



DOI 10.28925/2663-4023.2020.7.7284

УДК 005.591.6:658.7

**Рзаєва Світлана Леонідівна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки  
Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-7589-2045

*rzaevasl@ukr.net***Рзаєв Дмитро Олександрович**

старший викладач кафедри інформатики та системології

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-7149-4971

*ditomas@ukr.net***Краскевич Валерій Євгенійович**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем  
Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2688-5252

*sudza44@hotmail.com***Роскладка Андрій Анатолійович**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри цифрової економіки та системного аналізу  
Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-1297-377X

*a.roskladka@knu.edu.ua***Гамалій Володимир Федорович**

доктор фізико-математичних наук, професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу  
Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-7544-7470

*v.gamaliy@knu.edu.ua*

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МАРШРУТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Анотація.** У статті розглядається одна з найбільш актуальних проблем для торговельного підприємства, а саме проблема маршрутизації логістичних потоків для ефективного управління підприємством. Для оптимізації маршрутних потоків застосовуються сучасні електронні навігаційно-картографічні системи, які можуть бути впроваджені в сучасні комп'ютерні технології, починаючи від он-лайнних сервісів, доступних на будь-якому комп'ютері, і закінчуючи мобільними пристроями. Навігаційно-картографічні системи являють собою розподілені програмні комплекси з масивом інформації, що зберігається в системах керування баз даних та містять мільйони статичних об'єктів і величезну кількість динамічних даних по всьому світу.

Для оптимізації логістичних потоків торговельного підприємства описано алгоритм автоматизованої системи маршрутизації, яка вирішує задачі автоматичного розрахунку побудови та розпізнавання оптимального маршруту між заданими точками його початку і кінця, відстеження переміщення по заданому маршруту і, в разі наявності заторених доріг, перенаправлення логістичних потоків. На основі проведених досліджень і експериментів з формування когнітивної карти в свідомості людини і сприйняття опису маршруту запропоновано алгоритм зберігання і відображення даних про маршрут, що враховує особистісну властивість сприйняття картографічної інформації. Побудова алгоритму опису маршрутизації транспортних потоків торговельного підприємства полягає у створенні деякого уявлення автоматично знайденого шляху між наперед заданими точками його початку і кінця. Дана картографічна інформація є персоналізованою, легкою в сприйнятті, швидко запам'ятовується, нечутливою до помилок користувача.



Запропонований алгоритм є універсальним і може застосовуватися для вирішення широкого кола завдань оптимізації логістичних потоків.

**Ключові слова:** маршрутизація, логістичні потоки, навігаційно-картографічні системи, алгоритм опису маршрутизації, автоматизована система маршрутизації.

## ВСТУП

Для ефективного управління торговельним підприємством необхідно своєчасне постачання різноманітних товарних ресурсів, торгово-технологічного обладнання, торгового інвентарю, транспортних засобів тощо. Їхнє постачання необхідне для торговельного підприємства протягом всього періоду господарсько-торговельної діяльності [1, С 462.]. Тому торговельне підприємство повинно розвивати та удосконалювати транспортну логістику.

Основними напрямками транспортної логістики є маршрутизація транспортних потоків, вартість транспортного обслуговування, оптимізація взаємозв'язків із задачею управління запасами.

Маршрутизація транспортних потоків – це сукупність процедур з вибору характеристик шляху проходження транспортних засобів, при яких будуть виконуватися логістичні правила доставки вантажів [2].

Завдання маршрутизації стає особливо актуальною при багатоваріантності розподілу вантажних потоків. Її постановка необхідна, в першу чергу, при використанні автомобільного транспорту з огляду на те, що мережа автомобільних доріг досить широка і дозволяє досягати пункту призначення різними шляхами в залежності від умов руху. При організації доставки вантажів необхідно попередньо визначитися з вибором оптимального маршруту руху. Маршрут рух – шлях прямування транспортних засобів. Маршруту притаманні такі характеристики: вузлові точки (початкова, кінцева, проміжні), напрямок руху, траєкторія, дальність, складність (ризикованість), стійкість, гнучкість [2].

Для оптимізації маршрутних потоків застосовуються сучасні електронні навігаційно-картографічні системи, які можуть бути впроваджені в сучасні комп'ютерні технології, починаючи в он-лайн сервіси, доступних на будь-якому комп'ютері, і закінчуючи мобільними пристроями, які завжди можна мати при собі.

