

УДК 371.3

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-1/35>**Романюк О.Н.**

Вінницький національний технічний університет

Снігур А.В.

Вінницький національний технічний університет

Куклій Д.В.

Вінницький національний технічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНИХ МАРШРУТІВ НА ОСНОВІ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

У статті розглянута задача оптимізації профорієнтаційних маршрутів по школах міста Вінниці. Завдяки своєму широкому застосуванню теорія про знаходження найкоротших шляхів останнім часом інтенсивно розвивається і використовується в різних галузях науки і техніки, у тому числі і для оптимального профорієнтаційного маршруту.

Застосування різного роду оптимізаційних методів під час професійної орієнтації молоді – це комплексна науково обґрунтована система форм, методів та засобів впливу на особу з метою оптимізації її професійного самовизначення на основі врахування професійно важливих особистісних характеристик кожного індивідуума та потреб ринку праці. Вона спрямована на досягнення збалансованості між професійними інтересами і можливостями людини та потребами суспільства в конкретних видах професійної діяльності. Професійна орієнтація є складовою частиною соціально-орієнтованої ринкової економіки, яка впливає на ринок праці, товарів, послуг та капіталу.

Профорієнтаційна робота сприяє цілеспрямованому розвитку здібностей людини, зростанню її професіоналізму, працездатності, збереженню здоров'я і виступає одним із важливих елементів державної політики в сфері соціального захисту та зайнятості населення, забезпечує ефективне використання трудового потенціалу особи, підвищення її соціальної та професійної мобільності. Профорієнтаційні заходи стимулюють пошук людиною найефективніших засобів підвищення свого професійно-кваліфікаційного рівня, розвиток соціально-економічної ініціативи, інтелектуальної та трудової незалежності.

Головною метою профорієнтаційної роботи є сприяння специфічними для неї методами посиленню конкурентоспроможності працівника на ринку праці і досягнення продуктивної зайнятості населення.

Основними завданнями організації системи професійної орієнтації є: заохочення та формування позитивного ставлення молоді до здобуття вищої освіти, розповсюдження інформації про ВНТУ та залучення молоді до вступу на навчання до ВНТУ.

Завдяки цьому у цій роботі проведений аналіз оптимальних довжин профорієнтаційних маршрутів по школах міста Вінниці з урахуванням їх поділу на допоміжні маршрути відповідно до особливостей розташування шкіл. Задача розв'язується на основі задачі комівояжера.

Ключові слова: оптимізація, профорієнтаційний маршрут; задача комівояжера; кластерний метод, оптимальний маршрут.

Постановка проблеми. Проблемою дослідження є модифікація генетичного алгоритму шляхом додавання умов на основі кластерного методу для його практичного застосування у профорієнтаційних поїздках, що дає можливість визначити оптимальний маршрут, який враховує необхідність, через обмеження у часі, розбиття його на певну кількість підмаршрутів та необхідність перебування у певній точці маршруту впродовж заданого часу, порівняно з іншими методами, наприклад, шляхом додавання до часу поїздки

часу перебування у точках (школах) та встановлення або обмеження кількості точок у підмаршруті, або кілометражу, або часу підмаршруту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні типові способи практичного застосування оптимізаційних задач для відповідного пошуку оптимальних маршрутів [1], [2], [3], до яких можна віднести і профорієнтаційні, як правило використовують методи Дейкстри та Флойда. Так, за допомогою алгоритму Дейкстри [1] знаходиться найкоротша відстань між вершинами графа, але

цей спосіб не призначений для графів з великою кількістю вершин. Метод Флойда [2] використовує різні алгоритми для пошуку найкоротшої відстані між різними вершинами, але тут не враховується необхідність об'їхати всі вершини. Хвильовий метод [3] також використовує зазначені вище різні алгоритми, але не дає можливість задати одну і ту ж вершину як початкову та кінцеву одночасно (не враховує повернення у початкову точку). Також типові перелічені способи не дозволяють встановлювати обмеження у часі при обході вершин графа та необхідність залишитись у школі (вершині графа) на певний проміжок часу, щоб провести профорієнтаційний захід.

