

УДК 004.41:658.788:504.03

Тузенко О. О., Хижняк А. Ю., Кулішова К. О.

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ МУНІЦИПАЛЬНОГО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

*Пасажирський транспорт є одним з основних елементів соціальної інфраструктури міста, що забезпечує потребу мешканців у міських, приміських і міжміських перевезеннях. Надійна і ефективна робота громадського транспорту для міста є найважливішим показником соціально-політичної та економічної стабільності. Проте динамічний розвиток вулично-дорожнього середовища актуалізує завдання екологічної стійкості громадського транспорту. Кожен транспортний потік створює навколо себе певний мікроклімат, який постійно розширюється, екологічна обстановка поблизу яких може несприятливо вплинути на здоров'я людини в зв'язку з наступними факторами: зашумленість; загазованість; підвищена температура. Найбільш актуальна ця проблема в місцях великих вузлових розв'язок громадського транспорту: перехрестя; центральні райони міста; місця великого скупчення людей. Деякі види громадського транспорту під час циклічного проходження за встановленим маршрутом створюють певну екосистему, яка згубно впливає на багато аспектів людського життя.*

*На теперішній час в містах однією з проблем забруднення навколишнього середовища є викиди продуктів згорання транспортних засобів. Оскільки контролювати викиди приватних транспортних засобів не представляється можливим, була зроблена спроба аналізу екологічної стійкості муніципального транспорту міста. Розроблене програмне забезпечення дозволяє відобразити екологічну картину міста. З його допомогою надаються статистичні дані екологічної стійкості по кожному маршруту і типу транспорту. Зроблено висновок, що впровадження програмного продукту дозволить привернути увагу до проблеми екологічної стійкості громадського транспорту, дозволить сформуванню найбільш раціональні, з екологічної точки зору, маршрути, підвищить якість вже існуючих транспортних систем шляхом впровадження більш сучасних і більш екологічних рішень, поліпшить загальну екологічну картину міста.*

**Ключові слова:** екологічна стійкість, програмне забезпечення, аналіз великих даних, база даних, одиниця транспорту, муніципальний міський транспорт.

**Постановка проблеми.** Пасажирський транспорт є одним з основних елементів соціальної інфраструктури міст, що забезпечують потрібність жителів у міських, приміських та міжміських перевезеннях. Надійна і ефективна робота громадського транспорту для міст є важливим показником соціально-політичної та економічної стабільності.

Однією з основних проблем міської громадської транспортної системи є сильна зношеність та недостатні темпи оновлення транспорту. Як слідство зношеності транспорту – зменшення рівня технічної надійності та безпеки пасажирського транспорту, зростання потоку сходів з ліній через технічну несправність, збільшується пагубний вплив на довкілля через викиди вихлопних газів. Крім того, у значній степені зростають затримки експлуатації та собівартість перевезень пасажирів. Не забезпечується не тільки мінімальний рівень комфорту, але й необхідні умови, що забезпечують безпеку при їх перевезеннях. З цієї ж причини виникають багаточисленні скарги, висловлюється невдоволення, зростає соціальна напруженість серед населення. В зв'язку з цим виникає необхідність розробки механізму відстеження стану екологічної стійкості транспортних систем з урахуванням базових основ її

функціональності та транзитно-орієнтованого потенціалу існуючої «архітектури» транспортних маршрутів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У енциклопедичній літературі поняття "стійкий транспорт (зелений транспорт)" [1] означає таку форму організації транспортної діяльності, яка дозволяє знизити рівень впливу транспортних процесів на стан довкілля, і в першу чергу вулично-дорожніх зон урбанізованих територій міст. Базові принципи потокової стійкості в транспортній системі широко визначаються як принципи Вардропа, які раніше були сформульовані Ф. Найтом [2] і А. Пігу [3]. Автори стверджують, що всі учасники руху, які рухаються з деякого вузла мережі до іншого, розподіляються по різних маршрутах таким чином, щоб питома (у розрахунку на одну транспортну одиницю) вартість поїздки була одна і та ж для всіх.

