

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
**«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА**

**ХІІ МІЖНАРОДНА**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА**  
**КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І**  
**АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND**  
**AUTOMATION – 2019**

**Збірник доповідей**

**Частина II**

Одеса,  
17-18 жовтня 2019

# **Секція 2**

## **Наукові напрямки:**

**Сучасні методи і алгоритми управління  
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи  
управління технологічними процесами харчової  
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:  
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація  
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих  
технологій: технічна база, програмне  
забезпечення, мережі.**

**Список  
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

<b>Скорочення</b>	<b>Повна назва організації</b>	<b>Місто</b>	<b>Країна</b>
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFI	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnitsia National Technical University	Vinnitsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Національний технічний університет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРА	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

## Продовження таблиці 1

<b>Скорочення</b>	<b>Повна назва організації</b>	<b>Місто</b>	<b>Країна</b>
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ( <i>ЮНПУ, Україна</i> ) .....	
САКАЛЮК О.Ю., ТРИШИН Ф.А. ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ) .....	66
КУРЛЕСЬ Ю.В. АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТЕКСТУ НА ВІДЕО ( <i>ОНПУ, Україна</i> ) ...	69
РОМАНЮК О.Н., ЧАН А.-Л. В., ПАНФІЛОВА Ю.О. ВИКОРИСТАННЯ ВІДБИВНИХ ВЛАСТИВОТЕЙ ШКІРИ ЛЮДИНИ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ) .....	71
КОТЛЮК S.V., SOKOLOVA O.P., KUPRIYANOV A.B. REVIEW OF THE APPLICATION OF MODERN OF 3D-PRINTERS ( <i>ОНАФТ, Ukraine, ВНТУ, Belarus</i> ) .....	75
О.Д.АЗАРОВ, О.І.ЧЕРНЯК, В.В.ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ АДАПТИВНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДИСТАНЦІЙНО-РОЗПОДІЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ З МОЖЛИВІСТЮ САМООРГАНІЗАЦІЇ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ) .....	79
КОТОВ І.А. ФАЗИФІКАЦІЯ ПОДАННЯ ОНТОЛОГІЇ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЯК КОМПОНЕНТА ІНКОРПОРАЦІЇ ЗНАНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ( <i>ДВНЗ «КНУ», Україна</i> ) .....	82
КИРИЧЕНКО В.І., ВОЛКОВ В.Е. ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ У ВНЗ ( <i>ОНАХТ, ОНУ, Україна</i> ) .....	85
ЛОБОДА Ю.Г. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ) ...	87
IGOR MAZUROK, YEVHEN LEONCHUK, SERHI ORLOV. THE CRYPTOGRAPHIC PROOF-OF-REPLICATION PROTOCOL FOR DISTRIBUTED FILE STORAGE ( <i>ОНУ, Ukraine</i> ) .....	89
МАЛЮНОВ Н.В., ОРЕКНОВ S.V. METHOD OF SEARCH ENGINE OPTIMIZATION BASED ON SEMANTIC NETS ( <i>NTU «KPI», Ukraine</i> ) .....	92
ВОЛКОВ В.Э., МАКОЕД Н.А. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ КАК СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ ( <i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i> ) .....	93
ПАВЛОВИЧ Р.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ) .....	94
PROTSENKO YAROSLAV, PARAMONOV ANTON. AGENT COMMUNICATION METHOD IN COOPERATIVE ENVIRONMENT BASED ON THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS ( <i>DNU, Ukraine</i> ) .....	97
РОМАСЕВУСН Y.O., LOVEIKIN V.S., LIASHKO A.P. DEVELOPMENT A GENERAL CRITERION FOR PID-CONTROLLER TUNING ( <i>NULESU, Ukraine</i> ) .....	99
О. МІШЧУК. NEURAL NETWORK METHOD OF FORECASTING THE AIR POLLUTION TREND BY CARBON MONOXIDE ( <i>LPNUU, Ukraine</i> ) .....	101
ВОЛКОВ В.Э., КОВАЛЕНКО А.В. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ДЕТОНАЦИОННООПАСНОГО ОБЪЕКТА ( <i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i> )	103
ГОТЬ М.Б., ЯКОВИНА В.С., КОРОТЄЄВА Т.О. СИСТЕМА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСКУРСІЙНОГО МАРШРУТУ ( <i>НУ «ЛП», Україна</i> ) .....	106
ФЕДОРОНЧУК Б.В. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ В ВЕБ-ЗАСТОСУВАННЯХ ( <i>ОНПУ, Україна</i> ) .....	110
РОМАНЮК О.В., ЛАПКО М.С. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФОРУМНИХ РОЛЬОВИХ ІГОР ( <i>ВНТУ, Україна</i> ) .....	113
ІВАНОВСЬКА К.А. ВИКОРИСТАННЯ «FACE ID» ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ .....	116
ВОЛКОВ В.Э., САВУШКИНА О.А. ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОПОЧНОГО ГОРЕНИЯ ( <i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i> ) .....	117
ГУРСЬКИЙ О.О., ДУБНА С.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАСТРОЮВАННЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ КООРДИНУВАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ( <i>ОНАХТ, Україна</i> ) .....	118
ЧЕРНОВОЛИК Г.О., КОВАЛЬ С.С. СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ ( <i>ВНТУ, Україна</i> ) .....	120
САКАЛЮК О.Ю., ОЛЬШЕВСЬКА О.В. ПРОБЛЕМИ ТРАНСЛІТЕРАЦІЇ НАУКОВОГО	122

