

Кисельов В.Б.

<https://orcid.org/0000-0003-3437-2825>

Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського

Назарова А.П.

<https://orcid.org/0000-0001-7099-2023>

Національний транспортний університет

ПОБУДОВА РАЦІОНАЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ МЕРЕЖЕЮ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ

У статті розглядається методика та результати експериментальних досліджень щодо побудови раціональних маршрутів руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення на основі розрахунку найкоротших відстаней у разі великої кількості проміжних пунктів. Великовагові та/або великогабаритні вантажі, які перевозяться автомобільним транспортом, є негабаритними вантажами. Габарити вантажів, що перевозяться по дорогах загального користування в Україні, повинні відповідати суворим стандартам і нормам. Зокрема, згідно з діючими правилами дорожнього руху, транспортування негабаритного вантажу може виконуватися в спеціально підготовленому транспорті, габарити якого не повинні перевищувати 2 м 60 см в ширину, 18,75 м в дожину і 4 м в висоту, рахуючи від дорожнього покриття, загальна вага тягача з вантажем – до 40 тонн. Якщо хоч один параметр перевищує встановлені межі, перевезення вважається негабаритним або великоваговим. Тоді потрібно оформити спеціальний дозвіл на рух, який видає Укравтодор або Нацполіція.

Було розроблено програмно-інструментальний комплекс «Інформаційна система вантажних перевезень на транспортних системах України та Західної Європи» у середовищі об'єктно-орієнтованої мови програмування Delphi з використанням у якості бази даних реляційного типу Access. Експериментальна перевірка роботи цього комплексу відбувалась на реальних даних. Було розраховано 10 міжнародних та 10 внутрішніх маршрутів руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення транспортних систем України та Західної Європи на основі розрахунку найкоротших відстаней у разі великої кількості проміжних пунктів. Розраховувались ток експлуатаційні показники маршрутів вантажних перевезень: вартість виконання рейсу, час виконання рейсу, відстань та середня швидкість. Розроблена база даних ЗЄ включає 812 транспортних вузлів та 906 транспортних ділянок транспортних систем України та Західної Європи.

Для розв'язання поставленої задачі дослідження, а саме знаходження найкоротшої відстані на дорожньо-транспортній мережі, був використаний алгоритм Дейкстри.

Ключові слова: вантажні перевезення, негабаритний вантаж, найкоротший шлях, дорожньо-транспортна мережа, оптимізація, міжнародне сполучення.

Постановка проблеми. Воєнний стан в Україні створив суттєві виклики для функціонування транспортної галузі України, що зумовило необхідність активізації перевезень різних вантажів, зокрема негабаритних вантажів воєнного призначення. В умовах війни порушення логістичних ланцюгів, закриття портів, руйнування інфраструктури та підвищення ризиків транспортних

перевезень спричинили потребу в нових рішеннях на міжнародному рівні. Співпраця з європейськими та світовими партнерами є ключовою для забезпечення стабільності та ефективності спільного функціонування транспортних систем України та Західної Європи, зокрема у побудові раціональних маршрутів перевезення негабаритних вантажів мережею автомобільних доріг



загального користування державного значення. Проблематика дослідження пов'язана із визначенням ролі транспортної діяльності в економічному відродженні України та розробкою рекомендацій щодо її оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх п'яти років багато наукових публікацій висвітлювали питання транспортно-експедиторської діяльності в кризових умовах. У публікації Цюня О.П. та Плекана У.М. "Транспортно-експедиторська діяльність в Україні. Перспективи відбудови" [1] підкреслюється значущість транспортної інфраструктури для економіки країни та наголошується на необхідності її відновлення для забезпечення ефективної роботи транспортної галузі.

У дослідженні Раса Субачієне, Крутової А.С. та Нестеренко О.О. "Детермінанти сталого розвитку в умовах післявоєнного відновлення України" [2] авторами були розроблені організаційно-методичні питання моніторингу внеску корпоративного сектору в досягнення цілей сталого розвитку на етапі післявоєнного відновлення України. В роботі використовуються методи аналізу і синтезу (для дослідження наслідків військової агресії Росії для економічного розвитку України та досягнення цілей сталого розвитку), порівняння (при аналізі вимог міжнародних нормативних актів до структури, етапів формування, набору показників звітності).

