутів та інше з метою прийняття зважених рішень по задоволенню потреб населення в транспортних послугах [4].

### 3. Об'єкт, мета і завдання дослідження

*Об'єкт дослідження* — автоматизована система електронного контролю оплати проїзду.

*Метою роботи* є впровадження автоматизованої системи контролю оплати проїзду із мобільним модулем NFC при здійсненні міських перевезень на маршрутах м. Кременчука.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати принцип роботи і основні переваги впровадження автоматизованої системи контролю оплати проїзду на конкретному транспортному підприємстві у м. Кременчук.
2. Виявити переваги від впровадження автоматизованої системи контролю оплати проїзду для пасажирів.

### 4. Методика експериментів дослідження автоматизованої системи електронного контролю оплати проїзду із мобільним модулем NFC

На конкретному АТП було проведено процес впровадження автоматизованої системи електронного контролю оплати проїзду. Її принцип дії заснований на безконтактному мобільному модулі NFC, який забезпечує роботу всіх учасників транспортного процесу через електронні носії і надає в сукупності з іншими електронними системами (глобального позиціонування, систем складання розкладу, систем безпеки) більший ефект, сучасний вигляд і зовсім інший підхід до організації роботи.

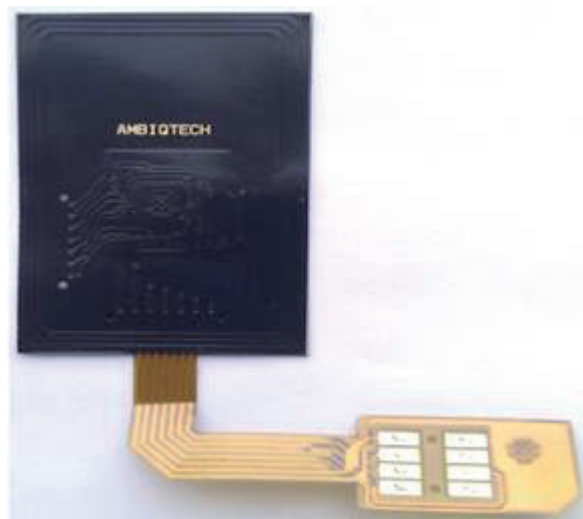
За результатами експериментів отримано переваги, які полягають у зборі обсягів даних за проїзду, дають можливість аналізу і оптимізації роботи транспорту, враховуючи потреби міста, пасажирів і пасажиропотоків.

## 5. Результати дослідження використання модуля NFC для оплати проїзду

Автоматизована система електронного контролю оплати проїзду на базі безконтактного мобільного модуля NFC — це бездротовий зв'язок, який дозволяє на високій частоті 13,56 МГц обмінюватися даними між пристроями, що знаходяться на невеликій відстані (не більше чотирьох сантиметрів). Ця технологія була розроблена компаніями Philips і Sony, які розпочали розробку нового стандарту радіозв'язку, який отримав назву Near Field Communication (NFC). Зовнішній вигляд модуля NFC показано на рис. 1, а, б.



а



б

Рис. 1. Стікер модуля NFC: а — модуль NFC; б — смарт-карта

NFC-модуль вбудовується в телефон і не вимагає заміни SIM-карти [4]. Конструктивно модуль виконаний в еластичному корпусі товщиною в кілька міліметрів і розміром 2 на 3 сантиметри. На периметрі модуля розташована антена, а від корпусу йде гнучкий шлейф з контактною площадкою у формі SIM-карти. Товщина корпусу і контактних елементів дозволяють легко помістити модуль всередину телефону безпосередньо під кришку корпусу. SIM-карта поєднується з контактною площадкою модуля, що має багаторазову клейову основу,

і поміщається на контактні площадки SIM в телефоні. Все це закривається кришкою телефону.