Так як профорієнтаційні маршрути, що розглядаються у даній роботі, мають охоплювати всі школи на визначеній території із поверненням у початкову точку в кінці робочого дня, то актуальним для цього буде використання спеціальним чином модифікованого генетичного алгоритму [4] додатково із врахування зазначених часових обмежень та застосуванням кластерного методу для поділу загальної кількості шкіл на частини із визначенням при цьому відповідних підмаршрутів [5].

Постановка завдання.

1. Модифікація генетичного алгоритму для практичного застосування його при оптимізації профорієнтаційного маршруту на автомобілі по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та часу виділеного на кожен підмаршрут;

2. Модифікація генетичного алгоритму для практичного застосування його при оптимізації профорієнтаційного маршруту на громадському транспорті по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та часу виділеного на кожен підмаршрут;

3. Модифікація генетичного алгоритму для практичного застосування його при оптимізації

профорієнтаційного маршруту на автомобілі по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та кількістю шкіл виділених на кожен підмаршрут;

4. Модифікація генетичного алгоритму для практичного застосування його при оптимізації профорієнтаційного маршруту на громадському транспорті по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та кількістю шкіл виділених на кожен підмаршрут;

Викладення основного матеріалу дослідження. Оптимізація профорієнтаційного шляху по школах м. Вінниці буде здійснюватися на основі графу, вершинами якого є 35 шкіл та ВНТУ, що слугуватиме початковою та кінцевою точкою. Граф побудований на основі використання Google Maps, який аналізує всі можливі шляхи між заданими точками та показує оптимальні варіанти для переміщення між школами на автомобілі. В результаті отримано граф, на якому вершини означають школи (рис. 1).

Фрагмент таблиці часу переміщення за допомогою громадського транспорту між усіма точками побудованої з використання Google Maps зображено на рисунку 2 (час у хвилинах).

Для зручності обрахунків профорієнтаційних маршрутів на автомобілі буде використовуватися таблиця відстаней між усіма точками з використання Google Maps, фрагмент якої представлено на рисунку 3 (відстань подано у кілометрах).

Для вирішення всіх чотирьох задач поставлених у статті для пошуку оптимального профорієнтаційного маршруту необхідно здійснити модифікацію генетичного алгоритму за допомогою додавання умов, що взяті з кластерного методу k-середніх. При цьому передбачається:

1. Використання алгоритмів вирішення задачі комівояжера.

