

**Висновок.** У результаті проведеного дослідження були описані засоби для розробки системи для автоматичної категоризації текстових документів на основі алгоритмів кластеризації та класифікації. Важливим аспектом роботи є практична спрямованість системи, що дозволяє застосування її в різних галузях. А наявність вбудованого перекладача підкреслює можливість роботи з різними мовами, що значно підвищує універсальність системи.

### Список використаних джерел

1. Pedamkar P. Machine Learning Methods | Types of Classification in Machine Learning. EDUCBA. URL: <https://www.educba.com/machine-learning-methods/> (дата звернення: 21.02.2024).
2. Поліщук М.М., Цибень Д.В., Карплюк Ю.І. Обробка інформації за допомогою машинного навчання засобами Python. Науковий журнал "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво", № 53: 2023. 203.
3. Machine learning: the problem setting. scikit-learn. URL: <https://scikit-learn.org/0.21/tutorial/basic/tutorial.html> (дата звернення: 22.02.2024).

УДК 004.42

## ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ В ЕЛЕКТРОННІЙ ТОРГІВЛІ

Селіванова А.В., старший викладач, [ann.selivanova1@gmail.com](mailto:ann.selivanova1@gmail.com), ДТЕУ  
Самойленко Г.Т., канд.фіз.-матем. наук, доцент, [anna\\_zak@ukr.net](mailto:anna_zak@ukr.net), ДТЕУ

Збільшення обсягів інтернет-продажів ставить нові виклики для підприємств, зокрема необхідність забезпечення вчасної доставки та одночасне скорочення логістичних витрат. Оптимізація маршрутів є ключовим фактором для підвищення ефективності логістичних процесів, особливо у сфері електронної торгівлі та доставки товарів. Застосування алгоритмів, що базуються на теорії графів, наприклад, алгоритми пошуку найкоротшого шляху, надають можливість урахування різноманітних обмежень та специфіки доставки товарів. Графи дозволяють моделювати мережу доставки, де вузли відповідають точкам видачі, складам або адресам доставки, а ребра відображають шляхи між цими точками [1].

Використання різних алгоритмів пошуку шляху, таких як DFS, BFS та алгоритм Дейкстри, дозволяє знаходити оптимальні маршрути в залежності від особливостей задачі та структури графа. Кожен з цих алгоритмів має свої

переваги та обмеження. Алгоритм DFS (Depth-First Search) ґрунтується на принципі глибинного пошуку, що означає, що алгоритм спочатку рухається «вглиб» графа, просуваючись як можна далі в одному напрямку, перед тим як повернутися назад і обрати інший напрямок. Алгоритм Дейкстри, також відомий як метод пошуку найкоротшого шляху, розроблений для визначення мінімальних шляхів від одного вузла до інших у графі, де відстані між вузлами можуть бути позитивними або нульовими [2]. Вибір конкретного алгоритму залежить від конкретних вимог до маршрутизації та особливостей задачі.

Для оптимізації маршрутів доставки та пошуку найкоротших шляхів між умовними точками видачі інтернет-замовлень було застосовано алгоритм Дейкстри [3, 4]. Спочатку було задано вершини графу та ребра (Рис.1.).

```
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt

# Граф точок видачі замовлень
G = nx.Graph()
G.add_nodes_from(['Пункт видачі 1', 'Пункт видачі 2', 'Пункт видачі 3', 'Поштомат 1', 'Поштомат 2',
                 'Поштомат 3', 'Поштомат 4'])
G.add_edges_from([('Пункт видачі 1', 'Поштомат 1'), ('Пункт видачі 1', 'Поштомат 2'), ('Пункт видачі 1', 'Поштомат 3'),
                 ('Пункт видачі 2', 'Поштомат 1'), ('Пункт видачі 2', 'Поштомат 2'), ('Пункт видачі 2', 'Поштомат 4'),
                 ('Пункт видачі 3', 'Поштомат 2'), ('Пункт видачі 3', 'Поштомат 3'), ('Пункт видачі 3', 'Поштомат 4'),
                 ('Пункт видачі 3', 'Поштомат 1'), ('Пункт видачі 2', 'Пункт видачі 3'), ('Пункт видачі 1', 'Поштомат 2'),
                 ('Пункт видачі 1', 'Поштомат 4'), ('Поштомат 3', 'Поштомат 4'), ('Пункт видачі 1', 'Пункт видачі 2'),
                 ('Поштомат 2', 'Поштомат 1'), ('Поштомат 2', 'Поштомат 3'), ('Поштомат 2', 'Поштомат 4'),
                 ('Поштомат 1', 'Поштомат 4')
                 ])
```

Рис.1. Побудова графу

На Рис.2. показано реалізований граф з умовними точками видачі інтернет-замовлень.