У модулі є мікропроцесор, який забезпечує надійне зберігання сервісних додатків, криптографічний захист і підтримує такі основні канали зв'язку:

1. NFC для безконтактних транзакцій.
2. Інформаційний потік з TSM (Trusted Service Manager) через мережу мобільного оператора.
3. Обмін даними з користувачем через інтерфейс користувача — мобільний додаток телефону.
4. Сервісні додатки — програмні модулі (платіжні, транспортні, карт лояльності та інші) зберігаються в елементі безпеки, захищені ключами від несанкціонованого доступу.

Користувач через меню мобільного телефону вибирає необхідне число поїздок і натискаємо «сплатити». Відразу після цього модуль відправляє запит до TSM на покупку квитка, проходить списання грошових коштів і електронний квиток відправляє назад в модуль для оновлення інформації в транспортному додатку [4].

TSM — апаратно-програмний комплекс, який реалізує функції управління сервісними додатками користувачами послуг, управлінням програмним забезпеченням модуля і ключами шифрування і т. д. Обмін даними модуля і TSM реалізується через мобільний телефон і традиційні канали зв'язку SMS. З точки зору телефону робота модуля — це сервісна активність SIM-карти.

На сьогоднішній день технологія NFC все більше застосовується сумісно із мобільними телефонами, які обладнуються модулями NFC. До них відносяться телефони відомих виробників: Samsung, Benq, Nokia, LG, HTC. Вони дозволяють отримати доступ до переліку нових цифрових сервісів, таких як:

- оформлення квитків — інтерактивні засоби оплати в системах громадського транспорту;
- електронні платежі — альтернатива готівковим і пластиковим кредитних картках для придбання товарів і оплати послуг.

Ці технології на даний момент уже широко використовуються у таких країнах як: США, Японії, деяких країнах Європи: Німеччині, Великобританії, Італії, Франції, Іспанії і Росії.

Зараз проводяться численні випробування сервісів на основі технології мобільного NFC і в цілому, вони показали, що ця технологія у сфері громадського транспорту працює.

Мобільні NFC — сервіси вже впроваджені на комерційній основі в ряді країн, таких як Японія, Південна Корея, Франція, Туреччина і Південна Корея, де продано понад 10 мільйонів телефонів з NFC на основі SIM-карт. Використання SIM-карт операторів з технологією NFC в майбутньому дозволить включити у телефоні клієнта доступ до стільникової мережі, проїзними документами і фактично, всі «профілі» банківських карт, службових документів можуть бути завантажені на одну сім-карту. Так само планується в майбутньому надати абонентам можливість проведення транзакцій за новою технологією. Мобільні оператори та їх партнери повинні прагнути до того, щоб будь-який легальний транспортний оператор, міг використовувати NFC-додатки і UICC-карту для надання споживачу мобільних NFC-послуг.

UICC — універсальна карта з інтегральною схемою, відома під назвою SIM-карта, яка виступає в ролі захищеного елемента для зберігання конфіденційних даних [5].

Пасажира отримує доступ до мобільних NFC-сервісів, відкривши на своєму телефоні спеціальний транспортний додаток, які потім будуть взаємодіяти з відповідним міні-додатком UICC-карти.

Широке застосування мобільного NFC з використанням UICC-карти (рис. 2), забезпечить аутентифікацію, захищеність і портативність для безлічі різних телефонів.

Впровадження цієї технології складається із декілька етапів:

Перший етап — придбання і встановлення на рухомий склад бортового устаткування для тестування роботи на маршруті.

До бортового устаткування належать: валідатори, бортовий комп'ютер, обладнання глобального позиціонування GPS, інформаційний модуль, обладнання для підрахунку вхідних/вихідних пасажирів (рис. 3) [6, 7].

Бортовий комп'ютер — управляє всіма пристроями і надає інтерфейс взаємодії з водієм.

Валідатор — електронний або механічно-електронний пристрій, призначений для відображення та перевірки інформації документів проїзних квитків громадського транспорту, пропусків, записаних на безконтактні або контактні електронні носії для оперативного контролю за правомірністю проходу пасажира в салон автобуса. Він часто поєднаний з турнікетом.