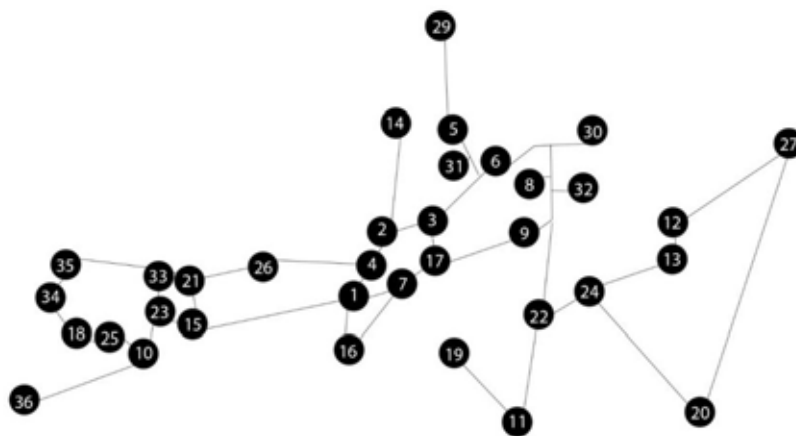


Рис. 1. Граф розміщення шкіл по м. Вінниці

	внту	Гуманітарна гімназія №1 імені М.І.Пирогова	ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №2	ЗОШ І-ІІІ ст. №3 ім. М.Коцюбинського	ЗОШ І-ІІІ ст. №4 ім. Д.І. Менделєєва	ЗОШ І-ІІІ ст. №5	ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №6	ЗОШ І-ІІ ст. - ліцей №7	ЗОШ І-ІІІ ст. №8	ЗОШ І-ІІІ ст. №9	ЗОШ І-ІІІ ст. №10	ЗОШ І-ІІІ ст. №11	ЗОШ І-ІІІ ст. №12	ЗОШ І-ІІІ ст. №13
внту	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гуманітарна гімназія №1 імені М.І.Пирогова	0	32	26	29	29	31	32	35	40	39	17	56	48	50
ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №2	1	32	0	16	20	15	25	25	18	30	23	29	36	25
ЗОШ І-ІІІ ст. №3 ім. М.Коцюбинського	2	26	16	0	19	9	18	19	10	26	20	29	37	33
ЗОШ І-ІІІ ст. №4 ім. Д.І. Менделєєва	3	29	20	19	0	25	29	29	26	30	23	36	35	36
ЗОШ І-ІІІ ст. №5	4	29	15	9	25	0	29	29	0	32	26	33	35	37
ЗОШ І-ІІІ ст. - ліцей №7	5	31	25	18	29	29	0	12	29	23	19	40	41	33
ЗОШ І-ІІІ ст. №8	6	32	25	19	29	29	12	0	28	10	17	39	38	31
ЗОШ І-ІІІ ст. №9	7	35	18	10	26	8	29	28	0	30	26	29	29	31
ЗОШ І-ІІІ ст. №10	8	40	30	26	30	32	23	10	30	0	14	42	28	24
ЗОШ І-ІІІ ст. №11	9	39	23	20	23	26	19	17	26	14	0	40	25	21
ЗОШ І-ІІІ ст. №12	10	17	29	29	36	33	40	39	26	42	40	0	48	41
ЗОШ І-ІІІ ст. №13	11	54	34	37	35	35	41	38	39	28	25	48	0	34
ЗОШ І-ІІІ ст. №12	12	48	25	33	35	35	33	31	29	24	21	41	36	0
ЗОШ І-ІІІ ст. №13	13	50	34	31	34	37	32	29	31	26	22	42	36	2

Рис. 2. Фрагмент таблиці часу в переміщення за допомогою громадського транспорту

	внту	Гуманітарна гімназія №1 імені М.І.Пирогова	ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №2	ЗОШ І-ІІІ ст. №3 ім. М.Коцюбинського	ЗОШ І-ІІІ ст. №4 ім. Д.І. Менделєєва	ЗОШ І-ІІІ ст. №5	ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №6	ЗОШ І-ІІ ст. - ліцей №7	ЗОШ І-ІІІ ст. №8	ЗОШ І-ІІІ ст. №9	ЗОШ І-ІІІ ст. №10	ЗОШ І-ІІІ ст. №11	ЗОШ І-ІІІ ст. №12	ЗОШ І-ІІІ ст. №13	ЗОШ І-ІІІ ст. №14	ЗОШ І-ІІІ ст. №15	
внту	0	0,00	4,30	5,20	5,90	4,80	6,90	6,90	5,30	7,80	7,10	2,20	8,40	9,70	9,60	6,70	2,10
Гуманітарна гімназія №1 імені М.І.Пирогова	1	4,30	0,00	1,20	2,00	0,85	3,00	3,10	1,00	3,90	3,00	4,60	4,10	5,60	5,40	5,10	3,50
ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №2	2	5,20	1,20	0,00	1,30	0,55	2,30	2,40	1,00	4,60	3,10	4,20	4,20	5,70	5,50	4,10	3,10
ЗОШ І-ІІІ ст. №3 ім. М.Коцюбинського	3	5,90	2,00	1,30	0,00	1,30	2,10	2,20	1,50	2,50	1,50	5,30	4,10	4,10	3,90	4,30	4,20
ЗОШ І-ІІІ ст. №4 ім. Д.І. Менделєєва	4	4,80	0,85	0,55	1,30	0,00	2,40	2,50	0,50	3,30	2,50	4,10	3,60	5,10	5,20	4,50	3,00
ЗОШ І-ІІІ ст. №5	5	6,90	3,00	2,30	2,10	2,40	0,00	1,00	3,40	1,90	2,00	6,80	5,20	4,60	4,40	3,30	5,70
ЗОШ І-ІІІ ст. - гімназія №6	6	6,90	3,10	2,40	2,20	2,50	1,00	0,00	3,00	0,85	1,60	6,40	4,80	4,20	4,10	2,90	5,30
ЗОШ І-ІІ ст. - ліцей №7	7	5,30	1,00	1,00	1,50	0,50	3,40	3,00	0,00	3,00	2,10	4,70	3,10	4,60	4,50	5,60	4,40
ЗОШ І-ІІІ ст. №8	8	7,80	3,90	4,60	2,50	3,30	1,90	0,85	3,00	0,00	1,30	7,30	4,10	3,30	3,20	3,70	6,20
ЗОШ І-ІІІ ст. №9	9	7,10	3,00	3,10	1,50	2,50	2,00	1,60	2,10	1,30	0,00	6,40	3,20	2,60	2,40	3,90	5,70

