

# Історичні, філософські, правові й кадрові проблеми фізичної культури та спорту

УДК 378

## ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ В СТРУКТУРІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ З ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА СПОРТУ

Наталія Бишевец<sup>1</sup>, Наталія Гончарова<sup>1</sup>, Олена Яковенко<sup>1</sup>,  
Михайло Родіоненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, bishevets@ukr.net

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2020-02-03-12>

### Анотації

**Актуальність теми дослідження.** Доведено, що виконання професійної діяльності сучасними фахівцями на високому професійному рівні в умовах розвиненого інформаційного середовища передбачає вільне володіння інформаційно-комунікаційними технологіями під час розв'язання професійно орієнтованих завдань. Науково-педагогічна спільнота зосереджена на проблемі формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів закладів вищої освіти з фізичної культури й спорту. **Мета дослідження** – розробити методику формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів закладів вищої освіти з фізичної культури та спорту на прикладі майбутніх фахівців із туризму в процесі моделювання туристичних потоків. **Методи дослідження** – вивчення, аналіз і систематизація літературних джерел й узагальнення передового педагогічного досвіду, що проводились із метою окреслення важливості формування в здобувачів вищої освіти вміння застосовувати інформаційно-комунікаційні технології для виконання практично орієнтованих завдань; методи математичного програмування застосовували в процесі розробки завдань оптимізації. **Результати роботи.** Запропоновано вдосконалення змісту професійної підготовки здобувачів вищої освіти шляхом формування компетенції виконувати професійно орієнтовані завдання в процесі моделювання туристичних потоків. Сутність методики розглянуто в ході розв'язання класичної задачі комівояжера, що полягає в знаходженні замкненого маршруту мінімальної довжини, котра поєднує всі пункти туристичної мережі. **Висновки.** Запропонований підхід реалізовується у формі лекційних і практичних занять. На лекційному занятті передбачено висвітлення ролі й місця інформаційно-комунікаційних технологій у сфері обслуговування споживачів туристських послуг, способів їх застосування для складання туристських маршрутів, огляд типових завдань оптимізації, формулювання постановки задачі комівояжера та представлення різноманіття методів знаходження її розв'язку. На практичному занятті пропонуємо колективне обговорення маршруту прогулянки й визначення можливих способів пересування, алгоритм виконання завдання за допомогою надбудови «Пошук рішення MS Excel», де побудову матриці відстаней також здійснюємо з використанням карти Google, а також зображення знайденого маршруту.

**Ключові слова:** туризм, маршрут, побудова, оптимізація, інформаційні технології, завдання, комівояжер.

**Наталія Бишевец, Наталія Гончарова, Елена Яковенко, Михаил Родионенко. Оптимизационные задачи в структуре образовательного процесса высших учебных заведений физической культуры и спорта. Актуальность темы исследования.** Доказано, что осуществление профессиональной деятельности современными специалистами на высоком профессиональном уровне в условиях развитой информационной среды предполагает свободное владение информационно-коммуникационными технологиями при решении профессионально-ориентированных задач. Научно-педагогическая общественность сосредоточивается на проблеме формирования информационно-технологической компетентности обучающихся высших учебных заведений физической культуры и спорта. **Цель исследования** – разработать методику формирования информационно-технологической компетентности обучающихся высших учебных заведений физической культуры и спорта на примере будущих специалистов по туризму в процессе моделирования туристических потоков. **Методы исследования** – изучение, анализ и систематизация литературных источников и обобщение передового педагогичес-

кого опыта, что проводились с целью определения важности формирования у обучающихся умения применять информационно-коммуникационные технологии для решения практико-ориентированных задач; методы математического программирования использовались в процессе разработки задач оптимизации. **Результаты работы.** Предлагается усовершенствование содержания профессиональной подготовки обучающихся высшего образования путем формирования компетенции решать профессионально-ориентированные задачи в процессе моделирования туристических потоков. Сущность методики рассматривается в ходе решения классической задачи коммивояжера, которая заключается в нахождении замкнутого маршрута минимальной длины, связывающей все пункты туристической сети. **Выводы.** Предложенный подход реализуется в формах лекционных и практических занятий. На лекционном занятии предусматривается освещение роли и места информационно-коммуникационных технологий в сфере обслуживания потребителей туристских услуг, способов их применения для составления туристских маршрутов, обзор типичных задач оптимизации, формулировка постановки задачи коммивояжера и представление многообразия методов нахождения ее решений. На практическом занятии предлагается коллективное обсуждение маршрута и определения возможных способов передвижения, алгоритм решения задачи при помощи надстройки «Поиск решения MS Excel», где построение матрицы расстояний также осуществляется при помощи карты Google, а также изображение найденного маршрута.