Кількість вершин графу: 7, кількість ребер: 18  
Ступінь центральності (Degree Centrality): {'Пункт видачі 1': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 2': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 3': 0.8333333333333333, 'Поштомат 1': 0.8571428571428571, 'Поштомат 2': 0.8571428571428571, 'Поштомат 3': 0.8571428571428571, 'Поштомат 4': 0.8571428571428571}  
Близькість вузла (Closeness Centrality): {'Пункт видачі 1': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 2': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 3': 0.8333333333333333, 'Поштомат 1': 0.8571428571428571, 'Поштомат 2': 0.8571428571428571, 'Поштомат 3': 0.8571428571428571, 'Поштомат 4': 0.8571428571428571}  
Посередництво вузла (Betweenness Centrality): {'Пункт видачі 1': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 2': 0.8333333333333333, 'Пункт видачі 3': 0.8333333333333333, 'Поштомат 1': 0.8571428571428571, 'Поштомат 2': 0.8571428571428571, 'Поштомат 3': 0.8571428571428571, 'Поштомат 4': 0.8571428571428571}

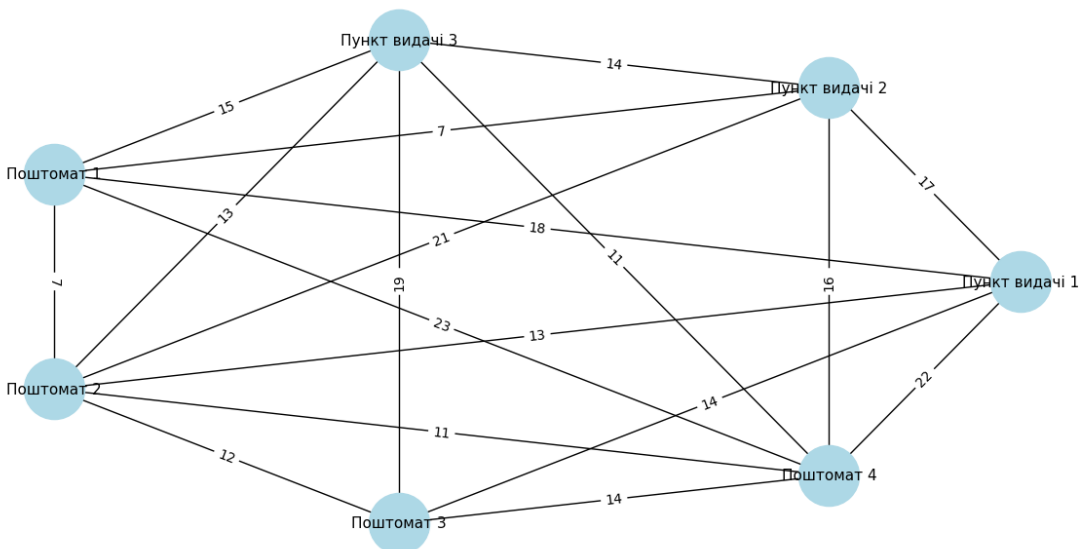


Рис.2. Граф умовних точок видачі інтернет-замовлень

Наступним кроком була реалізація алгоритму Дейкстри та отримано найкоротші шляхи на графі (Рис.3, Рис.4)

Найкоротший шлях між вершиною Пункт видачі 1 та іншими вершинами графу

Вершина	Відстань
Пункт видачі 1	0
Пункт видачі 2	17
Пункт видачі 3	26
Поштомат 1	18
Поштомат 2	13
Поштомат 3	14
Поштомат 4	22

Найкоротший шлях між вершиною Пункт видачі 2 та іншими вершинами графу

Вершина	Відстань
Пункт видачі 1	17
Пункт видачі 2	0
Пункт видачі 3	14
Поштомат 1	7
Поштомат 2	14
Поштомат 3	26
Поштомат 4	16

Найкоротший шлях між вершиною Пункт видачі 3 та іншими вершинами графу

Вершина	Відстань
Пункт видачі 1	26
Пункт видачі 2	14
Пункт видачі 3	0
Поштомат 1	15
Поштомат 2	13
Поштомат 3	19
Поштомат 4	11

Рис.3. Найкоротші шляхи від умовних пунктів видачі

Найкоротший шлях між вершиною Поштомот 1 та іншими вершинами графу	
Вершина	Відстань
-----	
Пункт видачі 1	20
Пункт видачі 2	7
Пункт видачі 3	15
Поштомот 1	0
Поштомот 2	7
Поштомот 3	19
Поштомот 4	18

Найкоротший шлях між вершиною Поштомот 2 та іншими вершинами графу	
Вершина	Відстань
-----	
Пункт видачі 1	13
Пункт видачі 2	14
Пункт видачі 3	13
Поштомот 1	7
Поштомот 2	0
Поштомот 3	12
Поштомот 4	11

Найкоротший шлях між вершиною Поштомот 3 та іншими вершинами графу	
Вершина	Відстань
-----	
Пункт видачі 1	14
Пункт видачі 2	26
Пункт видачі 3	19
Поштомот 1	19
Поштомот 2	12
Поштомот 3	0
Поштомот 4	14

Найкоротший шлях між вершиною Поштомот 4 та іншими вершинами графу	
Вершина	Відстань
-----	
Пункт видачі 1	22
Пункт видачі 2	16
Пункт видачі 3	24
Поштомот 1	18
Поштомот 2	11
Поштомот 3	11
Поштомот 4	0

Рис.3. Найкоротші шляхи від умовних поштомотів

**Висновок.** Алгоритми пошуку найкоротшого шляху відіграють ключову роль у виборі оптимальних маршрутів доставки. Використання таких алгоритмів дозволяє розробляти ефективні та адаптовані до конкретних умов рішення для оптимізації маршрутів доставки.

### Список використаних джерел

1. Campesato O. Python 3 for Machine Learning / O. Campesato – Published by: David Pallai, Mercury Learning and Information, 2020. – 335 p.
2. Mueller J.P. Python for Data Science / J.P. Mueller, L. Massaron. – Published by: John Wiley & Sons, Inc., 2019. – 447 p.
3. Jupyter: веб-сайт. URL: <https://jupyter.org>
4. Matplotlib: веб-сайт. URL: <https://matplotlib.org>