Рис. 3. Фрагмент таблиці відстаней між точками

2. Профорієнтаційний маршрут має початкову точку – ВНТУ.

3. За один робочий день необхідно обійти максимально можливу кількість шкіл із загальної кількості із поверненням до початкової точки.

4. Шлях при проходженні певної кількості шкіл за один робочий день є профорієнтаційним підмаршрутом.

5. За початкові дані візьмемо граф представлений на рисунку 1.

6. Обмеження кількості робочих годин на день – 6 годин або 240 кілометрів, враховуючи, що швидкість руху автомобіля по місту (v) $40\text{км}\backslash\text{год}$.

7. Час перебування у школі – 1 година (позначимо P)

Модифікація генетичного алгоритму передбачає:

1. Для цього розбиваємо профорієнтаційний маршрут на підмаршрути з мінімальною відстанню між точками.

2. Для розбиття використовується кластеризація методом К-середніх (мета цього методу – розділити n спостережень на k кластерів, так щоб кожне спостереження належало до кластера з найближчим до нього середнім значенням).

Зазначений метод k -середніх базується на мінімізації суми квадратів відстаней між кожним спостереженням та центром його кластера. Але даний метод не враховує необхідність починати та завершувати маршрут в фіксованій заданій точці (ВНТУ), тому для вирішення поставлених задач застосуємо один із способів вирішення задачі комівояжера – генетичний алгоритм. Генетичний алгоритм – це еволюційний алгоритм пошуку, що використовується для вирішення задач оптимізації і моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію.

Модифікуємо генетичний алгоритм шляхом додавання до нього умов на основі кластерного методу. При цьому метод кластерного аналізу доцільно застосовувати лише у симбіозі із генетичним методом, оскільки сам по собі кластерний аналіз не дає змоги враховувати початкову та кінцеву точку відправлення. Щоб реалізувати модифікований варіант генетичного алгоритму, розглянемо всі можливі варіанти обрахунку часу на поїздку до будь-якої точки.

Визначимо загальний час, витрачений на поїздку з початкової до будь-якої з точок (шкіл), час перебування у ній та час, витрачений на шлях назад до початкової точки, за формулою:

$$T=P+2\cdot E_i,$$

де E – час, витрачений на шлях від початкової точки до заданої школи.

Такий вираз справедливий для школи, що розташована відносно далеко від інших шкіл на відстані близькій до половини відстані підмаршруту, що не дозволяє занести інші точки у даний кластер, який буде складатися в даному випадку тільки з однієї школи.

Визначимо час, витрачений на поїздку з початкової до будь-якої з точок (шкіл), час перебування у ній та час, витрачений на шлях до наступної точки, за формулою:

$$T=E_i+P+S_i,$$

де S – час, витрачений на шлях від однієї школи до іншої.

Так як дана точка є першою у підмаршруті, то в ній враховується не лише час, витрачений на поїздку до неї, і час перебування у ній, а також час переміщення до наступної школи.