У статті авторів Ланового О.Т., Кисельова В.Б., Кошарного О.М. "Аналіз і бізнес-планування функціонування автомобільної дороги «Київ – Одеса» на платній та безоплатній основі" [3] розглянуті дослідження можливості введення плати за проїзд після реконструкції автомобільної дороги Київ – Одеса. Методом дослідження є методика визначення капітальних (інвестиційних), поточних та адміністративних витрат при розрахунку максимального розміру плати за проїзд автомобільною дорогою.

Авторами Прокудін Г.С., Прокудін О.Г., Назарова А.П. у статті "Система аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів" [4] запропоновано модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів, яка представлена у вигляді мережі систем масового обслуговування. Ця мережа імітує технологічні процеси доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача і передбачає адекватне реагування на виникаючі в процесі її функціонування ситуації та дозволяє корегувати значення тих чи інших параметрів та характеристик мережі (кількість каналів, інтенсивність обслуговування і таке інше) з метою забезпечення

оптимального процесу обслуговування вимог на доставку вантажів у міжнародному сполученні.

Незважаючи на наявність досліджень у напрямку підвищення ефективності транспортного процесу перевезень вантажів, недостатньо уваги приділено питанням перевезень таких специфічних вантажів, як негабаритні. Зокрема це стосується побудові раціональних маршрутів руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів мережею автомобільних доріг загального користування державного значення за критерієм найкоротшої відстані.

Постановка завдання. Метою статті є розробка науково-обґрунтованих пропозицій щодо побудови раціональних маршрутів руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення.

Виклад основного матеріалу. В ході досліджень було розроблено програмно-інструментальний комплекс (ПК) «Інформаційна система вантажних перевезень на транспортних системах України та Західної Європи – ІСВПнаТСУтаЗЄ» середовищі об'єктно-орієнтованої мови програмування Delphi (Borland Delphi 7) з використанням у якості бази даних реляційного типу Access (версія Microsoft Access 2016) [5].

Експериментальна перевірка роботи ПК ІСВПнаТСУтаЗЄ відбувалась на реальних даних. Було розраховано 10 раціональних міжнародних і 10 внутрішніх маршрутів руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення транспортних систем України та Західної Європи на основі розрахунку найкоротших відстаней у разі великої кількості проміжних пунктів. Розраховувались такі експлуатаційні показники маршрутів вантажних перевезень: вартість виконання рейсу (грн), час виконання рейсу (год), відстань (км) та середня швидкість (км/год) (табл. 1).

База даних ПК ІСВПнаТСУтаЗЄ включає 812 транспортних вузлів (рис. 1) та 906 транспортних ділянок (рис. 2) транспортних систем України та Західної Європи. Умовою побудови такої об'єднаної транспортної системи є наступна – кожний транспортний вузол має хоча одну транспортну ділянку, яка приєднає його до транспортної системи.

Також були розраховані експлуатаційні показники всіх ділянок вищенаведених маршрутів вантажних перевезень: відстань (км), час виконання (год), та швидкість (км/год) (у табл. 2 наведено маршрут № 13).

Результати експериментальних розрахунків експлуатаційних показників
10 міжнародних і 10 внутрішніх маршрутів