Дослідження наукових основ в області забезпечення стійкості транспортної системи в вулично-дорожньому середовищі дозволило згрупувати три базисні категорії.

Перша категорія фокусується на концептуальному і теоретичному визначенні, понятті стійкості просторових структур і об'єктів, що забезпечують її життєдіяльність та функціональність. Деякі вчені намагалися запропонувати механізми або моделі стійкого розвитку просторових утворень та їх складових систем. Наприклад, Naughton запропонував ряд моделей стійкого розвитку географічних площ та їх складових. Базовою моделлю в цій групі є модель забезпечення "справедливого балансу" [4]. Finco і Nijkamp запропонували топологічний підхід, заснований на трьох "характерних кутах", а саме виділення сильних і слабких позицій в стійкості досліджуваного територіального об'єднання [5].

Друга категорія включає дослідження механізмів, що забезпечують досягнення стійкості територій і об'єктів в їх структурі. Часто вони пов'язані з секторальним підходом у вигляді технічних аспектів (міське планування, розробка транспортної політики, енергоефективність у виробництві, програми розвитку поновлюваних джерел енергії і т.д.), екологічних або соціальних (Beatley, Satterthwaite) [6]. Аспекти можуть бути засновані на "досвіді моделювання імітації" (Саха) [7]. Наприклад, Beatley вивчає прогрес і політику 25 "найбільш інноваційних міст" в 11 європейських країнах. Romaya і Rakodi аналізували дослідження відокремлених рішень за географічними векторами "Південь" – "Північ" і т.п., передбачаючи при цьому "унікальність" територіальних структур в таких аспектах як: екологічні, соціальні, економічні та політичні [8]. Гіпотеза "стану стійкості" в інших наукових роботах зосереджена на принципах біорегіоналізму (Riddlestone) і кругового територіального метаболізму (Girardet), які вирішують проблему нестійкості траєкторії розвитку територій та її складових [9].

Третя категорія включає оцінку стійкості. Оцінку екологічної стійкості просторових утворень, країн, територій і громад проводили за індексом екологічної стійкості (EPI), який визначався для будь-якої країни за 76 показниками, що запропоновані Центром екологічної політики і права Єльського університету спільно з Колумбійським університетом і Всесвітнім економічним форумом. Пізніше був запропонований індекс екологічної ефективності. Порівняння проводилося за 16 показниками з шести категорій політики, об'єднаних в дві групи: зниження навантаження навколишнього середовища на здоров'я людини; забезпечення життєздатності екосистем і розумного використання природних ресурсів [10]. У роботах Satterthwaite [11] запропоновані і теоретично обґрунтовані 5 критеріїв оцінки екологічної стійкості, які охоплюють оцінку охорони здоров'я на місцевому рівні, критерії екологічної небезпеки, споживання природних ресурсів. Newman [12] запропонував оцінку стійкості на базі "набору 8 критеріїв".

Таким чином, певні категорії дозволили сформувати поняття екологічної стійкості вулично-дорожнього середовища як здатність задовольняти сучасні потреби людини в

транспортних послугах, не позбавляючи при цьому майбутні покоління можливості задовольняти їхні потреби в перевезеннях будь-яким видом транспорту.

Однак незважаючи на велику теоретичну базу, основною проблемою існуючих підходів оцінки екологічної стійкості транспортних систем є відсутність можливості вести повноцінну статистику пересування транспорту по маршрутах, неможливість виявлення реальних проблемних ділянок міста (з екологічної точки зору), неможливість подання розгорнутих даних по кожному з існуючих маршрутів іа типах транспорту. Існуючі підходи забезпечення екологічної стійкості транспортних систем не можуть задовольняти умови, які формують функціональність громадського транспорту з урахуванням існуючої динаміки пасажирських перевезень.