Обладнання GPS призначено для визначення координат транспортного засобу та передачі даних із бортових пристроїв (валідатор, автоінформатор).

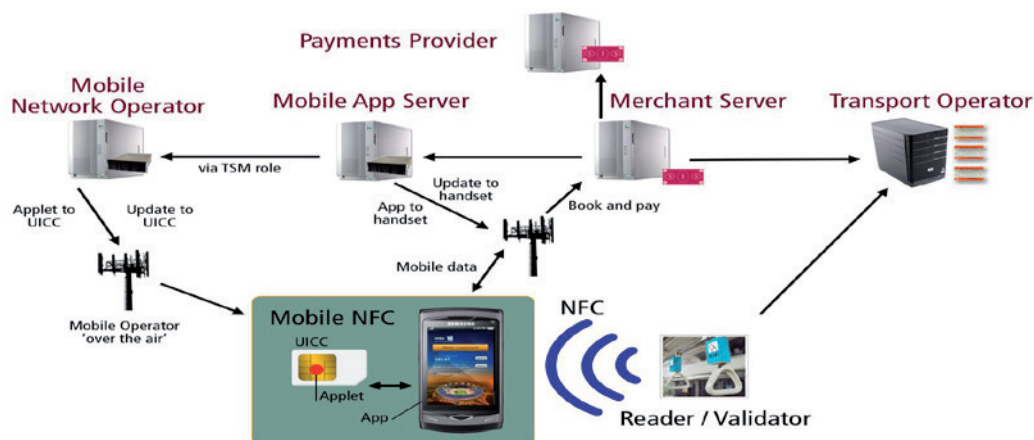
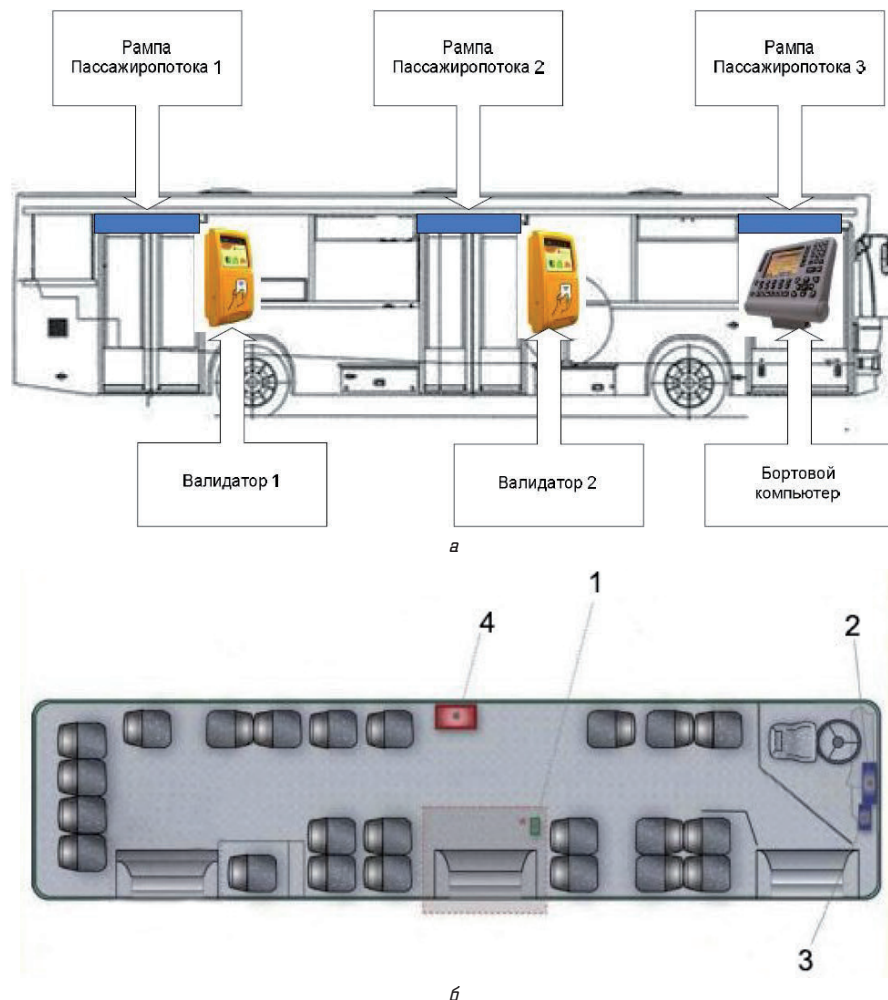