Маршрути	Пункт відправлення	Пункт призначення	Пункт пропуску (для міжнародних рейсів)	Вартість виконання рейсу (грн)	Час виконання рейсу (год)	Відстань (км)	Середня швидкість (км/год)
№ 1	Київ	Варшава	Ягодин	118540.76	15.68	784	49.90
№ 2	Чернігів	Кишинів	Платанове	127915.16	16.92	846	49.91
№ 3	Харків	Кошице	Ужгород	201549.56	26.66	1333	50.11
№ 4	Суми	Будапешт	Чоп	211679.96	28.00	1400	49.96
№ 5	Дніпро	Брашов	Сірет	196862.36	26.04	1302	50.15
№ 6	Одеса	Гданськ	Краківець	232999.16	30.82	1541	49.94
№ 7	Рівно	Сегед	Чоп	146663.96	19.40	970	49.95
№ 8	Миколаїв	Тираспіль	Платанове	79379.96	10.50	525	49.90
№ 9	Хмельницький	Вроцлав	Краківець	122623.16	16.22	811	49.91
№ 10	Полтава	Бухарест	Сірет	210319.16	27.82	1391	50.14
№ 11	Кременчук	Луцьк	-	101001.56	13.36	668	50.11
№ 12	Кропивницький	Мукачево	-	125798.36	16.64	832	49.94
№ 13	Львів	Житомир	-	60933.56	8.06	403	49.88
№ 14	Чернівці	Конотоп	-	111131.96	14.70	735	50.03
№ 15	Івано-Франківськ	Ніжин	-	118087.16	15.62	781	49.97
№ 16	Ковель	Бахмач	-	102967.16	13.62	681	49.89
№ 17	Черкаси	Червоноград	-	126705.56	16.76	838	50.06
№ 18	Вінниця	Запоріжжя	-	112190.36	14.84	742	50.17
№ 19	Тернопіль	Чернігів	-	85881.56	11.36	568	50.09
№ 20	Бориспіль	Ужгород	-	119447.96	15.80	790	50.13

K _i	Naim	Kol _g
1	Каховка	42600
2	Северодонецьк	130300
3	Краматорськ	191300
4	Ізмаїл	91500
5	Болград	17600
6	Кілія	25700
...		
807	Яремча	9004
808	Берегове	23325
809	Косіне	5601
810	Тираспіль	126306
811	Берестин	18543
812	Теофіполь	6284
*		0

Рис. 1. Транспортні вузли БД

Вихідна форма роботи ПІК ІСВПнаТСУтаЗЄ по маршруту № 13 «Львів – Житомир» наведена на рисунку 3.

Покажімо на прикладі маршруту № 13 «Львів – Житомир», як знаходиться найкоротша відстань від транспортного вузла-джерела (ТВ) Львів до ТВ Житомир. На рисунку 4 наведено фрагмент карти України з шістьма ТВ маршруту № 13, а саме: Львів, Буск, Радивілов, Дубно, Рівно, Новоград-Волинський і Житомир та іншими шістьма ТВ, які об'єднані транспортними шляхами у дорожньо-транспортну мережу. Також на рисунку на транспортних шляхах вказані відстані між відповідними ТВ [6].

Таким чином ми маємо дорожньо-транспортну мережу (ДТМ) з дванадцятьма ТВ та сімнадцятьма транспортними шляхами, які отримані з БД ПІК ІСВПнаТСУтаЗЄ. Представимо для ДТМ матрицю суміжності С (табл. 3), у якій для ТВ, які мають транспортний зв'язок (шлях) проставляються відповідна відстань між ними, а якщо такого зв'язку на існує, то проставляється знак нескінченності (∞). Матриця симетрична відносно основної діагоналі, тому що на ділянках ДТМ відбувається двох сторонній рух транспортних засобів.

Для розв'язання поставленої задачі, а саме знаходження найкоротшої відстані на ДТМ будемо

Код	I_N	P_O	P_N	L
1 M - 01		Київ	Копті	90
2 M - 01		Копті	Чернігів	50
3 M - 01		Чернігів	Нови Яриловичі	52
4 M - 02		Копті	Вертіївка	51
5 M - 02		Вертіївка	Городище (Черн.обл.)	67
6 M - 02		Городище (Черн.обл.)	Батурін	10
...				
901 AA-18		Хмельницький	Бердичів	189
902 AA-19		Теофіполь	Бердичів	208
903 AA-20		Теофіполь	Шепетівка	88
904 AA-21		Шепетівка	Дубно	130
905 AA-22		Шепетівка	Новоград-Волинський	71
906 AA-23		Шепетівка	Житомир	0
*	0	0		0