**Ключевые слова:** туризм, маршрут, построение, оптимизация, информационные технологии, задача, коммивояжер.

**Byshevets Nataliya, Honcharova Nataliya, Yakovenko Olena, Rodionenko Mykhailo. Optimization Tasks in the Structure of Educational Process of Physical Culture and Sports Higher Education Institutions. The Research Relevance.** It is proved that the implementation of professional activities by contemporary specialists at a high professional level in terms of advanced information environment provides free possession of information and communication technologies in solving professionally-oriented tasks. The scientific and pedagogical community is focused on the issue of forming information and technological competence of applicants of physical culture and sports higher education institutions. **The Research Aims** to develop methods of forming of information and technological competence of applicants of physical culture and sports higher educational institutions on the example of future tourism specialists in the process of modeling tourist flows. **The Research Methods:** study, analysis, and systematization of literary sources and generalization of advanced pedagogical experience have been conducted to outline the importance of forming in applicants of higher education abilities to apply information and communication technologies to solve practice-oriented tasks; methods of mathematical programming were used in the process of optimization tasks development. **The Research Results.** It is proposed to improve the content of professional training of higher education applicants by forming the competence to solve professionally-oriented tasks in the process of modelling tourist flows. The idea of the method is considered in the course of solving a classic problem of a salesman, which lies in finding a minimum length closed route, which connects all points of a tourist network. **The Conclusions.** The proposed approach is realized in the form of lectures and practical classes. The lecture covers the role and place of information and communication technologies in the service sector of consumers of tourist services, ways of their use to compile tourist routes, review of typical optimization tasks, formulation of a salesman's task and presentation of diverse methods of finding its solutions. The practical lesson offers the collective discussion of the walking route and identification of possible ways to move, the algorithm for solving the task with the help of the Solver Add-in in Excel, where the distance matrix is also built using a Google map and images of the found route.

**Key words:** tourism, route, construction, optimization, information technologies, task, salesman.

**Вступ.** Невпинний розвиток технологій, засилля інформації, що постійно продукується й оновлюється, суспільне середовище, котре динамічно змінюється, – усе це породжує необхідність підготовки кадрів нової формації, здатних до миттєвої реакції на глобальні виклики сьогодення в умовах розвинутого інформаційного суспільства [12]. Відтак, з огляду на прискорений розвиток технологій та розширення інформаційних потоків, інформаційно-технологічну компетентність фахівців, незалежно від напрямку підготовки, треба розглядати як основу їхньої професійної компетентності [10]. Тому до першочергових завдань закладів вищої освіти (ЗВО) з фізичної культури й спорту потрібно віднести підготовку висококваліфікованих фахівців, спроможних відстежувати інновації, творчо осмислювати передовий досвід і знаходити власні шляхи розв'язання проблем, які виникають у процесі професійної діяльності, використовуючи сукупність технічних пристроїв, а отже, таких, що вільно володіють навичками та вміннями застосовувати інформаційно-комунікаційні технології (КТ) для виконання практично орієнтованих завдань.

Вивчаючи проблему формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів закладів вищої освіти з фізичної культури й спорту на прикладі майбутніх фахівців туристичної індустрії, ми помітили, що наукова спільнота зосереджена на проблемі кадрового забезпечення туристичної галузі, досліджує теоретико-методологічні засади формування професійної компе-

тентності майбутніх фахівців туристичної індустрії, переймається питаннями орієнтованості на практичну підготовку здобувачів вищої освіти з урахуванням кращих світових стандартів і запитів роботодавців [1]. Нині вчені досліджують напрями вдосконалення процесу підготовки майбутніх фахівців із туризму, котрі будуть супроводжувати туристів на маршрутах гірсько-пішохідного туризму [7], пропонують методи застосування ІКТ під час складання маршруту туристських мандрівок [2], намагаються віднайти способи інженерного обґрунтування й проектування нових туристичних маршрутів [11].

Цікавим професійно орієнтованим завданням, виконання якого спрямоване на формування професійної компетентності майбутніх фахівців із туризму розробляти маршрути й застосовувати здобуті знання в практичних ситуаціях, є задача комівояжера, сутність якої полягає в знаходженні шляху одноразового обходу всіх пунктів призначення мінімальної довжини з визначеного пункту та повернення до нього, якщо відомі відстані між ними, іншими словами – знаходження замкненого маршруту мінімальної довжини, що зв'язує всі пункти туристичної мережі [8].

Завдання комівояжера привертає багато уваги дослідників, оскільки до такого класу задач формально зводиться значна кількість прикладних завдань ефективної маршрутизації потоків, у тому числі сировини, інформації, енергоресурсів тощо [9; 17; 19].

Загальна задача комівояжера полягає в побудові в транспортній мережі найкоротшого замкненого маршруту без обмеження в однократному відвідуванні кожного пункту [9]. Однак зазвичай у туристів немає потреби багаторазово відвідувати той чи інший об'єкт, тому в практиці діяльності туристичних підприємств увагу привертає насамперед класична (гамільтонова) задача комівояжера.

Вивчаючи й узагальнюючи напрацювання фахівців із питань виконання завдання комівояжера, ми звернули увагу, що за збільшення чисельності об'єктів процес розв'язання задачі зростає, а якщо об'єктів понад 15 – то взагалі її можливо розв'язати лише наближеними методами [18]. Причому дотепер науковці намагаються знайти найбільш зручні способи її виконання й указують на складність пошуку оптимального її розв'язку [5]. Серед різноманіття методів знаходження розв'язку задачі комівояжера виокремлюють повний лексичний перебір, метод найближчого сусіда, метод гілок і меж, метод генетичних алгоритмів, алгоритм мурашиної колонії тощо [8]. Водночас фахівці пропонують розв'язувати задачу, використовуючи рекурентну нейронну мережу або хмарні технології Google Drive [4; 10; 13].

Потрібно звернути увагу, що формування професійної компетентності майбутніх фахівців із туризму до розробки маршрутів засобами ІКТ доцільно починати з практичних завдань із невеликою кількістю об'єктів, розв'язання яких засобами MS Excel детально представлено в літературі [15; 20]. Незважаючи на те, що завдання комівояжера стало звичайною справою в освітніх програмах з інженерного програмування [16], вивчається майбутніми економістами й менеджерами та, попри окремі напрацювання [2; 7], її потенціал доки не повною мірою використано для формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів ЗВО з фізичної культури й спорту, зокрема в процесі підготовки кадрів для туристичної галузі.