**Мета дослідження.** Метою роботи є створення бази фактичних даних з екологічної стійкості громадського транспорту міста Маріуполь та розробка програмного забезпечення, що дозволяє наочно відобразити реальну екологічну картину, що формується як громадським транспортом в цілому, так і окремими його видами та маршрутами. Також доцільним є аналіз транспортних потоків та виявлення проблемних, з екологічної точки зору, ділянок міста, формування статистичних даних за певний період.

**Основний матеріал дослідження.** Для вирішення задачі уніфікації, що одержуються з міських муніципальних служб даних та представляються в необробленому вигляді, був розроблений алгоритм їх послідовного зчитування та обробки.

Обробка отриманих даних дозволила розробити структуру бази даних, яка складається з наступних таблиць:

- таблиця з інформацією про всі транспортні маршрутах;
- таблиця з інформацією про зупинки муніципального транспорту;
- таблиця з інформацією про всі види транспорту і про маршрути, за яким вони пересуваються;
- таблиці з докладним логом пересування громадського транспорту.

Таблиця з інформацією про всі транспортні маршрутах містить такі обов'язкові для заповнення поля:

- інформація про транспорт, що курсує за маршрутом;
- напрямок маршруту;
- назва маршруту;
- номери зупинок, що належить маршруту;
- дні тижня за якими маршрут активний;
- статус маршруту, який вказує на його активність.

Інформація в таблиці перевіряється на актуальність раз на добу. У разі, якщо дані про будь-якому маршруті після перевірки виявляються застарілими, вони повинні автоматично оновлюватись.

Таблиця з інформацією про зупинки муніципального транспорту містить такі обов'язкові для заповнення поля:

- номер зупинки, за яким формується прив'язка до маршруту;
- назва зупинки;
- дані про місцезнаходження зупинки.

Таблиця з інформацією про всі види транспорту містить такі обов'язкові для заповнення поля:

- назва транспорту, яке вказує на закріплений за ним маршрут;
- вид транспорту;
- статус транспорту, який вказує на його активність.

Таблиці з докладним логом пересування громадського транспорту створюються кожен день і зберігають в собі інформацію про пересування громадського транспорту

протягом доби. При обробці вхідних даних, в базу даних необхідно вносити тільки унікальні значення. Таблиця містить такі обов'язкові для заповнення поля:

- вид транспорту;
- маршрут, за яким транспорт переміщається;
- дані про місцезнаходження;
- держномер транспорту;
- час занесення інформації в базу даних;
- статус транспорту.

Якщо хоча б одне з обов'язкових для заповнення полів в конкретному запису є порожнім, то такий запис ігнорується під час запису в базу даних.

Відповідно до вищенаведених вимог було розроблено програмне забезпечення для аналізу фактичних даних з екологічної стійкості міських муніципальних транспортних систем.

В якості основи прикладної програми була обрана концепція клієнт-серверного веб-додатку, що написано на скриптовій мові загального призначення PHP, що дозволяє створювати кросплатформні додатки. В якості СУБД була обрана MySQL. Діаграма розгортання представлена на рисунку 1.