Рис. 2. Транспортні ділянки БД

Таблиця 2

Результати експериментальних розрахунків експлуатаційних показників по ділянках маршруту № 13 «Львів – Житомир»

Назва ділянки маршруту	Відстань (км)	Час виконання рейсу (год)	Швидкість (км/год)
Львів – Буск	55.00	1.11	49.54
Буск – Радивілов	60.00	1.21	49.58
Радивілов – Дубно	56.00	1.13	49.55
Дубно – Рівно	45.00	0.89	50.56
Рівно – Новоград-Волинський	102.00	2.05	49.75
Новоград-Волинський – Житомир	85.00	1.69	50.29
Ітого	403	8.06	49.88

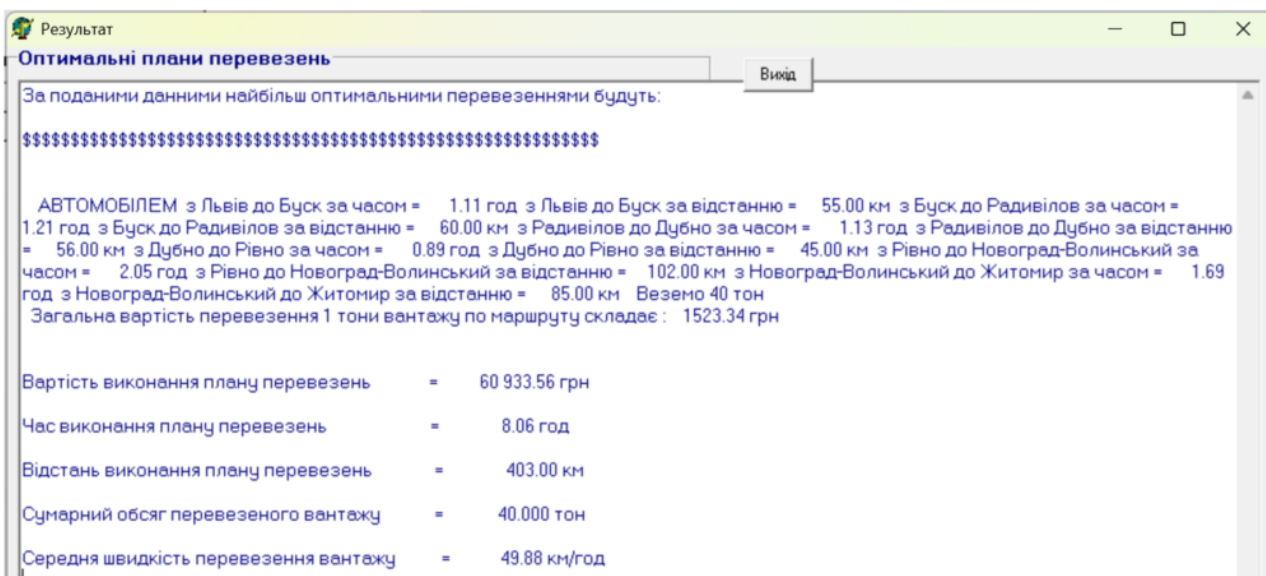


Рис. 3. Вихідна форма роботи ПК ІСВПнаТСУтаЗЄ по маршруту № 13



Рис. 4. Фрагмент карти України з ТВ маршруту № 13

Таблиця 3

Таблиці суміжності С для фрагменту карти України з ТВ маршруту № 13 (див. рис. 4)