Визначимо час, витрачений на перебування у школі та поїздку з поточної до кінцевої точки (ВНТУ) за формулою:

$$T=E_i+P,$$

Визначимо час перебування у поточній школі та час, витрачений на шлях до наступної точки, за формулою:

$$T=P+S_i,$$

Отже, застосуємо модифікований варіант генетичного алгоритму, який використовує вищевказані формули та описується системою рівнянь:

$$M = \begin{cases} i=1 \text{ AND } i=n, & P+2\cdot E_i; \\ i=1, & E_i+P+S_i; \\ i=n, & E_i+P; \\ i \neq 1 \text{ AND } i \neq n, & P+S_i, \end{cases}$$

де P – час проведення профорієнтаційного заходу в одній школі;

E_i – відстань між початковою та поточною точками;

S_i – відстань між попередньою та поточною точками;

n – кількість шкіл, виділених на один підмаршрут.

Елемент M_i є першим, якщо час від початкової до попередньої точки в сумі з часом, витраченим на дорогу до поточної школи, часом перебування у ній та часом переміщення з неї до кінцевої точки перевищує встановлений ліміт, що можна описати за такою нерівністю:

$$M_{i-1}+E_i+P+S_i > \text{Max},$$

де M_{i-1} – сума кілометражу/часу від початкової до попередньої точки;

Max – це максимально допустима кількість часу/кілометражу для одного підмаршруту.

Елемент M_i є останнім, якщо час від початкової до попередньої точки в сумі з часом, витраченим на дорогу до поточної школи та наступної, часом перебування у ній та наступній школі та

часом переміщення з наступної точки до кінцевої точки перевищує встановлений ліміт, що можна описати за такою нерівністю:

$$M_{i-1} + E_i + 2 * P + S_i + S_{i+1} > \text{Max},$$

де M_{i-1} – сума кілометражу/часу від початкової до попередньої точки;

S_{i+1} – відстань між поточною та наступною точками;

Max – це максимально допустима кількість часу/кілометражу для одного підмаршруту.

Здійснимо словесний опис алгоритму.

Крок 1. Якщо елемент є першим і останнім, то розраховуємо відстань від початкової точки до нього і назад до початкової точки, також додаємо час проведений у точці.

Крок 2. Якщо елемент є першим, то розраховуємо відстань від початкової точки до нього, додаємо час проведений у точці і час/кілометраж до наступної точки.

Крок 3. Якщо елемент є останнім, то до відстані від початкової точки до нього у даному підмаршруті, додаємо час проведений у точці і час/кілометраж до початкової точки.

Крок 4. Для усіх інших елементів додаємо до відстані від початкової точки до нього у даному підмаршруті час проведений у точці і час/кілометраж до наступної точки.

Запропонований модифікований генетичний алгоритм можна використовувати для вирішення всіх 4 задач.

Розглянемо на практиці застосування даного алгоритму. За початкові дані візьмемо: граф, представлений на рисунку 1; обмеження кількості робочих годин на день – 6 годин; час перебування у школі – 1 година; швидкість руху автомобіля по місті (v) – 40км\год.

Розрахунки підмаршрутів для оптимізації профорієнтаційного маршруту на автомобілі по школах з урахуванням часу, що виділяється на пере-

бування в школі, та часу, виділеного на кожен підмаршрут, представлено на рис. 4.

Для того щоб оцінювати результати обчислень чотирьох задач поставлених у цій роботі в однакових одиницях виміру необхідно приведення відстані до часу, а це можна реалізувати використовуючи те що в нас в початкових даних вказано швидкість руху автомобіля по місті (v) – 40км\год і використати формулу знаходження часу за відстанню, яку проїхав автомобіль та його швидкістю:

$$t = \frac{S}{v}$$

Отже, загальний час маршруту складає:

$$L = \frac{60 * \sum l_i}{v} = 2368 \text{ хв}$$

де l_i – відстань між точками та еквівалент часу, проведеного в точці (школі).

Розрахунки підмаршрутів для оптимізації профорієнтаційного маршруту на громадському транспорті по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі, та часу, виділеного на кожен підмаршрут, представлено на рис. 5.