Рис. 2. Застосування мобільного NFC з використанням UICC-карти



**Рис. 3.** Розміщення бортового обладнання у автобусі: 1 — валідатор; 2 — бортовий комп'ютер; 3 — блок навігації; 4 — термінал поповнення коштів; а — зовнішній вигляд обладнання у автобусі; б — найменування обладнання у автобусі

Інформаційний модуль — пристрій, який за допомогою даних GPS інформує пасажирів звуком і світловим табло про обстановку на маршруті. Обладнання GPS, автоінформатор можуть бути частиною бортового комп'ютера або бути окремим автономним пристроєм [8].

Устаткування підрахунку вхідних/вихідних пасажирів — встановлюється у вхідних дверях транспортних засобів і проводить облік кількості пасажирів, які зайшли і вишли із рухомого складу і повідомляє про це бортовому комп'ютеру.

Оплата проїзду перевезення пасажирів у автобусі зможуть підтвердити свої квитки (або платіжні карти), просто приклавши телефон до безконтактного зчитувального пристрою, забезпечуючи більш швидку передачу і більш надійну валідацію, ніж паперові і магнітні квитки (рис. 4).

Основні переваги такої оплати є швидкість і зручність, тому що не потрібно проводити оплату готівкою, яка уповільнює посадку пасажирів і затримку транспортного засобу на зупинках. У наслідок впровадження електронної оплати проїзду АТП може скоротити витрати на зарплату кондукторам, так як сам водій може контролювати весь процес перевезення.

У разі не оплати пасажиром проїзду, датчик руху спрацьовує і передає сигнал від валідатора на бортовий

комп'ютер водія, який вживає відповідних заходів. За відсутності мобільного телефону можна скористатися безконтактною смарт-картою, яку можна придбати в спеціальних пунктах продажів.

Для пільгових категорій, пенсіонерів існують спеціальні смарт-карти, які не потрібно поповнювати і держава повинна відшкодувати вартість проїзду цих пасажирів.

Якщо на рахунок не достатню кількість коштів для оплати проїзду, його можна поповнити трьома способами:

- зняття коштів з мобільного рахунку;
- зняття коштів з банківського рахунку абонента (за допомогою встановленої програми на телефоні);
- поповнення через термінал.

Другий етап — налагодження продажу і валідації квитків через свої існуючі канали дистрибуції, щоб пасажирів могли придбати безконтактні смарт-карти та спеціальні SIM-карти для мобільних пристроїв, для безконтактного платежу через безконтактні термінали. Загальна схема загальноміської дистрибуції показано на рис. 5 [9, 10].

Використання NFC створює електронний запис поїздки і для пасажирів, і для провайдерів транспортних послуг. Цей запис дозволяє пасажирів переглядати, скільки витрачається за поїздки, перевіряти, які були поїздки і коли та, за необхідності, підтвердити роботодавцю або іншим особам, коли вони користувалися транспортом. Для забезпечення комфортності при перевезенні у разі відстеження перевантаження маршрутів, можна попередити пасажирів при перевантаженні маршруту, наприклад, відправивши текстові повідомлення пасажирів, які регулярно користуються цим маршрутом.