### Постановка проблеми.

Маршрутизація перевезень – це найбільш ефективний спосіб організації оптимально перевезення вантажу по каналах збуту. Проблема пошуку методів оптимізації перевезень вантажів у транспортній мережі міст є актуальним питанням із цілої низки причин.

Швидкий розвиток інфраструктури, підвищення конкуренції на ринку та альтернативні варіанти перевезень спонукають до пошуку альтернативних методів та оптимізації перевезень [3, С. 435].

Оптимізація маршрутизації транспортних потоків, з урахуванням затореності автомобільних доріг і перенаправленням шляхів прямування транспортних засобів в он-лайн режимі є актуальною проблемою. Розв'язанням даної проблеми є застосування автоматизованої системи передачі знання про маршрут від людини до системи, і навпаки. Для передачі таких знань потрібен спеціальний формат опису маршруту, зручний для розуміння людиною, який розпізнається автоматизованою системою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел показав, що найбільше уваги приділено методикам розв'язання задач маршрутизації за



критерієм оптимізації витрат перевізника (мінімізації пробігу, часу доставки). Проте в умовах змінного попиту мінімізація витрат не дає повної картини успішності функціонування системи. Дослідники Гурч Л. М., Нагорний Є. В., Танцюра Ю.А., Касьянова Н.В. розглядали питання формування раціональних маршрутів, у результаті чого запропоновано низку методів розв'язання задач їх оптимізації [3, 4, 5]. Завдання оптимізації інформаційних та комунікаційних транспортних систем розглядали Лахно В.А., Цюцюра С.В. та інші [6]. Проблеми регулювання логістичної інфраструктури та її взаємозв'язок з компетенцією кадрових ресурсів описано в статтях під редакцією S. Sinulingga та G. Barkur [7, 8].

Використання новітніх інформаційних технологій на транспорті при формуванні маршрутів значно скорочують витрати на здійснення перевезень [5, С. 48]. Однак, на сьогодні ще недостатньо досліджені задачі оптимізації логістичних потоків торговельного підприємства, як частини автоматизованої системи управління організацією, не обґрунтовані особливості формування когнітивної карти в свідомості людини і сприйняття опису маршруту. Для розв'язання задач маршрутизації необхідно розробити автоматизовану систему пошуку оптимальних логістичних потоків, з можливістю їх перенаправлення в он-лайн режимі, у разі виникнення заторності транспортних шляхів.

**Мета статті.** Метою статті, на основі дослідження ролі і стану проблем автоматизації маршрутизації логістичних потоків торговельного підприємства, полягає в розробці алгоритмів побудови персоналізованих навігаційних описів навігаційно-картографічних автоматизованих систем, для спрощення взаємодії людини з комп'ютером в області передачі інформації про транспортні потоки і шляхи доступу до кінцевої точки, та створенні програмних засобів з метою використання їх в існуючих картографічних системах.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стрімкий розвиток систем глобального позиціонування (GPS), телекомунікаційних технологій передачі даних на будь-яку відстань, інформаційних баз даних картографічної інформації (Google, Geografiamozil та ін.) зумовив потребу в розробці автоматизованої (електронної) картографії та навігації.

Продуктом автоматизованої (електронної) картографії є навігаційно-картографічні системи, розподілені програмні комплекси з масивом інформації, що зберігається в системах керування баз даних. Бази даних існуючих систем містять мільйони статичних об'єктів і величезну кількість динамічних даних по всьому світу [6]:

- назви та адреси будинків адміністративних і географічних об'єктів: офіси організацій і компаній, соціальні установи, пам'ятки, фотографії, описи, коментарі користувачів, оцінки експертів;
- назви та протяжність доріг як державного, так і місцевого призначення,
- місцева розмітка дорожнього руху та встановлений допустимий швидкісний режим, в даній місцевості;
- тимчасові події (наприклад, ярмарки);
- зупинки громадського транспорту, розклад та лінії його руху,;
- поточний стан руху на дорогах (затори, ДТП тощо);
- поточний стан окремих одиниць громадського транспорту.
- Навігаційно-картографічні системи вирішують наступні завдання [6]::

- надання актуальних статичних і динамічних даних;
- локалізація положення користувача;
- робота з маршрутами.