Отже, нині постала необхідність збагатити зміст підготовки майбутніх фахівців туристичної індустрії завданнями оптимізації й розробити методіку формування в них інформаційно-технологічної компетентності в процесі розробки туристичних маршрутів на основі досягнень сучасної науки та техніки.

**Мета дослідження** – розробити методіку формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів закладів вищої освіти з фізичної культури й спорту на прикладі майбутніх фахівців із туризму в процесі моделювання туристичних потоків.

**Методи дослідження** – вивчення, аналіз і систематизація літературних джерел та узагальнення передового педагогічного досвіду, що проводились із метою окреслення важливості формування в здобувачів вищої освіти вміння застосовувати інформаційно-комунікаційні технології для виконання практично орієнтованих завдань; методи математичного програмування застосовували в процесі розробки задач оптимізації.

**Результати дослідження.** Унаслідок дослідження розроблено методіку формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів ЗВО з фізичної культури та спорту в процесі розв'язання професійно орієнтованих задач на прикладі формування в майбутніх фахівців із туризму здатності розробляти туристичні маршрути з використанням ІКТ. Із цією метою відібрано цикл завдань оптимізації, які можуть бути корисними для досягнення поставленої цілі.

Розкриємо сутність методіки на прикладі задачі комівояжера.

Насамперед на лекційному занятті потрібно не лише якнайбільш широко висвітлити можливості ІКТ як потужного інструменту підвищення конкурентоспроможності туристичного підприємства й засобу спрощення розробки маршрутів і їх оптимізації, але й формувати мотивацію до застосування ІКТ під час виконання професійно орієнтованих завдань. Із цією метою доцільно використовувати наочні засоби навчання, зокрема інтерактивну дошку, що надає можливість продемонструвати процес конструювання маршруту, створює сприятливу атмосферу для діалогу, спонукаючи до обговорення об'єктів відвідування, і тим самим сприяє активізації пізнавальної активності слухачів.

На практичному занятті запропоновано безпосередньо перейти до виконання завдання. Залишаючи осторонь побудову математичної моделі задачі комівояжера, правила розбиття множини маршрутів, а також обґрунтування системи обмежень [20], ми зупинилися на відомому алгоритмі пошуку розв'язку класичної задачі комівояжера при невеликій кількості об'єктів відвідування засобами MS Excel [10].

Відомо, що ця задача має значну обчислювальну складність, яка, незважаючи на зростання потужності й продуктивності ІКТ, накладає обмеження на розмір вхідних даних [9]. Нині за допомогою стандартного програмного забезпечення, що застосовується в освітньому процесі, існує можливість знаходити замкнений контур для обходу між 10–12 пунктами, причому процес пошуку розв'язку триває до 15–20 хв [9]. Вочевидь, указаній кількості об'єктів цілком достатньо для задоволення потреби туристичних підприємств, тому в практику підготовки здобувачів ЗВО з фізичної культури та спорту, які навчаються за спеціальністю «Туризм», як завдання прикладного спрямування під час викладання дисципліни «Інформатика та інформаційні технології в фізичній культурі і спорті» доцільно включати задачу комівояжера розмірності, що допускає знаходження розв'язку засобами MS Excel. Крім того, на нашу думку, це завдання є корисним для бакалаврів спеціальності 017 «Фізичне виховання і спорт» та магістрів спеціальності 242 «Туризм», але воно повинно бути адаптоване до моделі професійної діяльності майбутнього фахівця з дотриманням основного алгоритму побудови туристичного маршруту.

Водночас цікавим виявився досвід застосування задач лінійного програмування під час розробки інтерактивного атласа Києва, який можна запозичити для практичного застосування в процесі підготовки майбутніх фахівців [8].

Зважаючи на те, що під час постановки завдання треба пропонувати не лише задачі професійного спрямування, але й такі, що можуть бути корисними в реальному житті, на практичному занятті запропоновано побудувати оптимізований маршрут пішохідної прогулянки, точкою початку якої є станція метро Театральна, а під час прогулянки планується відвідати сім пам'яток і повернутися назад.

На цьому етапі за картою Google визначаємо об'єкти, що розміщені в досяжній відстані від станції метро Театральна, й обираються ті пам'ятки, які бажано відвідати під час пішохідної прогулянки для подальшого їх унесення до маршруту. Потрібно звернути увагу, що, застосовуючи Google-карти, можемо не лише переглянути маршрут, але й визначити його довжину.

Практичне заняття складається з двох частин – колективного розв'язання задачі комівояжера з демонстрацією цього процесу викладачем за допомогою SMART-дошки та індивідуального завдання, аналогічного до попереднього.

**Постановка задачі** – розробити маршрут прогулянки містом, який починається й закінчується на станції метро Театральна та включає відвідування таких пам'яток, як Володимирський кафедральний собор, Золоті ворота, Пейзажна алея, пам'ятник Володимирі Великому, пам'ятник Богдану Хмельницькому, Михайлівський золотoverхий монастир й Андріївська церква таким чином, щоб план обходу був мінімальним, причому кожному пам'ятку відвідати один раз.