## СИСТЕМА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСКУРСІЙНОГО МАРШРУТУ

*Система пошуку оптимального екскурсійного маршруту реалізована на основі метода розв'язку задачі комівояжера, а саме, алгоритму найближчого сусіда, який на виході видає впорядковану послідовність обраних туристичних об'єктів для подальшого прокладання маршруту мінімальної довжини засобами GoogleMap. Формування послідовності передбачає багатокритеріальність задачі: врахування проміжку вільного часу, графіків роботи об'єктів та типом об'єктів. Вибір туристичних об'єктів ґрунтується на вподобаннях користувача, інформації про об'єкт та наявних відгуках і оцінках.*

Туристичний бізнес України знаходиться у стані активного розвитку. В останні десятиліття наша країна стала відомою на міжнародному рівні, що дозволило архітектурним, історичним та природним пам'яткам культури нашої держави отримати популярність як в країні так і за кордоном. Країну щороку відвідують більше 20 мільйонів туристів, в першу чергу із країн східної Європи, а також західної Європи, США і Китаю. В Україні під охороною держави перебувають понад 140 тисяч нерухомих пам'яток історії та культури[1]. Багато людей надають перевагу самотужки скласти майбутній маршрут огляду туристичних об'єктів. Для цього потрібна доступна інформація про країни, міста та туристичні об'єкти, графіки їх роботи, відгуку інших туристів. При обмеженні вільного часу туристи хочуть відвідати та оглянути як найбільше цікавих місць та архітектурних пам'яток. Тому в незнайомому місті їм необхідно скласти маршрут мінімальної довжини між обраними об'єктами. Саме в цьому питанні допоможе застосування задачі комівояжера [2] з врахуванням багатокритеріальності при виборі оптимального шляху, а саме, довжина маршруту, часовий проміжок екскурсії, графіки роботи туристичних об'єктів, компонування об'єктів за типом.

Серед систем-аналогів можна відмітити такі, як сервіси Google Maps, YandexMaps, мобільний додаток Foursquare City Guide. Та всі вони мають суттєвий недолік: дозволяють будувати маршрут тільки між двома вказаними об'єктами і не дозволяють задати список об'єктів, що формується з врахуванням мінімізації довжини маршруту. Враховуючи цей недолік систем-аналогів було вирішено розробити власний програмний продукт побудови екскурсійних маршрутів для обраних туристичних об'єктів на основі методів розв'язку задачі комівояжера.

Отже, з врахуванням особливостей предметної області задачу комівояжера можна сформулювати наступним чином: на площині розташовані  $N$  туристичних об'єктів, для яких на основі їх географічних координат вираховуються відстані між кожною парою об'єктів. Потрібно знайти маршрут мінімальної довжини з відвідуванням кожного об'єкта рівно один раз і з поверненням в початкову точку. Цільовою функцією, яку треба мінімізувати, є довжина маршруту. Обмеженнями розглядаються часовий проміжок екскурсії, графіки роботи туристичних об'єктів, типи об'єктів.