Отже, загальний час маршруту складає:

$$L = \sum l_i = 3311 \text{ хв}$$

Розрахунки підмаршрутів для оптимізації профорієнтаційного маршруту на автомобілі по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та кількістю шкіл виділених на кожен підмаршрут, представлено на рис. За фіксовану кількість шкіл було обрано 5, так як 5 годин виділяється на перебуванні в усіх школах підмаршруту і година на рух автомобіля по місту. Оскільки швидкість автомобіля складає 40 км/год, то кожного дня буде проїхано до 40 кілометрів, чого достатньо для об'їзду 5 шкіл, що ми можемо побачити на рис. 6.

Отже, загальний час маршруту складає:

	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3	Маршрут №4	Маршрут №5	Маршрут №6	Маршрут №7
	0	0	0	0	0	0	0
	1	24	29	33	5	21	32
	34	13	6	3	14	17	31
	35	8	2	9	19	16	4
	7	11	15	27	23	22	36
	10	26	20	18	12	25	30
	0	0	0	0	0	0	0
Довжина	222	224	226	225	229	221	231

Рис. 4. Результати обчислень першої задачі

$$L = \frac{60 * \sum I_i}{V} + \frac{35 * 5 * 60}{5} = 2275,6 \text{ хв.}$$

Розрахунки підмаршрутів для оптимізації профорієнтаційного маршруту на громадському транспорті по школах з урахуванням часу, що виділяється на перебування в школі та кількістю шкіл виділених на кожен підмаршрут, представлено на рис. За фіксовану кількість шкіл було обрано 3, так як 3 годин виділяється на перебуванні в усіх школах підмаршруту і 3 години на рух автомобіля по місту. Кожного дня буде проїхано до 180 хвилин, чого достатньо для об'їзду 3 шкіл, що ми можемо побачити на рис. 7.

Отже, загальний час маршруту складає

$$L = \sum I_i + \frac{35 * 3 * 60}{3} = 3261 \text{ хв.}$$

Найшвидшим способом проведення профорієнтаційного маршруту є спосіб на автомобілі з обмеженням по кількості шкіл, тому на рисунку 8 представлено граф повного профорієнтаційного маршруту, розбитого на підмаршрути.

На основі проведеного дослідження сформулюємо рекомендації для здійснення профорієнтації:

1) При обмеженні підмаршруту по кількості шкіл, можна записувати в середньому 5 шкіл для

	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3	Маршрут №4	Маршрут №5	Маршрут №6	Маршрут №7	Маршрут №8	Маршрут №9	Маршрут №10	Маршрут №11	Маршрут №12
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	24	9	8	35	22	16	17	21	36	5	18
	29	13	32	31	25	3	29	2	26	6	4	0
	23	15	10	12	14	34	33	7	20	11	27	0
	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
Довжина	290	291	280	275	277	292	294	309	265	296	285	167

Рис. 5. Результати обчислень другої задачі

	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3	Маршрут №4	Маршрут №5	Маршрут №6	Маршрут №7
	0	0	0	0	0	0	0
	17	19	18	11	1	26	23
	32	20	25	22	31	2	21
	8	27	35	24	5	4	15
	30	12	34	9	29	7	10
	6	13	33	3	14	16	36
	0	0	0	0	0	0	0
Довжина	26,00	29,15	5,80	21,00	19,65	11,75	10,60

Рис. 6. Результати обчислень третьої задачі

	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3	Маршрут №4	Маршрут №5	Маршрут №6	Маршрут №7	Маршрут №8	Маршрут №9	Маршрут №10	Маршрут №11	Маршрут №12
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	2	33	24	33	15	17	3	16	27	10	18
	32	7	35	13	29	23	11	9	1	20	36	25
	30	4	34	12	6	21	19	8	14	22	26	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Довжина	112,00	73,00	83,00	118,00	101,00	80,00	121,00	106,00	111,00	173,00	83,00	81,00