**Рис. 4.** Безпосередній процес оплати проїзду



Рис. 5. Загальна схема загальноміської дистрибуції

У цих попередженнях пасажиром може пропонуватися знижка. Знижка може бути реалізована автоматично, коли вони піднесуть свій телефон до NFC-терміналу при виході з автобуса. Пасажири, які користуються мобільним NFC, можуть легко переглядати, змінювати і відшкодовувати вартість квитків, бонусних балів, що зберігаються на їх телефонах.

## 6. Висновки

Проаналізувавши роботу автоматизованої системи контролю електронної оплати проїзду в громадському транспорті на конкретному транспортному підприємстві у м. Кременчук отримали наступні переваги:

- широкий спектр можливостей використання на транспортному підприємстві при перевезенні пасажирів;
- достовірний облік транспортної роботи (детальний облік пасажирів на окремих маршрутах та видах транспорту);
- облік перевезень пільгових категорій пасажирів по маршрутах та видах транспорту;
- підвищення прибутковості завдяки радикальному зменшенню готівки при сплаті за проїзд та надійному захисту від шахрайства водіїв та пасажирів;
- якісніше обслуговування пасажирів завдяки інформації, що надається системою (інформаційні табло в транспорті, на зупинках, пересадочних вузлах; по телефону, через Інтернет і в друкованому вигляді);
- підвищення загальної безпеки руху на вулицях міста за рахунок того, що водій може зосередитись на управлінні транспортним засобом;
- скорочення витрат на емісію і обіг проїзних квитків за рахунок довшого терміну служби безконтактних карток (до 8-ми років);
- можливість оперативного планування випуску рухомого складу на лінію.

Для пасажирів впровадження автоматизованої системи контролю оплати проїзду надасть наступні переваги, а саме:

- налагоджену систему транспортних перевезень пасажирів;
- комфорт та зручність в оплаті проїзду;
- соціально справедливі тарифи, міські субсидії можуть бути сфокусовані (ветерани, пенсіонери, школярі, години пік, службові квитки, вільний час);
- наявність різноманітних проїзних документів, які максимально задовольняють потреби пасажирів;
- можливість забезпечення системою знижок (стосується пасажирів всіх категорій);
- можливість використання одного проїзного квитка (однієї картки) на різних видах транспорту;
- можливість розширення сфери послуг, які надаються транспортними компаніями та іншими

операторами;

- підвищення якості обслуговування завдяки інформації, що надається системою (інформаційні табло в транспорті, на зупинках, пересадочних вузлах; по телефону, через Інтернет).

## Література

1. Спирин, И. В. Современные информационные технологии [Текст] / И. В. Спирин // Научный вестник автомобильного транспорта. — М.: Изд-во «Май», 2013. — № 2. — С. 41–47.
2. Буvero, А. Г. Пассажирские перевозки [Текст]: пособие / А. Г. Буvero, А. В. Флош. — М.: МАДИ, 2012. — 38 с.
3. Безруков, А. Ю. Система контроля оплаты проезда АСКОП [Текст]: пособие / А. Ю. Безруков. — М., 2013. — 23 с.
4. Громов, Д. Ю. Технология NFC и перспективы ее использования на транспорте [Текст]: пособие / Д. Ю. Громов. — К., 2013. — 67 с.
5. Компания «Т-Проджект» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://t-project.ru/applied-systems/electronic-payments/ticket-validators>. — 22.06.2015.
6. Автоматизированная система оплаты и контроля проезда в коммунальном пассажирском транспорте г. Минска [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.belcard.by/cgi-bin/view.pl?topicid=ca12ef93>
7. TAdviser Портал [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.tadviser.ru/index>. — 22.06.2015.
8. Автоматизированная система контроля оплаты проезда [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://smilink-kursk.ru/articlematerial19>
9. Новая система контроля оплаты проезда [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.lytkarino.info/news/785/>
10. Официальный сайт администрации Курской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://adm.rkursk.ru/index.php>

## ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА С МОБИЛЬНЫМ МОДУЛЕМ NFC НА ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

Автоматизированная система электронного контроля оплаты проезда (АСКОП) или «Электронный проездной билет»

являється сучасним програмно-технічним інструментом для збільшення рентабельності пасажирських перевезень і ефективним способом покращення організації транспортного обслуговування населення. Вона заснована на безконтактному модулі NFC (Near Field Communication), який використовується для автоматизованого обліку і контролю проїзду пасажирів на громадському пасажирському транспорті.