У нашому випадку після внесення пунктів відвідування з'ясувалося, що пішохідний маршрут, прокладений на Google-карти, становить 11 км. Причому запропонований шлях пересування відмічаємо на Google-Карті синім кольором.

Далі запропонуємо алгоритм розрахунку оптимального маршруту за допомогою надбудови «MS Excel Пошук рішення» та акцентуємо увагу на обмеженнях, відповідно до яких виконується умова зв'язності й умови щодо відвідування однієї пам'ятки лише один раз [5; 6; 15].

#### **Алгоритм розв'язання**

1. Проілюструвати всі можливі переміщення за списком локацій та довести до відома, що схематичне зображення всіх можливих маршрутів між об'єктами називається графом, де вершини – об'єкти відвідування, а ребра – відстані між ними.

Так, на рисунку (див. рис. 1 а) зображено можливий вибір початку обходу. Як бачимо, відповідно до запланованих для відвідування місць існує сім варіантів того, як розпочати прогулянку (рис. 1 б). Отже, для того щоб розв'язати задачу методом перебору, потрібно розглянути  $7!$  (усього 5040) допустимих розв'язків. Тут наголосимо, що застосування ІКТ робить цю процедуру здійсненною. Сформувані матрицю відстаней у таблиці MS Excel.



Рис. 1. Схематичне зображення можливих маршрутів, де а – можливі варіанти початку прогулянки; б – усі можливі варіанти

2. Знайти відстані між об'єктами за допомогою Google-Карти й заповнити вихідні дані.

Зауважимо, що скомпоновані в таблицю первинні дані, які містять інформацію щодо взаємного розміщення зазначених об'єктів, називаються матрицею відстаней, а шуканий замкнений маршрут – гамільтоновим циклом [8].

3. Головну діагональ матриці заповнити довільними великими значеннями, наприклад 999, що забезпечує виключення з припустимого маршруту ділянок, які відповідають відсутнім ділянкам доріг між пам'ятками, а на перетині рядків і стовпців відповідна відстань, як-от відстань між метро Театральна й Володимирським кафедральним собором, при пересуванні пішки становить 0,9 км.

Зазначимо, що відстані зручно шукати послідовно та результати зразу вносити в таблицю, пам'ятаючи, що матриця відстаней є симетричною, тобто її елементи симетричні відносно головної діагоналі й кожен показник (визначена відстань) записується як у рядку, так і в стовпці (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця (таблиця) відстаней між пам'ятками

Об'єкти відвідування	Метро Театральна	Володимирський кафедральний собор	Золоті ворота	Пейзажна алея	Пам'ятник Володимиру Великому	Пам'ятник Богдану Хмельницькому	Михайлівський золотоверхий монастир	Андріївська церква
Метро Театральна	999	0,9	0,8	2,3	1,8	1,3	1,3	1,9
Володимирський кафедральний собор	0,9	999	0,75	1,9	2,6	1,4	1,7	2
Золоті ворота	0,8	0,75	999	1,5	1,8	0,7	1	1,3
Пейзажна алея	2,3	1,9	1,5	999	2,3	1,4	1,5	1,7
Пам'ятник Володимиру Великому	1,8	2,6	1,8	2,3	999	1,1	0,85	1,1
Пам'ятник Богдану Хмельницькому	1,3	1,4	0,7	1,4	1,1	999	0,3	0,6
Михайлівський золотоверхий монастир	1,3	1,7	1	1,5	0,85	0,3	999	0,6
Андріївська церква	1,9	2	1,3	1,7	1,1	0,6	0,6	999

4. Сформувані шукану матрицю обходу пам'яток (порожня таблиця, що містить назви рядків і стовпців).

5. У комірках «Виходять» та «Входять» розрахувати суми елементів за рядками й стовпцями.
6. Сформувані допоміжну матрицю обмежень та внести відповідні формули в комірки.
7. Внести формулу в комірку для цільової функції, яка містить сумарну довжину маршруту за допомогою вбудованої функції СУУПРОИЗВ (матриця відстаней; матриця обходу).
8. Застосувати надбудову «Пошук рішення», указуючи обмеження й зазначаючи такі параметри пошуку, як лінійна модель, невід'ємні значення.

Під час унесення обмежень звертаємо увагу на такі вимоги (рис. 2 б):

– булевий тип даних шуканої матриці обходу пам'яток, елементи якої  $x_{ij}$  можуть приймати лише два значення:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо комівояжер після пункту } i \text{ рухається в } j \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases} \quad (1)$$

– суми вхідних і вихідних діапазонів значень матриці обходу по рядках і стовпцях дорівнюють 1 (умова однократного відвідування кожної пам'ятки);

$$\sum_{j=0} x_{ij} = 1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, n; \quad j \neq i \quad (2)$$

$$\sum_{i=0} x_{ij} = 1; \quad j = 0, 1, 2, \dots, n; \quad j \neq i \quad (3)$$

– обмеження, яке виключає можливість розпадання маршруту на підцикли, тобто забезпечує неможливість розриву контуру:

$$z_i - z_j + (n-1)x_{ij} \leq n-2 \quad (4)$$

де  $n$  – кількість усіх пунктів перебування, включаючи пункт виходу й повернення,

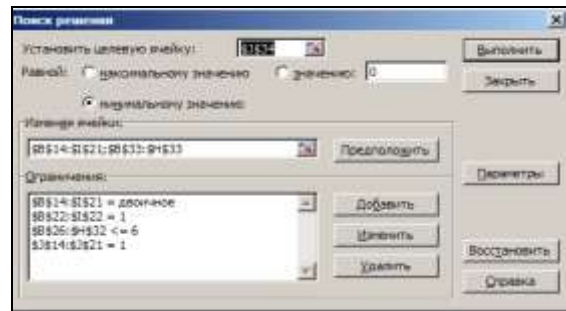
$z_i, z_j$  – додаткові змінні, що дають підставу сформулювати умову зв'язності маршруту.