Автоматизована система маршрутизації має наступні підзадачі:

- автоматичний розрахунок оптимального маршруту між заданими точками його початку і кінця;
- побудова опису маршруту (передача інформації від системи до користувача);
- розпізнавання опису маршруту (передача інформації від користувача до системи);
- відстеження переміщення по заданому маршруту;
- перенаправлення логістичних потоків, у разі наявності заторених доріг.

В статті використовується наступні позначення:

- Аббревіатура POI (від англ. Point Of Interest), що вказує на позначку в навігаційно-картографічній системі: будівлі, організації, парки, пам'ятки або пам'ятники мистецтва, зупинки громадського транспорту тощо.
- Когнітивна карта (від лат. Cognitio – знання, пізнання) – спосіб знайомого для користувача просторового оточення. Когнітивні карти створюються і видозмінюються в результаті активної взаємодії суб'єкта з навколишнім світом. При цьому можуть формуватися когнітивні карти різного ступеня спільності, «масштабу» і організації (наприклад, карта-огляд або карта-шлях в залежності від повноти представленості просторових відносин і присутності вираженої точки відліку). Це – суб'єктивна картина, що має насамперед просторові координати, в якій окремі предмети сприймаються локалізовано. Виділяють карту-шлях як послідовне представлення зв'язків між об'єктами по певному маршруту і карту-огляд як одночасне подання просторового розташування об'єктів.
- Навігація – процес управління деяким об'єктом в певному просторі пересування; підзадачею навігацією є маршрутизація.
- Когнітивна навігація – процес управління деяким об'єктом в певному просторі пересування з урахуванням його персональних знань про оточення.

У будь-якого напрямку руху є точка початку (стартова) і кінця (фінішна). Маршрут є ламаною лінією, що представляє собою один з безлічі можливих варіантів і описує як дістатися з початкової точки в кінцеву, використовуючи один або кілька способів переміщення. Між двома точками може бути безліч можливих шляхів, в тому числі і нульове. Маршрут описує ламана лінія, що складається з вершин (точок), з'єднаних прямими відрізками. Вершини ламаної лінії, а також точки початку і кінця маршруту мають географічні координати, що задаються довготою, широтою і альтитудою (висота точки земної поверхні над рівнем океану, де це має сенс).

Побудова опису маршрутизації транспортних потоків полягає у створенні деякого уявлення автоматично знайденого шляху між наперед заданими точками його початку і кінця. Ця інформація про оптимізацію маршрутизації шляху використовується людиною і має бути:

- легкою в сприйнятті, тобто мінімізація витрачання часу користувача для розуміння поданої інформації;
- легкою при запам'ятовуванні – з метою багаторазового звернення та використання отриманих від системи знань користувачем;
- персоналізованою, тобто використання POI для конкретного користувача з метою спрощення сприйняття і запам'ятовування;



- нечутливою до помилок – користувач може помилятися, наприклад, в відстанях, система повинна бути лояльна до таких помилок.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Побудова опису маршруту логістичних потоків торговельного підприємства між наперед заданими точками старту і фінішу наразі можливо двома варіантами:

- зображення траєкторії – подає проекцію виду зверху на карту з намальованою ламаною лінією руху;
- покрокова інструкція щодо переміщення між точками, тобто послідовність дій (поворотів, розворотів тощо), виконання яких проводить користувача по маршруту від старту до фінішу.

Алгоритм побудови опису маршруту складається з наступних кроків:

1. Отримання від користувача назв або координат точок старту і кінця шляху.
2. Побудова маршруту між заданими точками в автоматичному режимі, з використанням існуючих навігаційно-картографічних он-лайн систем.
3. Отримання від навігаційно-картографічної системи докладного опису маршруту з конкретними директивами щодо переміщення.
4. Робота алгоритму побудови опису на основі отриманих даних.

Всі пункти, крім 4-го, мають більше відношення до програмної реалізації.