**Ключові слова:** АСКОП, мобільний модуль NFC, валідація, валідатор, смарт-карти.

*Бойко Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра транспортних технологій, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, Україна, e-mail: bojko.ura@mail.ru.*

*Бойко Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра транспортних технологій, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, Україна.*

*Bojko Yuriy, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine, e-mail: bojko.ura@mail.ru*

УДК 519.86:004.827

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47906

Егорова О. В.

## КОМПОЗИЦІЙНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ТОВАРІВ, ЯКІ ВТРАЧАЮТЬ ПРИРОДНІ ВЛАСТИВОСТІ

*У статті запропоновано композиційний метод спрямованої оптимізації, адаптований до розв'язання задачі формування запасів товарів, які втрачають природні властивості, з урахуванням комплексу факторів. Досліджено алгоритм його реалізації в повному просторі пошуку можливих розв'язків. Розглянуто аспекти програмної реалізації методу. Виконано експериментальну верифікацію. Наведено результати порівняльного аналізу.*

**Ключові слова:** оптимізація, моделювання, запаси, природний убуток, брак, інфляція, обмеження, штрафні функції.

### 1. Вступ

Достовірний розрахунок необхідного обсягу товарного запасу, його асортименту та якісного складу ускладнений невідповідністю діючих економічних механізмів і нормативів сучасній тривалості життєвого циклу товарів у сфері обліку їх природних втрат, нестабільністю ситуації на ринку та відсутністю вичерпної інформації при плануванні постачання. В такому випадку ефективне управління запасами можливе за умови моделювання процесів їх створення та вичерпання.

### 2. Аналітичний огляд літературних джерел та постановка проблеми

Проблеми управління запасами товарів, які втрачають природні властивості переважно вивчають зарубіжні науковці. Головна увага спрямовується на побудову моделей економічного обсягу замовлення товарів з відтермінуванням сплати вартості поставки [1, 2] та формалізації моделей замовлення товарів із застосуванням методу дисконтування грошових потоків [3, 4]. Дослідження способів задання параметрів попиту та оцінки природного зменшення запасів наведено в роботах [5, 6]. Оскільки, процеси поповнення та вичерпання запасів товарів, які здатні втрачати природні властивості, мають неперервний характер, для їх опису використовують диференціальні рівняння. Недолік розглянутих моделей полягає у тому, що в них не передбачено врахування результатів вхідного контролю якості продукції, який є обов'язковим етапом процесу постачання, наприклад, як у роботі [7].

Таким чином, у науковій літературі не знайшли свого відображення задачі оптимального замовлення товарів, які втрачають природні властивості, з урахуванням такого комплексу факторів як: відтермінування сплати вартості поставки, урахуванням невідповідності певної кількості приданих товарів стандартам якості, зміна вартості грошей у часі, інфляція внаслідок чого момент часу і обсяг замовлення товарів при прийнятті рішень залишаються невідомими.

### 3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — інформаційно-аналітичне забезпечення процесів прийняття рішень при формуванні запасів товарів, які здатні втрачати природні властивості.

Метою дослідження є підвищення ефективності процесів прийняття рішень при формуванні запасів товарів, що втрачають природні властивості, з урахуванням комплексу факторів, шляхом розробки моделей управління запасами і адаптації композиційного методу спрямованої оптимізації до їх розв'язання.

Для досягнення цієї мети в роботі поставлені та розв'язані такі задачі:

- виконати аналіз релевантних ідей та моделей підтримки прийняття рішень при формуванні запасів товарів;
- виконати параметричну ідентифікацію моделей формування запасів товарів, які втрачають природні властивості;
- адаптувати композиційний метод спрямованої оптимізації до розв'язання задачі формування