Унаслідок розрахунків отримуємо матрицю обходу, заповнену одиницями й нулями. При цьому на перетині рядка та стовпця отримуємо 1 у випадку, якщо треба рухатися з об'єкта  $i$  до  $j$ , а 0 – в іншому випадку.

Із рисунка (рис. 2 а) зрозуміло, що починати прогулянку варто, рухаючись від станції метро Театральна до Володимирського собору, потім – до Пейзажної алеї, далі – до пам'ятника Володимирі Великому, Андріївської церкви й т. д. (рис. 2 г).

Шукана матриця обходу пам'яток									
	Метро Театральна	Володимирський собор	Золоті Ворота	Пейзажна алея	Пам'ятник Володимирі Великому	Пам'ятник Андрію Великому	Михайлівська церква	Лаврська церква	входять
Метро Театральна	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Володимирський собор	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Золоті Ворота	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Пейзажна алея	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Пам'ятник Володимирі Великому	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Пам'ятник Андрію Великому	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Михайлівська церква	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Андріївська церква	0	0	0	0	1	0	0	0	1
входять	1	1	1	1	1	1	1	1	1

а)



б)

Обмеження за додатковими змінними								
	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$	$z_7$	$z_8$	$Z_j$
$z_2$	0	-6	6	-3	-5	-4	-2	0
$z_3$	6	0	5	3	1	2	4	6
$z_4$	1	-5	0	-2	-4	-3	6	1
$z_5$	3	-3	2	0	-2	6	1	3
$z_6$	5	6	4	2	0	1	3	5
$z_7$	4	-2	3	1	6	0	2	4
$z_8$	2	-4	1	6	-3	-2	0	2
Змінні $Z_i$	0	6	1	3	5	4	2	
Цільова функція (найкоротший шлях)								8,25

в)



г)

Рис. 2. Результати розрахунків,

де а – план прогулянки; б – реалізація обмежень у надбудові «MS Excel Пошук рішення»; в – результат знаходження довжини оптимального маршруту; г – замкнений контур мінімальної довжини

Потрібно наголосити, що в ході обчислення мінімальної довжини маршруту формується контур, який охоплює об'єкти відвідування проти годинникової стрілки. Зрозуміло, що на практиці ми так само можемо рухатися за годинниковою стрілкою й подолаємо при цьому маршрут установленої довжини.

Як бачимо, отриманий маршрут, представлений у комірці Цільова, – функція, що становить 8,25 км, що на 2,75 км менше, порівняно з маршрутом, визначеним за допомогою Google-карти.

Для закріплення знань корисно запропонувати виконати аналогічне завдання, наприклад додати до маршруту відвідування собору Святого Олександра й побачити, як зміниться план прогулянки. За результатами застосування Google-карти в цьому випадку пішохідний маршрут становитиме 11,2 км.

Після знаходження оптимального маршруту отримуємо план відвідування визначених пам'яток й установлюємо, що маршрут дорівнюватиме 8,4 км, тобто вже на 2,8 км менше, порівняно із запропонованим (рис. 3, б).

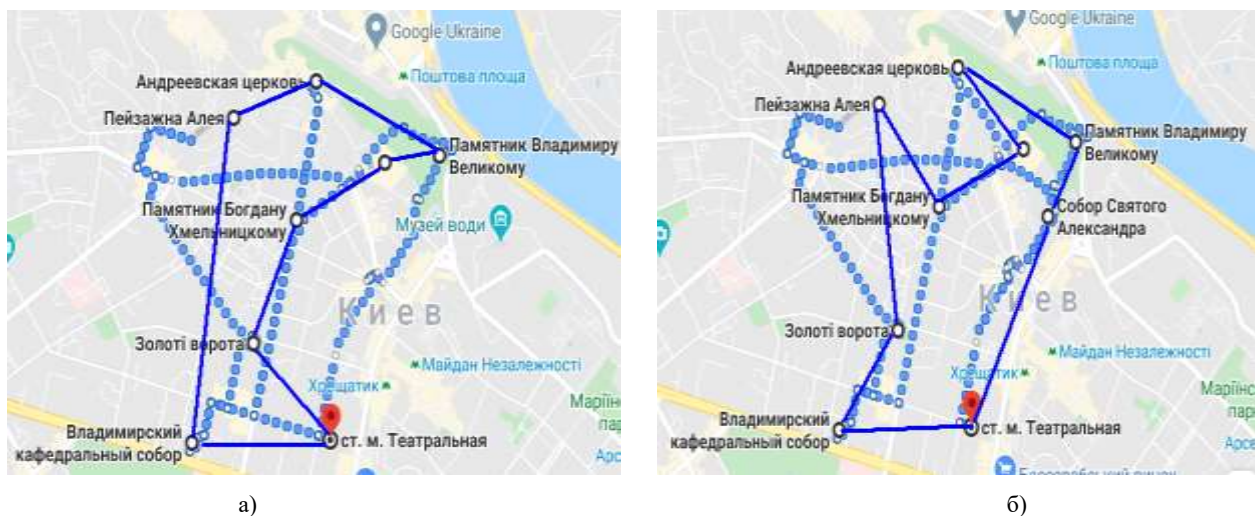


Рис. 3. Схема маршруту пішохідної прогулянки з метою відвідування пам'яток Києва, де а – маршрут 1; б – маршрут 2

Потрібно додати, що перша частина практичного завдання призначена для колективного розв'язання, а друга – для індивідуальної роботи під керівництвом викладача, у той час як для самостійного опрацювання студентам пропонується розбитися на групи, розробити власний маршрут і перевірити його тривалість, відвідуючи визначені пам'ятки.