Алгоритм побудови опису маршрутизації логістичних потоків торговельного підприємства базується на вхідних даних певного змісту, складається з послідовних кроків їх перетворення в підсумковий текстовий опис. Дані, одержувані на вхід від навігаційно-картографічної системи, являють собою рівняння:

$$In = \{L, M, D\}; \quad (1)$$

*L* – полігон маршруту: являє собою масив двійок  $\{Latitude, Longitude\}$  вершин ламаної лінії, яка описує траєкторію маршруту в реальному світі;

*M* – текстові мітки з назвами вулиць: являють собою масив  $\{Latitude, Longitude, Name\}$ , в якому зберігається інформація про вулиці, по яких проїжджає користувач;

*D* – навігаційні директиви: являють собою масив  $\{Latitude, Longitude, Directive\}$ , в якому зберігається інформація про послідовність дій («прямо», «праворуч», «розворот» тощо), які необхідно вжити для досягнення фінішної точки.

Крім вхідних даних від навігаційно-картографічної системи використовуються додаткові джерела даних, що зберігаються локально:

*NL* – знайомі користувачеві маршрути: являє собою масив з іменованих масивів  $\{Latitude, Longitude\}$ , що є знайомими користувачеві маршрутами або їх частинами, тобто тими інтервалами шляху, по яким він часто переміщається і може виділити для них особливу назву, наприклад, «далі, як на роботу»;

*NP* – знайомі користувачеві POI: являє собою масив  $\{Latitude, Longitude, Name, Popularity\}$ , в якому зберігається інформація про місця, в яких часто бував користувач, в поле *Popularity* заноситься загальна кількість візитів.

Всі збережені локально дані мають власний унікальний ідентифікатор, який виражається цілим позитивним числом. Завдяки використанню повністю унікального ідентифікатора з'являється можливість використовувати адресацію до інформації по ньому без вказівки типу самих даних. Тут і далі ідентифікатор позначається як ID.

Кроки роботи алгоритму побудови опису маршрутизації логістичних потоків:

- виділення з полігону маршруту, отриманого від навігаційно-картографічної системи, інтервалів знайомих користувачеві;
- фіксація прилеглих до маршруту знайомих користувачеві POI в якості орієнтирів;
- угруповання інтервалів по однотипним навігаційним директивам;
- формування каркаса результату;
- формування результуючого текстового опису в форматі HTML з зображеннями і з візуальним форматуванням.

Угруповання інтервалів по однотипним навігаційним директивам відбувається наступним чином:

- всі директиви групуються в одну, яку долає відстань підсумовується (відстань обчислюється виходячи з полігону, що описує конкретний інтервал шляху);
- всі директиви поворотів, відстань між якими менше заданого настройками порога (передбачається, що це дуже близькі один до одного повороти), групуються в одну із зазначенням їх числа.

Подібні угруповання дозволяють скоротити підсумкове текстовий опис, тим самим спростивши його і зробивши більш легким для сприйняття і запам'ятовування.



Рис. 1. Пошук потрібної точки на шляху для отримання фотографії POI від навігаційно-картографічного сервісу

Для формування URL-посилання необхідно обчислити:

- географічні координати точки з видом, звідки потрібно зображення POI;
- кут повороту камери.

Фрагменти програмного коду

```
* @param {Object} geojson
* @param {Number} precision
* @returns {String}
*/
polyline.fromGeoJSON = function(geojson, precision) {
  if (geojson && geojson.type === 'Feature') {
    geojson = geojson.geometry;
  }
  if (!geojson || geojson.type !== 'LineString') {
    throw new Error('Input must be a GeoJSON LineString');
  }
  return polyline.encode(flipped(geojson.coordinates), precision);
};
```



Географічні координати POI заздалегідь відомі. Потрібно визначити позицію точки, з якої потрібно зробити знімок, і кут повороту камери. Для цього потрібно виконати такі дії:

- визначити найближчу точку кривої шляху до POI;
- відрахувати 100 метрів від ній у бік старту;
- якщо це неможливо (POI знаходиться близько до початку інтервалу), то відрахувати 10% у бік старту на частини інтервалу від його початку до її найближчої до POI точки;
- розрахувати кут повороту камери, виходячи з позиції, звідки робиться знімок, і географічних координат POI.

В результаті формується URL-запит за правилами, визначеними навігаційно-картографічної системою. Формування результуючого текстового опису в форматі HTML з зображеннями і візуальним форматуванням відбувається на останній стадії роботи алгоритму.