	ТВ	Львів	Буск	Радивілов	Дубно	Тернопіль	Рівно	Теофіполь	Шепетівка	Хмельницький	Новоград-Волинський	Бердичів	Житомир
№		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Львів	∞	55	∞	∞	128	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	Буск	55	∞	60	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	Радивілов	∞	60	∞	56	∞	∞	123	∞	∞	∞	∞	∞
4	Дубно	∞	∞	56	∞	∞	45	∞	130	∞	∞	∞	∞
5	Тернопіль	128	∞	∞	∞	∞	∞	83	∞	112	∞	∞	∞
6	Рівно	∞	∞	∞	45	∞	∞	∞	∞	∞	102	∞	∞
7	Теофіполь	∞	∞	123	∞	83	∞	∞	88	∞	∞	208	∞
8	Шепетівка	∞	∞	∞	130	∞	∞	88	∞	∞	71	∞	135
9	Хмельницький	∞	∞	∞	∞	112	∞	∞	∞	∞	∞	189	∞
10	Новоград-Волинський	∞	∞	∞	∞	∞	102	∞	71	∞	∞	∞	85
11	Бердичів	∞	∞	∞	∞	∞	∞	208	∞	189	∞	∞	43
12	Житомир	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	135	∞	85	43	∞

використовувати алгоритм Дейкстри [7], який закладено у програмне забезпечення ППК ІСВПнаТСУтаЗС. Цей алгоритм будує множину вершин S, для яких найкоротші шляхи від джерела (ТВ початку маршруту – у нашому випадку це Львів) уже відомі. На кожному кроці до множини S додається тій з ТВ, відстань до якого від джерела менша, ніж від інших ТВ, що залишилися. Оскільки відстані всіх транспортних шляхів позитивні, то можна стверджувати, що найкоротший шлях (маршрут) від джерела до ТВ кінця маршруту – у нашому випадку це Житомир, проходить тільки через вершини множини S. Назвемо такий

шлях особливим. На кожному кроці алгоритму (методу) використовується масив D, у який записуються довжини найкоротших особливих шляхів до кожного ТВ.

Коли множина S буде містити усі ТВ розглянутої ДТМ, тобто для усіх ТВ будуть знайдені особливі шляхи, тоді масив D буде містити довжини найкоротших шляхів від джерела до кожного ТВ. Також при розрахунках використовується масив P, у якому кожний елемент P[V] містить ТВ, що безпосередньо передує ТВ V у найкоротшому шляху. Для нашого прикладу n = 12 – кількість ТВ на ДТМ.

Для опрацювання алгоритму побудуємо наступну таблицю (табл. 4).

Починаємо опрацьовувати блок-схему алгоритму Дейкстри [8]. Спочатку до особливого шляху (множини) S додаємо ТВ-джерело з номером **1** (Львів), тому що маршрут починається з нього. Далі на початковому кроці для кожного ТВ, починаючи з **2** по **12** проставимо у дріб, чисельник якої дорівнює відстані до нього від ТВ-джерела **1** (це фактично перший рядок матриці суміжності C), а знаменник дорівнює **1** – номеру ТВ, який передує цьому ТВ у особливому (найкоротшому) шляху S . ТВ з номером W на цьому початковому кроці не визначений, тому проставимо у відповідній клітинки знак прочерку (–).

Далі переходимо до *першого* кроку алгоритму Дейкстри, тобто визначаємо ТВ, відстань до якого від ТВ-джерела **1** мінімальна. У нашому випадку це ТВ з номером **2** (Буск) – 55 км, тому додаємо його до множини S , а його номер (**2**) проставляємо у клітинку W (дивись нижченаведену таблицю розрахунків), причому у подальшому цей ТВ (**2**) не буде приймати участь у розрахунках найкорот-

шого шляху, тому ми його викреслюємо знаком “–” (табл. 5).

Для всіх інших ТВ (з **3** по **12**) розраховуємо значення найкоротшої відстані до них від ТВ-джерела (**1**) через ТВ з номером W , а саме **2** за наступною формулою:

$$D[V] = \min(D[V], D[W] + C[W, V]) \quad (1)$$

$$V=3: D[3] = \min(D[3], D[2] + C[2,3]) = \min(\infty, 55+60) = 115;$$

$$V=4: D[4] = \min(D[4], D[2] + C[2,4]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=5: D[5] = \min(D[5], D[2] + C[2,5]) = \min(128, 55+\infty) = 128;$$

$$V=6: D[6] = \min(D[6], D[2] + C[2,6]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=7: D[7] = \min(D[7], D[2] + C[2,7]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=8: D[8] = \min(D[8], D[2] + C[2,8]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=9: D[9] = \min(D[9], D[2] + C[2,9]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=10: D[10] = \min(D[10], D[2] + C[2,10]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=11: D[11] = \min(D[11], D[2] + C[2,11]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty;$$

$$V=12: D[12] = \min(D[12], D[2] + C[2,12]) = \min(\infty, 55+\infty) = \infty.$$

Вносимо отримані значення у наступну таблицю, причому для ТВ **3** змінився номер ТВ, який передує йому у найкоротшому шляху – це ТВ **2** (табл. 6).