**Дискусія.** Перед ЗВО з фізичної культури й спорту постає завдання формування інформаційно-технологічної компетентності майбутніх фахівців. Так само підготовка кадрів із туризму, які можуть швидко реагувати на світові вимоги ринку праці, адаптуватися до змін у професійному середовищі [3], передбачає їх озброєння теоретичними знаннями та практичними навичками виконувати професійну діяльність на високому професійному рівні, використовуючи ІКТ.

Ураховуючи зростаючу значущість інформаційно-технологічної компетентності майбутніх фахівців із фізичної культури та спорту, що передбачає здатність застосовувати ІКТ під час розв'язання практично орієнтованих завдань і практичної значущості задачі комівояжера в роботі туристичних підприємств, ми запропонували поряд з іншими окремими задачами математичного програмування (задача про найкоротший шлях, задача про потік мінімальної вартості), застосовувати її в практиці підготовки майбутніх фахівців із туризму.

У ході дослідження нами запропоновано методику формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів закладів вищої освіти з фізичної культури та спорту на прикладі майбутніх фахівців із туризму в процесі моделювання туристичних потоків. Потрібно акцентувати на тому, що важливим аспектом запропонованої методики є зосередження на практичній стороні завдання, залишаючи поза увагою теоретичне обґрунтування пошуку розв'язку задачі. Тобто в процесі розв'язання задачі формули повідомляються без переобтяження навчального матеріалу відомостями з математичного програмування, зацентрувавши увагу на булевому типі даних шуканої матриці, необхідності одноразового відвідування кожної пам'ятки й дотриманні умови зв'язності.

Також, на нашу думку, цікава ідея – це використання можливостей карти Google. Дійсно, досвід показав, що унаочнення процесу складання списку локацій значно активізує пізнавальну активність студентів, сприяє їх залученню до обговорення можливого маршруту, заохочує до подальшого вивчення запропонованої теми й застосування отриманих знань на практиці.

Звичайно, залежно від освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки здобувачів завдання для практичних робіт потрібно модифікувати й ускладнювати. Так, для здобувачів, котрі навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» за напрямом підготовки «Туризм» доцільно пропонувати спрощені завдання з готовим набором вихідних даних. Водночас для магістрів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Туристично-екскурсійне обслуговування», треба використовувати Google-тренди для вибору об'єктів, які мають найбільшу туристичну привабливість, Google-карти для визначення матриці відстаней між об'єктами, пропонувати творчі завдання.

На нашу думку, ефективність процесу формування інформаційно-технологічної компетентності майбутніх фахівців із туризму вимагає дотримання таких умов: застосування інтерактивної дошки для колективного вибору об'єктів, запланованих для відвідування, нехтування математичними викладеннями на користь практичного аспекта розв'язання задачі, наочне представлення маршруту, самостійне розв'язання здобувачами подібних задач із доданням одного чи кількох об'єктів до переліку локацій і порівняння результатів маршрутів пересування залежно від планів відвідування тих чи інших пам'яток, а також застосування отриманих знань під час розробки власного маршруту.

Потрібно звернути увагу, що додання одного об'єкта до маршруту, який знайдено під час колективного розв'язання задачі, та визначення того, як зміниться шлях пересування після цього, не лише сприяє закріпленню знань і формуванню навички пошуку розв'язку задачі комівояжера, але й стимулює майбутніх фахівців туристичної індустрії до подальшого творчого застосування знань у практичній діяльності.

**Висновки.** Сучасна система освіти орієнтована на компетентнісний підхід та передбачає підготовку здобувачів ЗВО з фізичної культури й спорту до продуктивної діяльності в умовах розвинутого інформаційного суспільства, а отже, спрямована на формування в них здатності використовувати ІКТ для виконання завдань, що можуть виникати під час професійної діяльності.

Формування в майбутніх фахівців із туризму інформаційно-технологічної компетентності є важливим кроком для підвищення рівня підготовки кадрів для туристичної галузі.

У зміст підготовки майбутніх фахівців сфери туризму потрібно включити окремі задачі математичного програмування, зокрема задачу комівояжера, причому для практичних завдань корисно відібрати задачі з невеликою кількістю об'єктів.

Запропоновано методiku формування інформаційно-технологічної компетентності здобувачів ЗВО з фізичної культури й спорту на прикладі формування в майбутніх фахівців із туризму здатності застосовування ІКТ під час моделювання туристичних маршрутів у ході розв'язання задачі комівояжера з допустимою чисельністю об'єктів, кількість яких дає змогу використовувати надбудову «Пошук рішень MS Excel».