Виділяють наступні групи методів розв'язку задачі комівояжера: повний перебір, випадковий перебір, жадібні алгоритми [3], метод мінімального остовного дерева, метод імітації відпалу, метод гілок і меж, алгоритми оптимізації розв'язку на основі послідовного сканування ділянок існуючого маршруту [4] та багато інших.

Виходячи з усереднених фізичних можливостей екскурсанта передбачається, що за день людина може відвідати та оглянути з користю для себе не більше 5-7 об'єктів. Тому при виборі методу розв'язку задачі комівояжера основним критерієм була простота реалізації та максимальне наближення результату до оптимального. Дослідження різних методів розв'язку задачі комівояжера показало, що, з урахуванням невеликого значення  $N$ , як кількості туристичних об'єктів на маршруті, та прокладання маршруту по існуючих вулицях

міста, для реалізації поставленої задачі достатньо обрати один з жадібних алгоритмів, що є простим в реалізації та не потребує значних комп'ютерних ресурсів, а саме, метод найближчого сусіда [5]. Алгоритм простий у реалізації, швидко виконується. Обчислювальна складність алгоритму  $O(N^2)$ .

Покроковий опис алгоритму найближчого сусіда виглядає так:

Вхідні дані: множина точок  $V$  розмірністю  $N$ . Вихідні дані: маршрут  $T$ , що складається з послідовності відвідування точок множини  $V$ .

1. Довільно обрати поточну точку.
2. Знайти найкоротше ребро, що сполучає поточну точку з досі ще не відвіданою точкою  $V$ .
3. Зробити точку  $V$  поточною.
4. Позначити точку  $V$ , як відвідану.
5. Коли всі точки відвідані, припинити пошук маршруту.
6. Інакше перейти до другого кроку [5].

Алгоритм найближчого сусіда був використаний при розробці системи пошуку оптимального екскурсійного маршруту з врахуванням особливостей предметної області. Також була реалізована можливість надавати користувачу рекомендації для відвідування об'єктів за вподобаннями туриста, які відслідковуються за сформованим попереднім списком об'єктів. При цьому було використано контентну фільтрацію та алгоритм кластеризації об'єктів з призначенням. Цей алгоритм заснований на ідентифікації подібності між елементами, обчислюючи їх відстань від інших елементів у просторі ознак [6]. Кількість незалежних рис визначає вимір характерного простору. Якщо елементи "близькі" один до одного, вони можуть бути об'єднані в один кластер. Для поділу елементів на  $K$  кластерів застосовується алгоритм  $K$ -середніх. Елементи спочатку розподіляються на ці кластери в довільному порядку. Потім, для кожного кластера розраховується центр маси як функція його членів. Далі перевіряється відстань кожного члена кластера від центру кластера. Якщо ця перевірка визначає, що елемент є ближчим до іншого кластера, то його буде переміщено до цього кластера. Після перевірки всіх відстаней для всіх членів, кластерні центри переобчислюються. Коли досягнуто стабільний стан (члени не були переміщені під час наступної ітерації), набір вважається кластеризованим належним чином, і алгоритм зупиняється [6].

Функціональні характеристики розробленої системи відображені в UML-діаграмі прецедентів на рис.1. Основними видами користувачів є: 1. Адміністратор БД, який має повний контроль над базою даних, доступ до редагування, видалення і додавання інформації всіх таблиць в базі, в тому числі таблиці адміністраторів. 2. Експерт – має доступ до таблиці об'єктів, розкладів роботи об'єктів, зображень, типів об'єктів. Може додавати і видаляти туристичні об'єкти. 3. Модератор – має доступ до таблиці клієнтів та клієнтських відгуків. 4. Користувач – має можливість обирати об'єкти, формувати маршрути та залишати відгуки.