Таблиця 4

Крок	S	W	D/P										
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Початок	1	–	55/ 1	∞/ 1	∞/ 1	128/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1
1													
2													
...													
11 (n – 1)													

Таблиця 5

Крок	S	W	D/P										
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Початок	1	–	55/ 1	∞/ 1	∞/ 1	128/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1
1	1, 2	2	–										
2													
...													
11 (n – 1)													

Таблиця 6

Крок	S	W	D/P										
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Початок	1	–	55/ 1	∞/ 1	∞/ 1	128/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1
1	1, 2	2	–	115/ 2	∞/ 1	128/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1	∞/ 1
2													
...													
11 (n – 1)													

Подальші розрахунки (з другого по одинадцятий кроки алгоритму Дейкстри) проведемо у табличному процесорі. Результатом цих розрахунків буде наступна таблиця (табл. 7).

Інтерпретуємо отримані результати. Для цього побудуємо найкоротший маршрут від його начального ТВ – Львів (①), до кінцевого ТВ – Житомир (⑫). Для цього скористаємося останньою таблицею розрахунків, яка була отримана за допомогою табличного процесора Excel. Причому будемо рухатися в неї від до кінцевого ТВ – Житомир (⑫) назад до начального ТВ – Львів (①) і аналізувати дріб D/P, в чисельнику якої (D) знаходиться найкоротша відстань від ТВ-джерела (①) до поточного ТВ, а в знаменнику – номер ТВ, який передує поточному ТВ у найкоротшому маршруті.

Аналізуємо результат, який проставлений у дванадцятому стовпчику, а саме **403/10**. Це означає, що найкоротша відстань до ТВ з номером ⑫ від ТВ-джерела 1 складає 403 км, а передує йому (ТВ 12) у найкоротшому маршруті ТВ з номером 10. Фіксуємо це графічно наступним чином:

$$\dots \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Далі аналізуємо результат, який проставлений у десятому стовпчику, а саме **318/6** і відображаємо його на нашому маршруті наступним чином:

$$403-318=85$$

$$\dots \textcircled{6} \rightarrow \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Далі аналізуємо результат, який проставлений у шостому стовпчику, а саме **216/4** і відображаємо його на нашому маршруті наступним чином:

$$318-216=102 \quad 403-318=85$$

$$\dots \textcircled{4} \rightarrow \textcircled{6} \rightarrow \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Далі аналізуємо результат, який проставлений у четвертому стовпчику, а саме **171/3** і відображаємо його на нашому маршруті наступним чином:

$$216-171=45 \quad 318-216=102 \quad 403-318=85$$

$$\dots \textcircled{3} \rightarrow \textcircled{4} \rightarrow \textcircled{6} \rightarrow \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Далі аналізуємо результат, який проставлений у третьому стовпчику, а саме **115/2** і відображаємо його на нашому маршруті наступним чином:

$$171-115=56 \quad 216-171=45 \quad 318-216=102 \quad 403-318=85$$

$$\dots \textcircled{2} \rightarrow \textcircled{3} \rightarrow \textcircled{4} \rightarrow \textcircled{6} \rightarrow \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Далі аналізуємо результат, який проставлений у другому стовпчику, а саме **55/1** і відображаємо його на нашому маршруті наступним чином:

$$55 \quad 115-55=60 \quad 171-115=56 \quad 216-171=45 \quad 318-216=102 \quad 403-318=85$$

$$\textcircled{1} \rightarrow \textcircled{2} \rightarrow \textcircled{3} \rightarrow \textcircled{4} \rightarrow \textcircled{6} \rightarrow \textcircled{10} \rightarrow \textcircled{12} = 403 \text{ км}$$

Ми отримали маршрут, який співпадає з маршрутом, який був розрахований за допомогою ППК ІСВПнаТСУтаЗЄ (див. табл. 2).