Рис. 7. Результати обчислень четвертої задачі

Таблиця 1

Порівняння отриманих результатів

Тип маршруту	Час проведений у одній школі (хв)	Кількість підмаршрутів	Загальний час (хв)	Середній час на один підмаршрут (хв)
На автомобілі з обмеженням по кілометражу	60	7	2368	338,3
На громадському транспорті з обмеженням по часу	60	12	3311	275,9
На автомобілі з обмеженням по кількості шкіл	60	7	2275,6	325,1
На громадському транспорті з обмеженням по кількості шкіл	60	12	3261	271,75

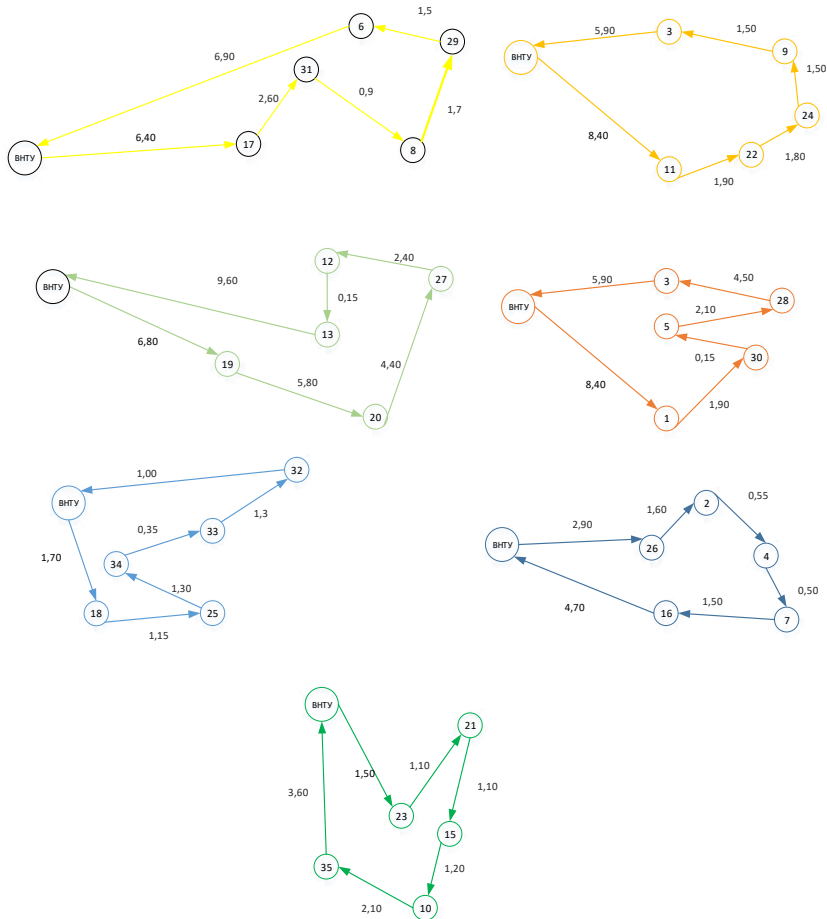


Рис. 8. Результати обчислень третьої задачі

автомобіля та три школи для громадського транспорту.

2) Щоб розрахувати кількість шкіл, що виділяються на один профорієнтаційний підмаршрут, необхідно визначити загальний час, який виділяється на один підмаршрут, що складається із часу перебування у певній кількості шкіл, що підпадають на один підмаршрут та часу, що виділяється на дорогу до них та повернення до початкової точки. Приймемо за P – час перебування в одній школі, k – кількість шкіл, яку потрібно виділити на один під маршрут, T_c – середній час на переміщення між двома будь-якими заданими точками, T_w – час виділений на один під маршрут, S_c – середній шлях між двома будь-якими заданими точками, v – середня швидкість руху автомобіля по місту.