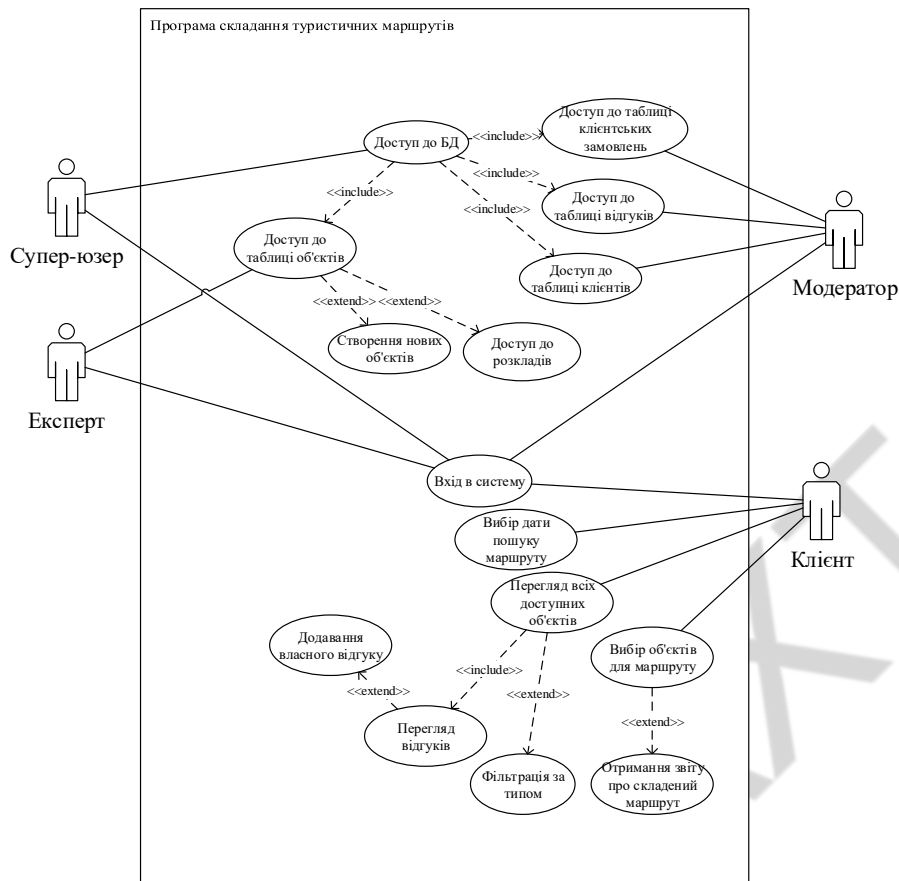


Рис. 1. Діаграма прецедентів

Для реалізації програмного продукту використані технологія ADO.NET Entity Framework, Microsoft SQL Server 2017 для роботи з базою даних та мова програмування C#. За основу візуального зображення побудованого маршруту обрано програмний сервіс Google Maps. Формування списку туристичних об'єктів майбутньої екскурсії та результат побудови маршруту представлені на рис.2, рис.3.