Висновки. В Україні норми перевезення вантажів регулюють безпеку та збереження доріг: максимальна загальна маса автопоїзда – 40 тонн (для контейнеровозів до 44-46 тонн), навантаження на одинарну вісь – до 11 т, здвоєну – 16 т, строєну – 22 т. Габарити не повинні перевищувати 4 м у висоту, 2.6 м завширшки та 22 м завдовжки. Тому експериментальні розрахунки експлуатаційних показників 10 міжнародних і 10 внутрішніх маршрутів проводились з автопоїздами, вага яких дорівнювала 40 тонам.

Аналізуючи результати експериментальних розрахунків експлуатаційних показників 10 міжнародних і 10 внутрішніх маршрутів (табл. 1)

Таблиця 7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AI	AC	AI	AE	AF	AG	AI	AJ				
1	Крок	S													W	D/P																							
2	Початок	1													-	55	1	999	1	999	1	128	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1		
3	1	1	2												2	-	-	115	2	999	1	128	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1
4	2	1	2	3											3	-	-	-	171	3	128	1	999	1	238	3	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	999	1	
5	3	1	2	3	5										5	-	-	-	171	3	-	-	999	1	211	5	999	1	240	5	999	1	999	1	999	1	999	1	
6	4	1	2	3	5	4									4	-	-	-	-	-	-	-	216	4	211	5	301	4	240	5	999	1	999	1	999	1	999	1	
7	5	1	2	3	5	4	7								7	-	-	-	-	-	-	-	216	4	-	-	299	7	240	5	999	1	419	7	999	1	999	1	
8	6	1	2	3	5	4	7	6							6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	7	240	5	318	6	419	7	999	1	999	1	
9	7	1	2	3	5	4	7	6	9						9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	7	-	-	318	6	419	7	999	1	999	1	
10	8	1	2	3	5	4	7	6	9	8					8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	419	7	434	8
11	9	1	2	3	5	4	7	6	9	8	10				10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	419	7	403	#
12	10	1	2	3	5	4	7	6	9	8	10	12			12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	419	7	-	-
13	11	1	2	3	5	4	7	6	9	8	10	12	11		11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

можна зробити наступні висновки: вартість виконання рейсу змінювалася в інтервалі від **60933.56** грн (внутрішній рейс Львів – Житомир) до **232999.16** грн (міжнародний рейс Одеса – Гданськ); відстань рейсу змінювалася в інтервалі від **403** км (внутрішній рейс Львів – Житомир) до **1541** км (міжнародний рейс Одеса – Гданськ); час виконання рейсу змінювалася в інтервалі від **8.06** год (внутрішній рейс Львів – Житомир) до **30.821** год (міжнародний рейс Одеса – Гданськ); середня швидкість виконання рейсу змінювалася в інтервалі від **49.88** км/год (внутрішній рейс Львів – Житомир) до **50.17** км/год (внутрішній

рейс Вінниця – Запоріжжя), що відповідає міжнародним нормам по середньої швидкості руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, яка складає **50** км/год.

ПК ІСВПнаТСУтаЗЄ у процесі своєї роботи відкидав ділянки ДТМ, які не задовольняли умовам руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, а саме – максимальна загальна маса автопоїзда – 40 тонн (для контейнеровозів до 44-46 тонн), навантаження на одинарну вісь – до 11 т, здвоєну – 16 т, строєну – 22 т, габарити не повинні перевищувати 4 м у висоту, 2.6 м завширшки та 22 м завдовжки.