Практична реалізація алгоритму автоматизованої системи маршрутизації логістичних потоків торговельного підприємства з використанням навігаційно-картографічної системи здійснюється за допомогою архітектури програмного рішення та складається з таких компонент:

- серверу – призначений для зберігання вихідних кодів програмного додатку з реалізацією алгоритмів на мові JavaScript та технології HTML5, при цьому сервер ніяких обчислень не виробляє;
- клієнт-мобільних або стаціонарних комп'ютерів, які мають встановлений веб-браузер переважно останньої версії (для повної сумісності і більшої ймовірності підтримки стандарту HTML5, прийнятого в поточному році, наприклад Firefox, Chrome, Opera, Safari), виконують отриманий від сервера код в автономному від сервера режимі, тобто передача даних від сервера до клієнта здійснюється тільки один раз в момент завантаження програми, всі інші дані виходять від он-лайнних сервісів шляхом здійснення додаткових запитів;
- сервіси – доступні безкоштовні он-лайнні сервіси, такі як: навігаційно-картографічні системи, хмарні сховища файлів, соціальні мережі.

Передача даних здійснюється по протоколах HTTP і HTTPS. HTTP, який не надає кодів шифрування, використовується для передачі вихідних кодів програми до клієнта, з метою зменшення навантаження на сервер. HTTPS, що надає код шифрування, використовується для передачі особистої інформації з соціальних мереж і для обміну файлами з хмарними сховищами.

Потоки передачі даних додатка сконцентровані навколо клієнтської сторони і мають орієнтовно наступну послідовність:

1. З веб-браузера клієнта відбувається запит на сервер за певною URL-адресою по протоколу HTTP методом GET.
2. Сервер обробляє запит і відправляє клієнту index.html-файл, який містить в собі розмітку призначеного для користувача інтерфейсу, посилання на файли з вихідними кодами на мові JavaScript і візуальними стилями оформлення на мові CSS3.
3. Клієнт отримує index.html-файл, робить додаткові запити на отримання файлів, зазначених в ньому у вигляді посилань (аналогічно по протоколу HTTP методом GET).
4. Сервер відправляє запитані файли. На цьому спілкування сервера і клієнта закінчується.

5. Клієнт відправляє запит в навігаційно-картографічну систему з даними по шляху, необхідними для роботи алгоритмів, по протоколу HTTPS методом GET, використовуючи технологію REST-запитів.
6. Сервер навігаційно-картографічної системи відповідає, передаючи необхідні дані клієнта.
7. Можливі додаткові запити в соціальні мережі і хмарні файлові сховища аналогічно пунктам 5 і 6.

Для вирішення проблем, що виникають при реалізації алгоритму автоматизованої системи маршрутизації логістичних потоків торговельного підприємства, необхідно скористатися існуючими фреймворками, головним завданням яких є спрощення та прискорення розробки. Для вибору відповідного програмного рішення були вироблені наступні критерії:

- широка підтримка веб-браузерів Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Safari, Google Chrome (параметр версії веб-браузера на даній стадії розробки не є ключовим, передбачається, що користувач використовує останні версії програмного забезпечення);
- дозволяє працювати один раз написаному коду як на стаціонарних комп'ютерах, так і на мобільних без помітних відмінностей;
- відкритість вихідних кодів: тобто допускає дослідження технології зсередини і, в разі необхідності, дописати потрібний код програми;
- вільна ліцензія: дозволяє вести безкоштовну некомерційну і комерційну розробку.

Описані критерії використовуються далі по тексту при порівняльних оглядах існуючих технологій.

Екрани стаціонарних комп'ютерів і мобільних мають різні розміри. Методом введення інформації на стаціонарному комп'ютері виступає маніпулятор «миша». На мобільних платформах переважно використовуються тач-дисплеї, введення здійснюється безпосередньо дотиком потрібної області екрану. Обидві відмінні риси створюють проблеми при створенні користувальницького інтерфейсу. Як і в інших ситуаціях стало питання про одноразового створення коду UI таким чином, щоб він автоматично адаптувався під необхідну платформу. Для досягнення такої мети були досліджені існуючі фреймворки, націлені на рішення даної проблеми. Всі фреймворки задовольняли обраними критеріями порівняння і мали лише незначні відмінності. Тому було прийнято рішення врахувати думку користувачів і порівняти їх відгуки на сайті GitHub, де зберігаються вихідні коди фреймворків.

За підсумками розгляду технологій для реалізації була вибрана мова програмування JavaScript в його платформонезалежності інтерпретируемом поданні в поєднанні з технологіями HTML5 і мовою розмітки для користувача інтерфейсу HTML в зв'язці з CSS. На серверній стороні використаний сервер Apache. На клієнтській стороні роль інтерпретатора виконує веб-браузер.