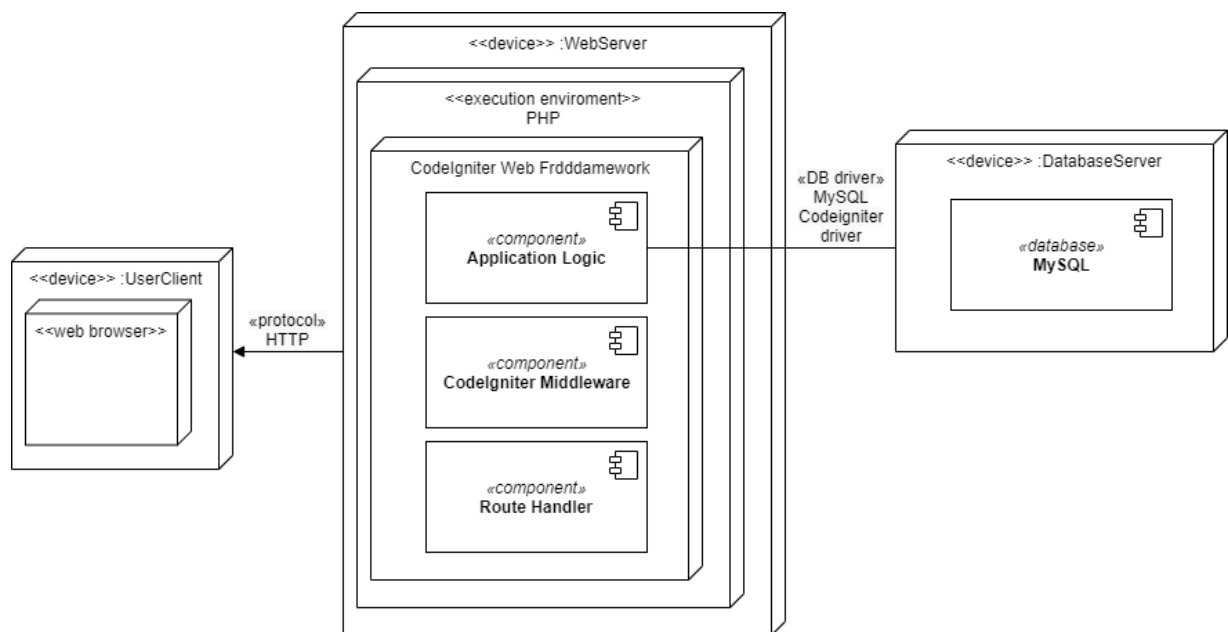


Рисунок 1 – Діаграма розгортання

Розроблене програмне забезпечення дозволяє:

- наочно оцінити екологічну картину, що формується громадським транспортом міста Маріуполь;
- отримувати статистичну інформацію щодо екологічної стійкості кожного типу транспорту та закріпленого за ним маршруту.

За допомогою розробленого програмного забезпечення було проведено дослідження розподілу потоків громадського транспорту. Шляхом спостереження за розподілом потоку на два паралельні напрями по проспекту Металургів і вулицею Карпінського було виявлено помірний рівень впливу на екологічну картину в даній області (рис. 2). Також поділ транспортного потоку по проспекту Нахімова і проспекту Будівельників (на південь від перехрестя з проспектом Миру) формує зони помірного впливу на екологію в даному районі (рис. 3).