Список літератури:

1. Цьонь О.П., Плекан У.М. Транспортно-експедиторська діяльність в Україні. Перспективи відбудови. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф., [Житомир], 24-26 жовт. 2022 р. / Житомирська політехніка. Житомир, 2022. С. 147.
2. Rasa Subačienė, A. Krutova, O. Nesterenko. Determinants of sustainable development in the post-war recovery of Ukraine / Economics of Development. Ed. by T. Shtal (Editor-in-Chief) et al. Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 2023. Vol. 22, No. 4. P. 23–33. DOI: <https://doi.org/10.57111/есоп/4.2023.23>
3. Лановий О.Т., Кисельов В.Б., Кошарний О.М. Аналіз і бізнес-планування функціонування автомобільної дороги «Київ – Одеса» на платній та безоплатній основі. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: «Технічні науки»*. Том 36 (75). № 6. 2025. С. 270–276. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/40>
4. Прокудін Г.С., Прокудін О.Г., Назарова А.П. Система аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів. *Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник, Серія «Технічні науки» та серія «Економічні науки»*. 2023. Вип. № 3 (57). С. 99–109. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2023-3-57-099-109>
5. Прокудін Г.С., Дудник О.С., Іщенко М.Г. Комп'ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації пасажирських та вантажних перевезень в транспортних системах України і Західної Європи”: Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір / № 48530, Державна служба інтелектуальної власності України. – заяв. 30.01.2013 № 48730; реєстр. 01.04.2013. 67 с.
6. Prokudin G., Chupaylenko A., Khabotnia T., Remekh I., Lyamzin A., Kovalenko M. Optimizing Unbalanced Freight Deliveries in Transportation Networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. N. 2/3 (116). P. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253791>
7. Прокудін Г.С., Єрко Я.В., Редіч Ю.А. Розв'язання транспортної задачі про найкоротший шлях з використанням інформаційних технологій. *Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки»*. 2021. Том 32 (71) № 2. Ч. 2. С. 206–211. DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-2/32>
8. Прокудін Г.С., Єрко Я.В. Використання інформаційних технологій для знаходження найкоротшого шляху на транспортній мережі. *Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*. Вип. 109. 2021. Ч. 2. С. 28–39. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2023-3-57-099-109>

Kiselyov V.B., Nazarova A.P. CONSTRUCTION OF RATIONAL ROUTES FOR TRANSPORTATION OF OVERSIZED CARGO ON THE NETWORK OF GENERAL USE ROADS OF STATE IMPORTANCE

The article considers the methodology and results of experimental studies on the construction of rational routes for heavy and/or oversized vehicles on the network of public roads of state importance based on the calculation of the shortest distances in the case of a large number of intermediate points. Heavy and/or oversized cargo transported by road is oversized cargo. The dimensions of cargo transported on public roads in Ukraine must comply with strict standards and norms. In particular, according to the current traffic rules, transportation of oversized cargo can be carried out in specially prepared transport, the dimensions of which should not exceed 2 m 60 cm in width, 18.75 m in length and 4 m in height, counting from the road surface, the total weight of the tractor with the cargo is up to 40 tons. If at least one parameter exceeds the established

limits, the transportation is considered oversized or oversized. Then you need to apply for a special traffic permit, which is issued by Ukravtodor or the National Police.

The software and tool complex "Information System for Freight Transportation on the Transport Systems of Ukraine and Western Europe" was developed in the environment of the object-oriented programming language Delphi using the Access relational database as a database. Experimental verification of the operation of this complex was carried out on real data. 10 international and 10 domestic routes for heavy and/or oversized vehicles on the network of public highways of state importance of the transport systems of Ukraine and Western Europe were calculated based on the calculation of the shortest distances in the case of a large number of intermediate points. The current operational indicators of freight transportation routes were calculated: the cost of the trip, the time of the trip, the distance and the average speed. The developed database of the VE includes 812 transport nodes and 906 transport sections of the transport systems of Ukraine and Western Europe.

To solve the research problem, namely finding the shortest distance on the road and transport network, Dijkstra's algorithm was used.

Keywords: *freight transportation, oversized cargo, shortest route, road transport network, optimization, international connection.*

Дата першого надходження статті до видання: 06.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.04.2026