Призначені для користувача дані зберігаються як локально в системі Storage веб-браузера, так і в хмарному сховищі. Доступ до API онлайн-сервісів здійснюється по протоколу REST в форматі JSONP за технологією Ajax. Використовується підтримка безпечного зашифрованого протоколу передачі даних HTTPS з можливістю повернення до HTTP.

У програмній реалізації є два функціональних компоненти: побудова текстового опису (рис. 2) і розпізнавання текстового опису (рис. 3). Для побудови текстового



опису використовується інтерфейс користувача з наступними полями, які ним задаються:

- початкова точка шляху;
- кінцева точка шляху.

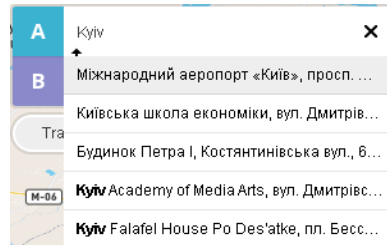


Рис. 2. Автоматичне доповнення назв POI

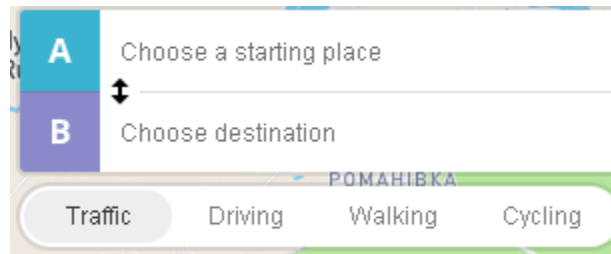


Рис. 3. Інтерфейс користувача для завдання маршруту та отримання текстового опису

Обидва поля мають автоматичні підказки, тобто коли користувач починає вводити назву POI, то відразу отримує список відповідних по назві інформаційних даних. Далі, після підтвердження введення, в дію вступає алгоритм. Він отримує необхідну інформацію у он-лайнної навігаційно-картографічної системи і будує текстове представлення в форматі HTML. На рис. 4 наведено приклад шляху, представлений у вигляді зображення траєкторії з мітками, використовуваними для його перекладу в текстове представлення.

Завдяки використанню HTML формату для подання текстового опису можливо:

- створення виділених жирним і курсивним шрифтом фрагментів тексту (такий стиль оформлення мають знайомі користувачеві POI або маршрути);
- створення спливаючих вікон з додатковою інформацією щодо POI (формальна назва, опис зовнішнього вигляду і зображення з тієї точки, з якої буде видно POI користувачеві в процесі переміщення по маршруту) при наведенні курсору миші на активний елемент або натискання на нього пальцем.

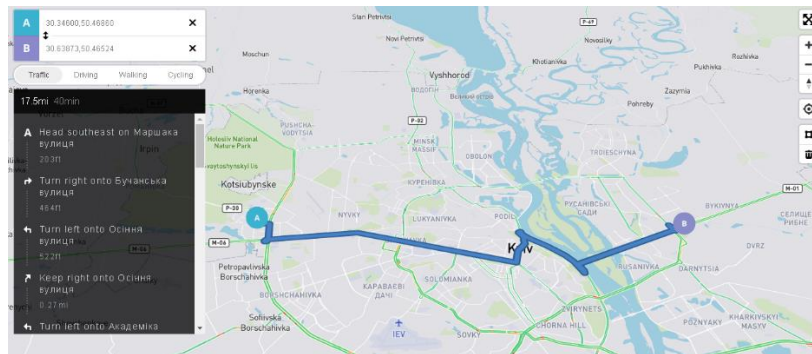


Рис. 4. Намальований приклад шляху

Користувач задає початкову і кінцеву точку маршруту, далі починає описувати маршрут текстом в спеціальному полі. При здійсненні введення спливають підказки з варіантами слів, які він може використовувати з метою скорочення числа помилок. У самому описі POI використовуються не безпосередньо, а через посилання на поля нижче, в яких вказуються точні назви POI за допомогою автоматичних підказок (аналогічно точкам початку і закінчення шляху).