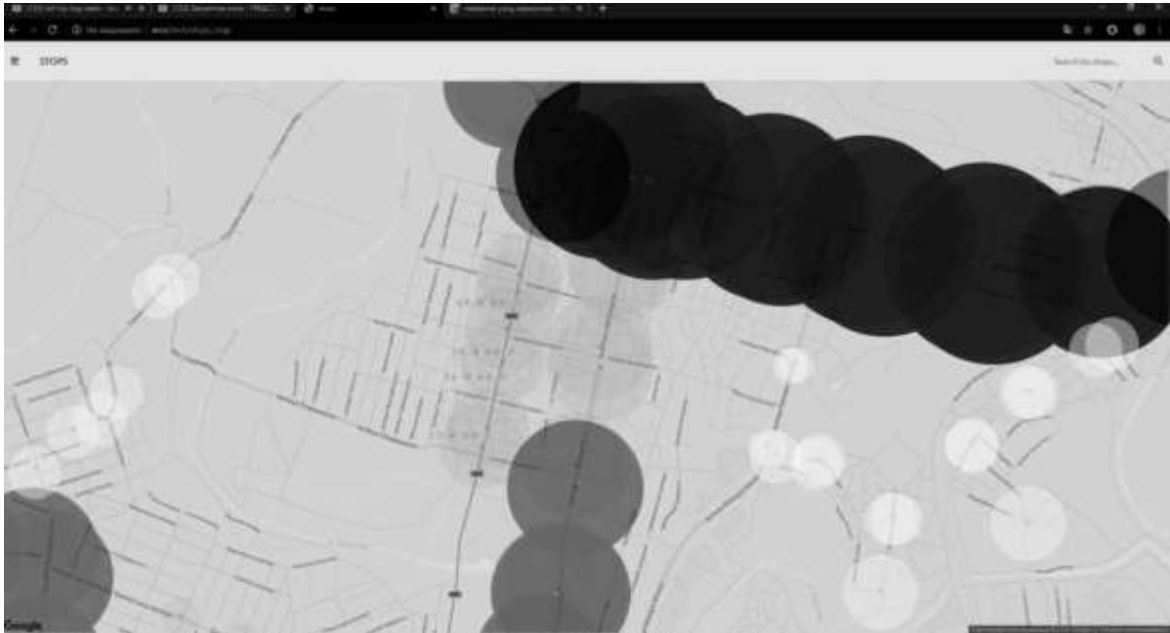


Рисунок 2 – Розподіл транспортного потоку між проспектом Металургів і вулицею Карпінського



Рисунок 3 – Розподіл транспортного потоку між проспектом Нахімова і проспектом Будівельників (на південь від перехрестя з проспектом Миру)

Так як проспект Металургів і проспект Будівельників (на північ від перехрестя з проспектом Миру) є одними з центральних вулиць міста, не мають паралельних вулиць з недостатньою пропускну здатністю навколо них сформована фіолетова зона максимальної екологічної забрудненості (рис. 4).

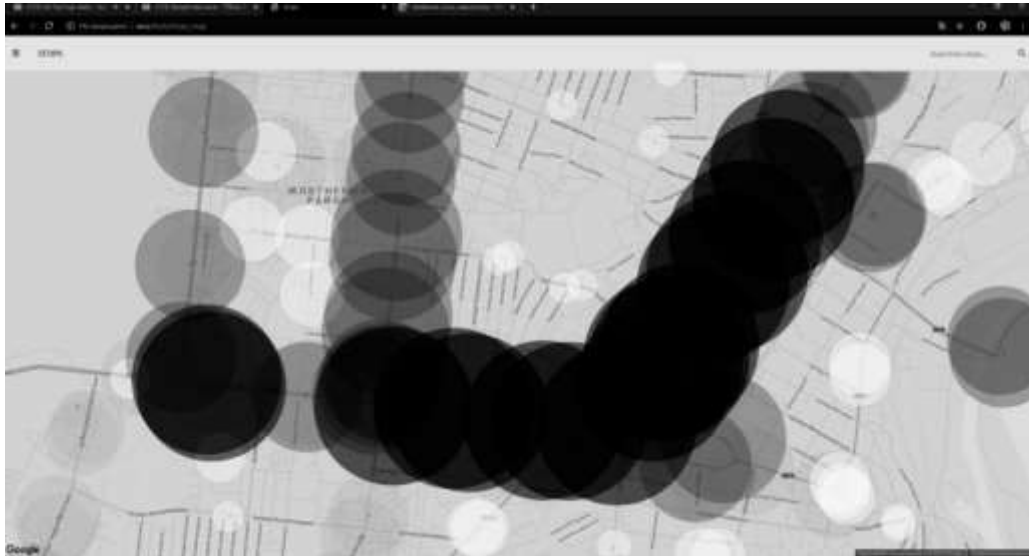


Рисунок 4 – Несприятлива екологічна картина на проспекті Металургів і проспекті Будівельників

Грунтуючись на відомостях, відображених на рис. 5, видно, що на території лівобережного району рух громадського транспорту розподілено не оптимально з екологічної точки зору. Проаналізувавши вищенаведені приклади розподілу транспортних потоків, можна зробити висновок, що перенаправлення частини маршрутів громадського транспорту з проспекту Перемоги на паралельні їй вулицю Азовстальская і вулицю Пашковського знизить екологічну забрудненість в даному районі.