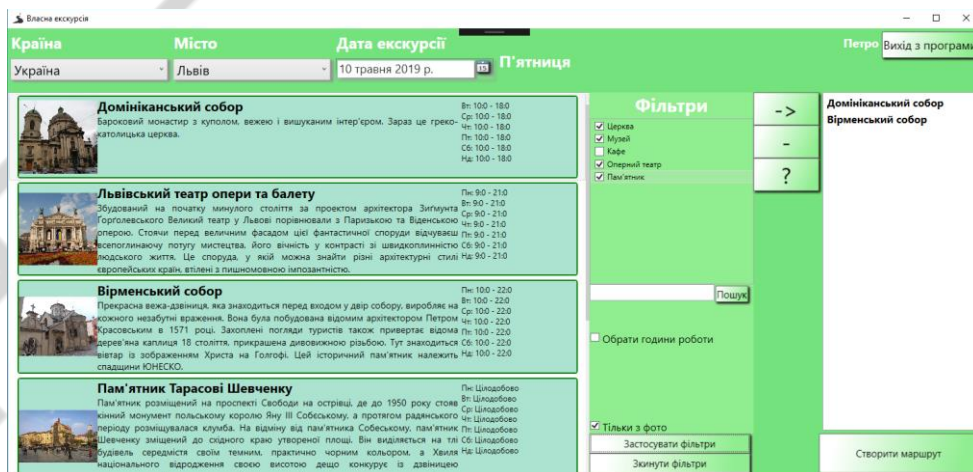


Рис. 2. Список туристичних об'єктів

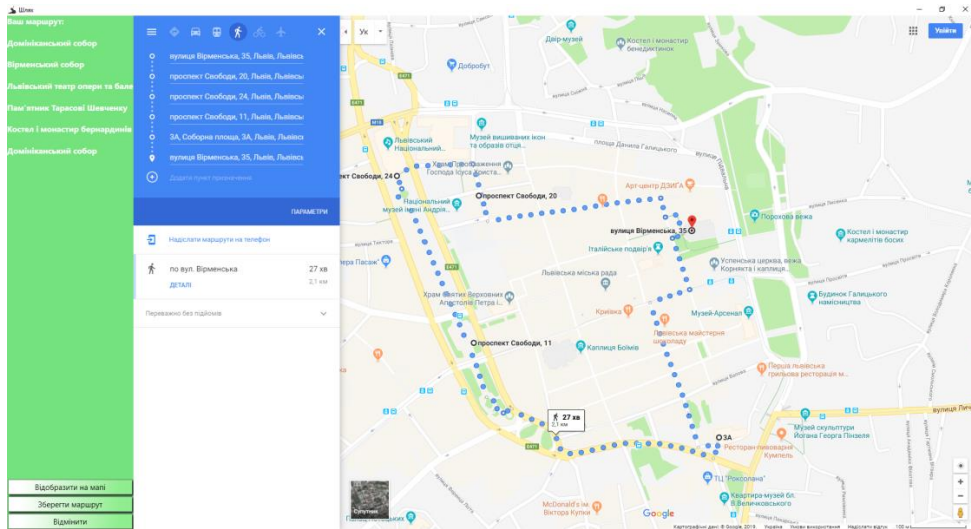


Рис. 3. Побудований маршрут

**Висновки:** В даній статті розглянута задача побудови оптимального екскурсійного маршруту як варіант класичної задачі комівояжера. Аналіз методів розв'язку задачі комівояжера та обмеження розглянутої предметної області показав достатність застосування методу найближчого сусіда для вирішення даної проблеми. Розроблена програмна система враховує багатокритеріальність поставленої задачі, а саме: часовий період екскурсії, графіки роботи об'єктів, тип об'єктів. Реалізація даної системи та впровадження її у туристичний бізнес дозволить збільшити потік туристів у міста України, а відповідно позитивно вплине на імідж країни.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу / Л.П. Дядечко. – К.: ЦУЛ, 2007. - 224 с
2. Задача комівояжера [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: [http://synset.com/ai/ru/tsp/Salesman\\_Intro.html](http://synset.com/ai/ru/tsp/Salesman_Intro.html)
3. Т. Кормен, Ч.Лейзерсон, Р.Ривест. Алгоритмы: построение и анализ. М.: МЦНМО, 2001.- 960 с.
4. Р. Базилевич, Р. Кутельмах. Декомпозиційні алгоритми для розв'язування задачі комівояжера // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Комп'ют. науки та інформ. технології. — 2007. — N 598. — С. 138—148.
5. Знаходження розв'язку задачі комівояжера методом найближчого сусіда [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: <http://www.mathros.net.ua/znahodzhennja-rovzjazku-zadachi-komivojazhera-metodom-najblyzhchogo-susida.html>
6. Рекомендательные системы [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: [https://studbooks.net/2260182/informatika/istoriya\\_razvitiya\\_iskusstvennogo\\_intellekta](https://studbooks.net/2260182/informatika/istoriya_razvitiya_iskusstvennogo_intellekta)

**XII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ****ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019****INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2019**

*ОДЕСА  
17– 18 ЖОВТНЯ, 2019*

Збірник включає доповіді учасників XII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2019»

**Редакційна колегія:** Котлик С.В., Хобін В.А., Плотніков В.М.

**Комп'ютерний набір і верстка:** Соколова О.П.

**Відповідальний за випуск:** Котлик С.В.