Залежно від освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки завдання доцільно модифікувати й ускладнювати, пропонуючи спрощені завдання з готовим набором вихідних даних для здобувачів, котрі навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» за напрямом підготовки «Туризм», або використовувати Google-тренди для вибору об'єктів, котрі мають найбільшу туристичну привабливість, і Google-карти для визначення матриці відстаней та розробляючи творчі завдання для магістрів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Туристично-екскурсійне обслуговування».

Подальше дослідження заплановано спрямувати на застосування оптимізаційних задач із метою забезпечення спадкоємності рівнів вищої освіти в процесі формування професійної компетентності майбутніх фахівців із фізичної культури та спорту.

#### *Джерела та література*

1. Аніщенко А. П., Зайцева М. М. Підготовка кадрів туристичної індустрії. *Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна»*. 2015. № 11. С. 39–43.
2. Блістів Т., Сергієнко К., Бишевець Н. Використання інформаційних технологій при складанні маршруту туристських мандрівок. *Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: матеріали VII Всеукр. наук.-практ конф. з міжнар. участю*. Львів, 2010. С. 329–335.
3. Генкал С. Формування професійно-педагогічної компетентності майбутніх учителів біології. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2018. № 9 (83). С. 208–218. URL: <http://dx.doi.org/10.24139/2312-5993/2018.09/208-218>.



4. Данилевич С. Б. Решение оптимизационных задач средствами таблиц Google. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 6/6(26). С. 12–15. URL: <http://dx.doi.org/10.15587/2312-8372.2015.55642>
5. Данчук В. Д., Сватко В. В. Оптимізація пошуку шляхів по графу в динамічній задачі комівояжера методом модифікованого мурашиного алгоритму. *System Research & Information Technologies*. 2012. № 2. С. 78–86.
6. Додонов О. Г., Кузьмичов А. М. Оптимізаційні моделі еволюційного програмування в MS Excel: розв'язанні задачі комівояжера з обмеженнями alldifferent. *Ресурсація, зберігання і обробка даних*. 2011. № 3 (13). С. 3–16.
7. Зігунова І. С. Сутність інноваційної системи професійної підготовки інструкторів гірсько-пішохідного туризму в університеті. *Молодий вчений*. 2018. № 4.2 (56.2). С. 122–125.
8. Іксанов О. М., Полоцький С. В., Голубцов О. Г. Застосування задач лінійного програмування при розробці інтерактивного атласу Києва. *Фізична географія та геоморфологія*. 2016. Вип. 4(84). С. 117–120.
9. Левченко А. Ю. Методи прискорювання обчислень в задачах оптимальної маршрутизації: дис... канд. техн. наук: 01.05.02/Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2013. 20 с.
10. Лодатко Є. Інформаційно-технологічна компетентність як основа підготовки майбутніх інженерів-педагогів до розвитку технічної творчості учнів. *Молодь і ринок*. 2015. № 7. С. 13–16.
11. Матвійчук Л. Ю., Лепкий М. І., Костенко С. А. Шляхи модернізації та вдосконалення туристичних маршрутів за допомогою новітніх технологій. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Гуманітарні і суспільні науки*. 2016. № 21(16). С. 69–76.
12. Муромець В. Г. Розвиток загальних компетентностей студентів магістратури як об'єкт наукових досліджень. *Освітлогічний дискурс*. 2016. № 1 (13). С. 121–130.
13. Тарков М. С. Решение задачи коммивояжера с использованием рекуррентной нейронной сети. *Сиб. журн. вычисл. математики/РАН. Сиб. отд-ние. Новосибирск*, 2015. № 3 (18). С. 337–347.
14. Тимофієва Н. К. Про деякі властивості множини розв'язків задачі комівояжера. *Управляющие системы и машины*. 2018. № 5. С. 3–12. URL: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.15407/usim.2018.05.003>
15. Fylstra D., Lasdon L. Design and Use of the Microsoft Excel Solver. *INTERFACES*. 1998. Vol. 28, № 5. P. 29–55.
16. Gayev Y., Kalmikov V. The travelling salesman problem in the engineering education programming curriculum. *Proceedings of the National Aviation University*. 2017. № 3(72). P. 90–98.
17. Kabadi Santosh N. New polynomially solvable classes and a new heuristic for the travelling salesman problem and its generalization. *Discrete Appl. Math.* 2002. № 1–2 (119). P. 149–167.
18. Oda Yoshiaki. An asymmetric analog of van der Veen conditions and the traveling salesman problem. *II. Eur. J. Oper. Res.* 2002. № 1 (138). С. 43–62.
19. Jonsson Hakan. The travelling salesman problem for lines in the plane. *Inf. Process. Lett.* 2002. № 3 (82). P. 137–142.
20. Pataki G. Teaching Integer Programming Formulations Using the Traveling Salesman Problem. *Society for Industrial and Applied Mathematics*. 2003. № 1(45). P. 116–123. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.34.7256&rep=rep1&type=pdf>