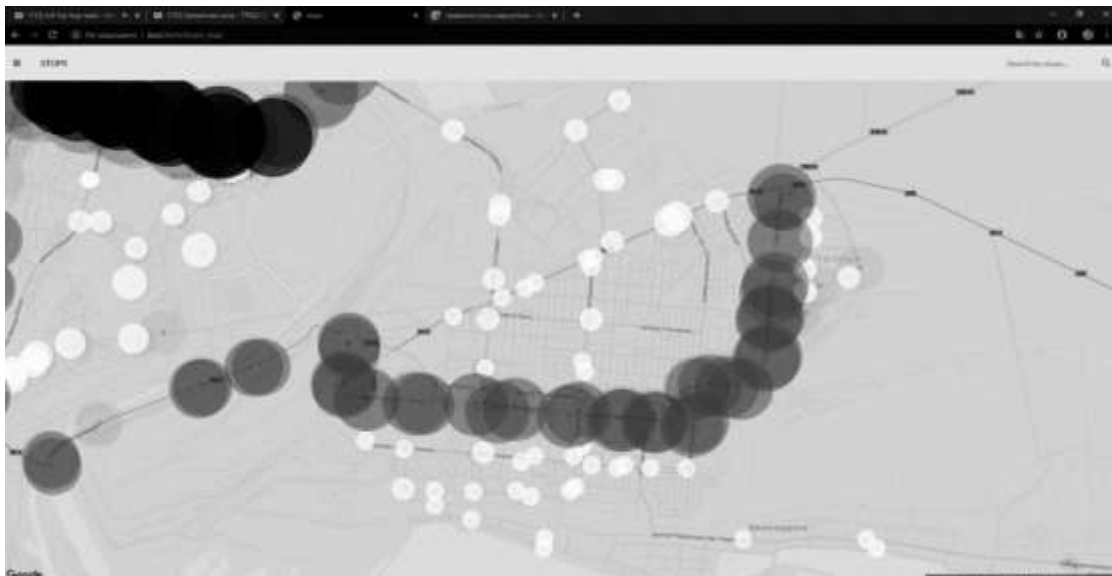


Рисунок 5 – Рух громадського транспорту на території Лівобережного району

За допомогою розробленого програмного забезпечення були виявлені найбільш забруднені ділянки міста та визначено маршрути, що згубно впливають на екологічну картину. Так з усіх типів громадського транспорту найбільш згубний вплив на екологічну картину міста надають маршрутні таксі. Вони викидають в атмосферу 83,6% від усіх вихлопних газів, що виділяє муніципальний транспорт. Також найбільш забрудненими

ділянками в місті є Центральний район, а саме зупинки «Центральний ринок», «проспект Металургів», «Будинок зв'язку», «АС-2». В ході автоматизованої обробки даних від міських муніципальних транспортних систем були виключені записи, які не містять обов'язкових даних для формування якісної статистики екологічної стійкості.

## ВИСНОВКИ

Розроблено програмне забезпечення для оцінки екологічної стійкості транспортних систем міста Маріуполь. З його допомогою виявлені види транспорту, які найбільше забруднюють довкілля, визначені маршрути, що формують несприятливу екологічну обстановку, представлена щоденна статистика екологічної стійкості. Встановлено необхідність оптимізації деяких маршрутів та модернізації певних типів транспортних засобів.

Розроблений програмний продукт дозволить привернути увагу до проблеми екологічної стійкості громадського транспорту, дозволить сформулювати найбільш раціональні, з екологічної точки зору, маршрути, підвищить якість вже існуючих транспортних систем шляхом впровадження більш сучасних і більш екологічних рішень, поліпшить загальну екологічну картину міста.