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі розробленого алгоритму реалізована програмна система, інтегрована в існуючі картографічні системи як модуль. Розроблено та реалізовано алгоритми побудови та розпізнавання персоналізованого когнітивного текстового опису маршруту, що спрощують використання навігаційно-картографічних систем та працюють як на стаціонарних, так і на мобільних платформах.

Алгоритм опису маршрутизації логістичних потоків торговельного підприємства підбирає відповідні під введенний текст маршрути з урахуванням раніше накопичених даних, а це в свою чергу дає можливість значно зменшити число помилкових варіантів. У разі недостатньої інформації для точного визначення маршруту, то користувач може його уточнити додатковим введенням.

На основі проведених досліджень і експериментів з формування когнітивної карти в свідомості людини і сприйняття текстового опису шляху запропоновано новий алгоритм зберігання і відображення даних про маршрут, що враховують особистісну психологію сприйняття картографічної інформації. Завдяки такому підходу можливо спрощення сприйняття інформації людиною про маршрутизацію транспортних потоків.

Перспективи подальших досліджень полягають в розробці динамічних систем захисту, з використанням нейромережних технологій та штучного інтелекту, наприклад динамічне перемикавання серверів залежно від навантажень. Використання захищених проксі-серверів чи VPN мереж мають стати стандартом при користуванні Інтернетом навіть під час домашнього користування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Мішук І.П. Логістика торговельного підприємства: зміст, напрямки, проблеми – Л.: Львівська політехніка 2007. – С. 461– 467.
- [2] Логистика и управление цепями поставок : Учебник для академического бакалавриата. Под ред. Щербаков В.В. – К.: Юрайт, 2017. – 592 с.
- [3] Танцюра Ю.А. Оптимізація транспортних потоків підприємства / Ю.А. Танцюра, Н.В. Касьянова // Східна Європа: економіка, бізнес та управління – 2019. – Випуск 2. – С. 434 – 439.



- [4] Гурч Л. М. Маршрутизація перевезень з використанням новітніх технологій / Л. М. Гурч // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Логістика : збірник наукових праць. – 2016. – № 846. – С. 48–53.
- [5] Нагорний С. В. Аналіз сучасних підходів до підвищення ефективності логістичних систем доставки вантажів в міжнародному сполученні // Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. / С. В. Нагорний, В. С. Наумов, А. В. Іванченко. – Д.: ДНУЗТ (№ 3), 2012– С. 68 –72.
- [6] V. Lakhno, S. Tsiutsiura, Y. Ryndych, A. Blozva, A.Desiatko, Y. Usov and S. Kaznadiy, “Optimization of Information and Communication Transport Systems Protection Tasks”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) 10(1), 2019, pp. 1–9.  
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=1>
- [7] Melliana, S. Sinulingga, H. Nasution, N. Matondang, “Competence model of human resources, infrastructure, and regulation in improving logistics performance”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) 10(1), 2019, pp. 2577–2586.  
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=1>
- [8] G. Barkur, Vibha, B.Giridhar Kamath, “Smart City Dynamics”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(01), 2019, pp. 1490-1496.  
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=0>
- [9] Географічні карти та картографічний метод дослідження (1 том - Географічні карти) (2 том — Картографічний метод дослідження) / Т. В. Дудун, С. В. Тітова.// упоряд. С. В. Тітова. – К., 2017. – 150 с.
- [10] M. Adebisi, F. Oladeji, S. Onyido et al., “A 3-D model of an institutional location navigation system (naviloc) (a case study of covenant university)”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(01), 2019, pp. 1490-1496.  
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=0>



**Svitlana Rzaieva**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Software Engineering and Cyber Security Department  
place of work: Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-7589-2045  
*rzaevasl@ukr.net*

**Dmytro Rzaiev**

Senior Lecturer of Informatics and Systemology Department  
place of work: Kyiv National Economic University named after Vadim Hetman, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-7149-4971  
*ditomas@ukr.net*

**Valeriy Kraskevich**

Doctor of Engineering, Professor, Professor of Computer Science and Information Systems Department  
place of work: Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-2688-5252  
*sudza44@hotmail.com*

**Andrii Roskladka**

Doctor of Economics, Professor, Head of Digital Economics and Systems Analysis Department  
place of work: Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-1297-377X  
*a.roskladka@knute.edu.ua*

**Volodymir Gamaliy**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Digital Economics and Systems Analysis Department  
place of work: Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-7544-7470  
*v.gamaliy@knute.edu.ua*