#### References

1. Anishchenko, A. P., Zaytseva, M. M. (2015). Pidhotovka kadriv turystychnoyi industriyi [Training staff for tourist industry]. *Zbirnyk naukovykh prats Khmelnytskoho instytutu sotsialnykh tekhnolohiy Universytetu «Ukrayina»*, 11, 39–43.
2. Blistiv, T., Serhiyenko, K., Bishevets, N. (2010). Vykorystovuyut informatsiyni tekhnolohiyi pry skladanni marshrutiv turyst-skykh mandrivok [Use of information technologies in the compilation of tourist travel route]. *Problemy aktyvizatsiyi rekreatsinyo-ozdorovchoyi diyalnosti pratsi: materialy VII Vseukr. nauk.-prakt konf. z mizhnarodnym uchastyu*. Lviv, 329–335.
3. Genkal, S. (2018). Formuvannya profesiyno-pedahohichnoyi dostovirnosti maybutnikh vzhvanykh biolohiy [Formation of future biology teachers' professional-pedagogical competence]. *Pedahohichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyni tekhnolohiyi*, 9 (83), 208–218. URL: <http://dx.doi.org/10.24139/2312-5993/2018.09/208-218>.
4. Danylevych, S. B. (2015). Resheniye optimizatsionnykh zadach sredstvami tablits Google [Solution of optimization problems by means of Google tables]. *Technology audit and production reserves*. 6/6 (26), 12–15. URL: <http://dx.doi.org/10.15587/2312-8372.2015.55642>
5. Danchuk, V. D., Svatko, V. V. (2012). Optyimizuyte poshuk shlyakhiv po hrafu v dynamichniy zadachi komisiozhera metodu modyfikovanoho murashynoho alhorytmu [Optimization of search for paths by graph in the dynamic problem of the salesman by the method of the modified ant algorithm]. *System Research & Information Technologies*, 2, 78–86.
6. Dodonov, O. H., Kuzmychov, A. M. (2011). Optyimizatsiyni modeli evolyutsionuyut u prohrami MS Excel: rozshyreni zavdannya komisinyoi roboty iz obmezhennyam alldifferent [Optimization Models of Evolu-

- tionary Programming in MS Excel: Solving the Salesman's Problem with alldifferent constraints]. *Reyestratsiya, zberihannya ta upakovka danykh*, 3 (13), 3–16.
7. Zihunova, I. S. (2018). Suttjevi innovatsiyini systemy, shcho vykorystovuyutsya v instrumentakh, ye nayhirshym ta pishokhidnym turyzmom v universytetakh [Essence of the innovativesystem of training mountain and hiking tourism instructorsin the university]. *Young Scientist*, 4.2 (56.2), 122–125.
  8. Iksanov, O. M., Polotskyu, S. V., Holubtsov, O. H. (2016). Zastosuvannya zavdannya liniynoho prohramu-vannya pry rozrobtsi interaktyvnoho atlasu Kyveva [Application of linear programming problems in the development of interactive Kiev atlas]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 4 (84), 117–120.
  9. Levchenko, A. Yu. (2013). Metody pryskoryuvannya obliku v zadachi optymальноi marshrutzatsiyi. Dys... kand. tekhn. nauk: 01.05.02/Kharkivskyi natsionalnyi universytet radioelektroniky, Kharkiv, 20 p.
  10. Lodatko, Y. E. (2015). Informatsiyno-tekhnologichna kompetentnist yak osnova pidhotovky maybutnikh inzheneriv-pedahohiv do rozvytku tekhnichnoyi tvorchosti uchniv. *Molod i rynok*, 7, 13–16.
  11. Matviychuk, L. Yu., Lepkyi, M. I., Kostenko, S. A. (2016). Shlyakhy modernizatsiyi ta vdoskonalennya turystychnykh marshrutiv za dopomohoyu novitnikh tekhnolohiy [The ways of modernization and perfection of tourist routes with the help of the newest technologies]. *Naukovyy visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu Humanitarni i suspilni nauky*, 21(16), 69–76.
  12. Muromets, V. H. (2016). Rozvytok zahalnykh kompetentnostey studentiv mahistratury yak obyekt naukovykh doslidzhen [Development of general competence master students as an object of scientific research]. *Osvitolohichnyy dyskurs*, 1(13), 121–130.
  13. Tarkov, M. S. (2015). Resheniye zadachi kommivoyazhera s ispol'zovaniyem rekurrentnoy neyronnoy seti [Solution of the traveling salesman problem using a recurrent neural network]. *Sib. zhurn. vychisl. matematiki/RAN. Sib. otd-niye. Novosibirsk*, 3 (18), 337–347.
  14. Tymofiyeva, N. K. (2018). Pro deyaki vlastyivosti mnozhyny rozv'yazkiv zadachi komivoyazhera [On some properties of the set of solutions of the traveling salesman problem]. *Upravlyayushchye systemy y mashyny*, 5, 3–12. URL: <https://doi.org/10.15407/usim.2018.05.003>
  15. Fylstra, D., Lasdon, L. (1998). Design and Use of the Microsoft Excel Solver. *INTERFACES*, 28 (5), 29–55.
  16. Gayev, Y., Kalmikov, V. (2017). The travelling salesman problem in the engineering education programming curriculum. *Proceedings of the National Aviation University*, 3(72), 90–98.
  17. Kabadi Santosh, N. (2002). New polynomially solvable classes and a new heuristic for the travelling salesman problem and its generalization. *Discrete Appl. Math.*, 1–2 (119), 149–167.
  18. Oda Yoshiaki (2002). An asymmetric analog of van der Veen conditions and the traveling salesman problem. *II. Eur. J. Oper. Res.*, 1(138), 43–62.
  19. Jonsson, Hakan (2002). The travelling salesman problem for lines in the plane. *Inf. Process. Lett.*, 3 (82), 137–142.
  20. Pataki, G. (2003). Teaching Integer Programming Formulations Using the Traveling Salesman Problem. *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 1(45), 116–123. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/-viewdoc/download?doi=10.1.1.34.-7256&rep=rep1&type=pdf>

Стаття надійшла до редакції 27.03.2020 р.