### *Список використаних джерел*

1. Джон, Г. У. Стаття в википедии / Г. У. Джон // Википедия. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Glen\\_Wardrop](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Glen_Wardrop).
2. Лямзін, А. О. Імплементация парадигмы ситілогістичних рішень ефективної транспортної мережі в умовах раціонального природокористування / А. О. Лямзін // НДР. – Маріуполь: ПДТУ. – 2014. – С. 237.
3. Dougherty, M. A review of neural networks applied to transport / M. Dougherty // *Transp. Res. C.* – 1995. – Volume 3, Issue 4.
4. Колмакова, В. М. Екосистемний фактор сталого розвитку просторових утворень / В. М. Колмакова. – Режим доступа: <http://ecos.kiev.ua/news/view/656>.
5. Steg, L. Sustainable transportation and quality of life/ L. Steg, R. Gifford // *Journal of Transport Geography.* – 2005. – Volume 13, Issue 1. – С. 59-69.
6. Шмутьян, Б. Л. Энтропийные методы моделирования городских систем / Б. Л. Шмутьян, И. К. Панина. – М.: ВНИИСИ. – 1980. – С. 72.
7. Лямзин, А. А. Оценка потенциала системы «Транзит» промышленных сити-зон / А. А. Лямзин, М. В. Хара // *Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту: Науковий журнал.* – 2013. – №4. – С. 32-43.
8. Robinson, D. Computer modelling for sustainable urban design - physical principles, methods and applications / D. Robinson // *Компьютерное моделирование экологически чистого городского строительства.* – Изд. Routledge. – 2011. – С. 278.
9. Bouaoun, L. Road crash fatality rates in France: A comparison of road user types, taking account of travel practices / L. Bouaoun, M. M. Haddak, E. Amoros // *Accid Anal Prev.* – 2015. – С. 217-225.
10. Трофименко, Ю. В. Современные направления исследования транспортных систем / Ю. В. Трофименко, М. Р. Якимов // *Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов.* – М: Изд. Логос. – 2013. – С. 44.
11. Урри Дж. Социология за пределами обществ. Виды мобильности для XXI столетия / Дж. Урри. – М.: Высшая школа экономики. – Изд. НИУ ВШЭ. – 2012. – С. 335.

12. *Погорецька, Н.М.* Оцінка екологічної стабільності територій хмельницької області / *Н.М. Погорецька* // Збірник наукових праць ПДАТУ. – 2013. – № 21. – С. 86-89.

**Тузенко О. А., Хижняк А. Ю., Кулишова Е. А.**

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**

*Пассажирский транспорт является одним из основных элементов социальной инфраструктуры города, обеспечивающий потребность жителей в городских, пригородных и междугородных перевозках. Надежная и эффективная работа общественного транспорта для города является важнейшим показателем социально-политической и экономической стабильности. Однако динамичное развитие улично-дорожного среды актуализирует задачу экологической устойчивости общественного транспорта. Каждый транспортный поток создает вокруг себя определенный микроклимат, который постоянно расширяется, экологическая обстановка вблизи и внутри которых может неблагоприятно повлиять на здоровье человека в связи со следующими факторами: шумность; загазованность; повышенная температура. Наиболее актуальна эта проблема в местах больших узловых развязок общественного транспорта: перекресток; центральные районы города места большого скопления людей. Некоторые виды общественного транспорта во время циклического прохождения по установленному маршруту создают определенную экосистему, которая пагубно влияет на многие аспекты человеческой жизни.*

*В настоящее время в городах одной из проблем загрязнения окружающей среды являются выбросы продуктов сгорания транспортных средств. Поскольку контролировать выбросы частных транспортных средств не представляется возможным, была предпринята попытка анализа экологической устойчивости муниципального транспорта города. Разработанное программное обеспечение позволяет отобразить экологическую картину города. С его помощью предоставляются статистические данные экологической устойчивости по каждому маршруту и типа транспорта. Сделан вывод, что внедрение программного продукта позволит привлечь внимание к проблеме экологической устойчивости общественного транспорта, позволит формировать наиболее рациональные, с экологической точки зрения, маршруты, повысит качество уже существующих транспортных систем путем внедрения более современных и более экологических решений, улучшит общую экологическую картину города.*