## **AUTOMATED LOGISTIC FLOW SYSTEM FOR TRADING ENTERPRISE**

**Abstract.** The article addresses one of the most pressing problems for a trading enterprise, namely the problem of routing logistics flows for efficient enterprise management. To optimize itineraries, we use state-of-the-art electronic navigation and mapping systems that can be implemented in modern computer technology, from online services available on any computer to mobile devices. Navigation and mapping systems are distributed software complexes with an array of information stored in database management systems. They involve millions of static objects and huge amounts of dynamic data around the world. To optimize the logistics flows, an algorithm for an automated routing system is described. This system solves the problems of automatic calculation of the construction and recognition of the optimal route between the specified points of its beginning and the end, tracking of movement on a given route and, in the case of congested roads, redirection of logistics flows.

Based on the researches and experiments on the formation of a cognitive map in the human mind and the perception of the route description, an algorithm for storing and displaying route data is considered. This algorithm takes into account the personal psychology of perception of cartographic information. Developing an algorithm for describing the routing of trading enterprise traffic flows is creating a model of automatically found path between the predetermined points of its beginning and end. This mapping information is personalized, easy to read, fast to remember, and insensitive to user errors.

The proposed algorithm is universal and can be used to solve a wide range of problems of logistic flows optimization.

**Keywords:** routing, logistic flows, navigation and mapping systems, routing description algorithm, automated routing system.



## REFERENCES

- [1] I.Mishchuk, “Lohistyka torhovel’noho pidpryyemstva: zmist, napryamky, problemy”, Lviv, Ukraine: L’vivs’ka politekhnika, 2007.
- [2] V. Shcherbakov et al., “Logistika i upravleniye tsepyami postavok : Uchebnik dlya akademicheskogo bakalavriata”, Kyiv, Ukraine: Yurayt, 2017.
- [3] Y.U. Tantsyura, “Optymizatsiya transportnykh potokiv pidpryyemstva”, in 2019 Journal of Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnya (SYEBU) 2, 2019, pp. 434 – 439.
- [4] L. Hurch, “Marshrutzatsiya perevezen’ z vykorystanniam novitnikh tekhnolohiy” // Visnyk Natsional’noho universytetu "L’vivs’ka politekhnika". Seriya: Lohistyka : zbirnyk naukovykh prats’. – 2016. – № 846. – S. 48–53.
- [5] YE. Nahornyy, V. Naumov, A. Ivanchenko, “Analiz suchasnykh pidkhodiv do pidvyshchennya efektyvnosti lohistrychnykh system dostavky vantazhiv v mizhnarodnomu spoluchenni ” // Zbirnyk naukovykh prats’ Dniprovs’koho natsional’noho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana. / Dnipro, Ukraine: DNUZT (№3), 2012. – S. 68 –72.
- [6] V. Lakhno, S. Tsiutsiura, Y. Ryndych, A. Blozva, A.Desiatko, Y. Usov and S. Kaznadiy, “Optimization of Information and Communication Transport Systems Protection Tasks”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) 10(1), 2019, pp. 1–9. <http://www.iaeme.com/IJCET/issues.asp?JType=IJCET&VType=10&IType=1>
- [7] Melliana, S. Sinulingga, H. Nasution, N. Matondang, “Competence model of human resources, infrastructure, and regulation in improving logistics performance”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) 10(1), 2019, pp. 2577–2586. <http://www.iaeme.com/IJCET/issues.asp?JType=IJCET&VType=10&IType=1>
- [8] G. Barkur, Vibha, B.Giridhar Kamath, “Smart City Dynamics”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(01), 2019, pp. 1490-1496. <http://www.iaeme.com/IJCET/issues.asp?JType=IJCET&VType=10&IType=0>
- [9] Heohrafichni karty ta kartohrafichnyy metod doslidzhennya (1 tom - Heohrafichni karty) (2 tom — Kartohrafichnyy metod doslidzhennya) / uporyad. S. V. Titova. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine, 2017. – 150 s.
- [10] M. Adebisi, F. Oladeji, S. Onyido et al., “A 3-D model of an institutional location navigation system (naviloc) (a case study of covenant university)”, in 2019 International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(01), 2019, pp. 1490-1496. <http://www.iaeme.com/IJCET/issues.asp?JType=IJCET&VType=10&IType=0>