При переміщенні громадським транспортом необхідно скористатися нерівністю:

$$P * k * T_c * (k + 1) < T_w$$

3) Щоб розрахувати кількість шкіл, що виділяються на один профорієнтаційний підмаршрут при переміщенні автомобілем, необхідно визна-

чити загальний час, який виділяється на один підмаршрут, що складається із часу перебування у певній кількості шкіл, що підпадають на один підмаршрут, та часу, що виділяється на дорогу до них та повернення до початкової точки (час розраховується за формулою $t = \frac{S_c}{v}$, де S_c – середній шлях між двома будь-якими заданими точками, V – середня швидкість руху автомобіля по місту). Для цього доцільно скористатися нерівністю:

$$P * k + \frac{S_c}{v} * (k + 1) < T_w$$

Щоб дізнатися кількість підмаршрутів, які необхідно зробити, щоб об'їхати всі школи в профорієнтаційній поїздки, потрібно загальну кількість шкіл поділити на k .

Висновки. Розглянуті методи розв'язання задачі комівояжера для профорієнтаційних заходів мають вузький спектр застосування, але повністю дозволяють створювати профорієнтаційні маршрути, враховуючи всі можливі параметри, такі як: необхідність розбити профорієнтаційний маршрут на підмаршрути, в яких початкова точка

також є кінцевою і однаковою для всіх підмаршрутів, потреба враховувати час перебування у кожній школі та обмеження в часі на кожен підмаршрут. Для цього було використано генетичний

алгоритм, модифікований спеціальним чином на основі методу кластеризації k-середніх. В залежності від потреби можна використовувати той чи інший метод.

Список літератури:

1. Н. Г. Аксака, С. А. Партика, Ю. Ю. Завизиступ «Використання алгоритмів пошуку найкоротшого шляху на графах», *Вісник Національного технічного університету Харківський політехнічний інститут. Серія: Інформатика і моделювання*, вип. № 46, с. 116-126, 2004.
2. О. Ф. Кузькін «Пошук шляхів у маршрутних мережах міст методом відгалужень і меж», *Науково-технічний збірник*. вип. № 103. – Х.: ХНАМГ, с. 378–388, 2012.
3. Т. Ю. Изотова «Обзор алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». *Серия: Новые информационные технологии в автоматизированных системах*, вып. № 19, с. 341-344, 2016.
4. В. И. Мудров. *Задача о коммивояжере*. – М.: «Знание», 1969.
5. Р.П. Базилевич, Р.К. Кутельмах, «Алгоритми динамічного формування моделі робочого поля для задачі комівояжера з кластерним розподілом точок» *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології, вип. № 565, с. 200-206, 2006.

Romaniuk O.N., Snigur A.V., Kuklii D.V. OPTIMIZATION OF THE ROUTES OF CAREER GUIDANCE BASED ON THE MISSION OF A SALESMAN

In article the problem of optimization of professional orientation routes of schools of the city of Vinnytsia is considered. Thanks to broad application, the theory about finding of the shortest ways develops intensively and used recently in various fields of science and technology including for an optimum professional orientation route.

Different application of optimizing methods at vocational guidance of youth is a complex evidence-based system of forms, methods and levers on the person for the purpose of optimization of her professional self-determination on the basis of accounting of professionally important personal characteristics of each individual and requirements of labor market. She is directed to achievement of balance between the professional interests and opportunities of the person and requirements of society for concrete types of professional activity. Vocational guidance is a component of socially oriented market economy which affects market of labor, goods, services and the capital.

Professional orientation work contributes to the purposeful development of abilities of the person, growth of her professionalism, working capacity, maintaining health and acts as one of important elements of public policy in the sphere of social protection and employment of the population, provides effective use of labor potential of the personality, increase in her social and professional mobility. Professional orientation events stimulate search by the person of effective remedies of increase in the vocational level, development of a social and economic initiative, intellectual and labor independence.

The main objectives of the organization of a system of professional orientation are: encouragement and formation of the positive relation of youth to receiving the higher education, dissemination of information on VNTU and involvement of youth to revenues to study in VNTU.

Thanks to it in this work the analysis of optimum lengths of professional orientation routes on schools of the city of Vinnytsia taking into account their division into auxiliary routes according to features of location of schools is carried out. The problem is solved on the basis of the direct-sales representative's task.

Key words: *optimization, career guidance route; the mission of a salesman; cluster method, optimal route.*