**Ключевые слова:** *экологическая устойчивость, программное обеспечение, анализ больших данных, база данных, единица транспорта, муниципальный городской транспорт.*

**Tuzenko O. A., Khizhniak A.Yu, Kulishova K. A.**

## **SOFTWARE DEVELOPMENT FOR DETERMINING THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF MUNICIPAL CITY TRANSPORT**

*Passenger transport is one of the main elements of the social infrastructure of the city, providing the residents' need for urban, suburban and intercity transportation. Reliable and efficient operation of public transport for the city is the most important indicator of socio-political and economic stability. However, the dynamic development of the road-road environment actualizes the environmental sustainability of public transport. Each traffic stream creates a certain microclimate around itself, which is constantly expanding, the ecological situation near and inside*



*of which can adversely affect human health due to the following factors: noise; gas contamination; fever. This problem is most relevant in places of large interchange of public transport: intersection; The central areas of the city are crowded places. Some types of public transport during cyclic passage along the established route create a certain ecosystem that adversely affects many aspects of human life.*

*Currently, in cities, one of the problems of environmental pollution is emissions of combustion products of vehicles. Most of these emissions are generated by public transport. However, it is not possible to control the emissions of private vehicles; an attempt was made to analyze the environmental sustainability of municipal transport in the city. Thanks to the already existing public transport tracking system, it was decided to develop software that could use this data to analyze the environmental situation in the city. The developed software allows you to display the ecological picture of the city. With its help, statistical data on environmental sustainability for each route and type of transport are provided. It is concluded that the introduction of the software product will draw attention to the problem of environmental sustainability of public transport, will create the most rational, from an environmental point of view, routes, improve the quality of existing transport systems by introducing more modern and more environmentally friendly solutions, and improve the overall ecological picture of the city.*

**Keywords:** *environmental sustainability, software, big data analysis, database, unit of transport, municipal urban transport.*

*Принято*

*Рекомендовано*

**УДК 004.9**

**Федосова І.В., Ліхобабіна О.С., Ліхобабін М.О.**

## **СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА РЕАЛЬНИЙ СВІТ**

*Дана стаття присвячена дослідженню специфіки використання технології доповненої реальності для задоволення потреб сучасного суспільства. Розглянуто особливості реалізації доповненої реальності для впровадження в систему освіти України. Визначено роль цієї технології при вдосконаленні процесу навчання дітей у дитячих садках України. Наведено основні напрями посилення комунікацій з дітьми під час проведення занять за допомогою використання доповненої реальності. Висвітлено ключові переваги від впровадження технології доповненої реальності в навчальний процес для національної системи освіти. Описані основні аспекти моделювання об'єктів з наступним використанням їх в додатках з доповненою реальністю. Був проведений огляд основних продуктів для 3D моделювання та обраний найбільш відповідний виходячи з характеристик і особистих переваг моделлера. Також були описані основні проблеми створення та впровадження моделей в програмне забезпечення Unity.*

**Ключові слова:** *технології доповненої реальності, 3D моделювання, 3D Max, Blender, мобільний додаток, інноваційні технології.*

**Постановка проблеми.** Мобільні технології з доповненої реальності вже щільно увійшли в життя сучасної людини. Широке поширення телебачення, комп'ютерів, мобільних пристроїв і глобальних мереж призвело до істотного зниження інтересу дітей до процесу навчання, що неминуче веде до погіршення якості засвоєння знань. Для того щоб дошкільна освіта знову стала цікава дітям, необхідно підвищення захопливості і цікавості