

Національний транспортний університет
Міністерство освіти і науки України

Національний транспортний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПИЛИПЕНКО ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ

УДК 656.025.6 : 519.852.35

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ В МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРАХ

05.22.01 – транспортні системи

Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Ю. В. Пилипенко

Науковий керівник –
Прокудін Георгій Семенович
доктор технічних наук,
професор

Ідентичність усіх примірників дисертації
Засвідчую
Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02
_____ В. І. Каськів

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Пилипенко Ю.В. Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукописі.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (за видами транспорту)). – Національний транспортний університет, Київ, 2019.

Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі розробки теоретичних основ та практичних методів оптимальної маршрутизації вантажопотоків в міжнародних транспортних коридорах на прикладі організації мультимодальних перевезень вантажів на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту.

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, її зв'язок з науковими програмами, сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна та практичне значення результатів. Також у вступі розкритий особистий внесок автора, апробація результатів, публікації, структура та загальний обсяг дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану проблеми управління вантажопотоками у міжнародних транспортних коридорах. Були розглянуті наукові роботи вітчизняних та закордонних науковців з цього питання.

На основі аналізу проблеми організації вантажних перевезень в міжнародних транспортних коридорах, отримані результати, які полягають в наступному: розглянути аспекти проблеми в управлінні перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах, на підставі чого виявлені недоліки, які істотно обмежують, а іноді й не вирішують більшості практичних задач, пов'язаних з ефективним транспортуванням вантажів; приведений аналіз функціонування транспортно-дорожнього комплексу України, який представляє собою складну організаційно-технічну систему, яка вимагає нових підходів до управління окремими її елементами, зокрема вантажними перевезеннями маршрутами міжнародних транспортних коридорів; запропонований системний підхід по вирішенню проблеми

управління перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах, який передбачає використання матрично-мережевої моделі вантажних перевезень і ряд нових методів по їх оптимізації; визначені мета і задачі теоретичних і прикладних досліджень.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення процесу організації мультимодальних вантажних перевезень на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту. Для досягнення поставленої мети в даній роботі визначені такі основні задачі досліджень:

1) Провести дослідження стану проблеми управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах.

2) Здійснити аналіз існуючих наукових підходів та діючих моделей і методів по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах.

3) Розробити модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

4) Розробити методику об'єднання транспортних інфраструктур міжнародних транспортних коридорів та транспортних систем України та Західної Європи.

5) Провести апробацію розробленого програмного забезпечення по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах України та Західної Європи на автотранспортних підприємствах АсМАП України.

У **другому розділі** описано теоретичні дослідження процесу управління вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах.

Іноді у процесі роботи транспортних систем виникає необхідність рішення задач, пов'язаних з роботою транспортних систем як систем масового обслуговування різного виду вимог. Це обумовлено тим, що призначенням транспортних систем, як правило, є саме обслуговування різноманітних споживачів транспортних послуг. Тому вирішення задач аналізу й оптимізації режимів роботи транспортних систем масового обслуговування є досить актуальним і здатним значно підвищити ефективність використання транспорту в різних галузях народного господарства.

Аналіз матричної моделі представлення вантажних перевезень дозволив зробити наступні висновки:

- вантажні перевезення і заснована на них транспортна задача є частковим випадком загальної задачі лінійного програмування;
- у підході, заснованому на лінійному програмуванні, кожна досліджувана система розглядається як сукупність декількох елементарних операцій, названих технологічними процесами. На початковому етапі до неї подаються матеріальні ресурси (машини, люди, сировина, устаткування), а результатом є продукти чи послуги промислового або іншого виробництва;
- зведення вантажних перевезень до системи лінійних рівнянь і далі до матричного представлення припускає використовувати до їх оптимізації стандартні матричні методи.

Мережева модель представлення вантажних перевезень є більш наочна і природна по відношенню до матричної моделі, але існуючі методи оптимізації перевезень вантажів на цієї моделі є досить складними і важко піддаються формалізації. Оптимізація перевезень на транспортній мережі за допомогою методу потенціалів дозволяє розв'язати лише транспортні завдання невеликої розмірності, а сама процедура одержання кінцевого результату – оптимального плану перевезень вантажу безпосередньо на транспортній мережі, є достатньо громіздкою і слабо формалізованою.

Описана у роботі матрично-мережева модель перевезень вантажів дозволяє отримати нові результати по розв'язанню проблеми управління вантажними перевезеннями на транспортних мережах за рахунок широкого застосування методів і алгоритмів обчислювальної математики, сучасних інформаційних технологій і розв'язати транспортних завдань різної розмірності і конфігурації.

У **третьому розділі** в результаті проведених досліджень сформульовані основні теоретичні положення, стосовно розв'язання проблеми управління вантажними перевезеннями в межах функціонування міжнародних транспортних коридорів за рахунок використання матрично-мережевої моделі перевезення вантажів у

міжнародному сполученні, тобто описано моделі та методи управління інфраструктурою міжнародних транспортних коридорів.

Для вирішення задачі по оптимізації перевезень вантажів на транспортній мережі необхідно звести мережеве представлення транспортного завдання до матричного вигляду, для якого існує ефективний математичний апарат оптимізації вантажних перевезень. Актуальність досліджень у цьому напрямку визначається необхідністю підвищення ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення процесу раціональної організації міжнародних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

Розроблена модель оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів концептуально базується на принципах побудови матрично-мережевої моделі перевезення вантажів з урахуванням специфіки здійснення міжнародних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

Виходячи з того, що процес перевезення вантажів, який наглядно представлений у вигляді транспортної задачі є окремим випадком загальної задачі лінійного програмування, то до неї також цілком можливо застосувати найбільш відомий метод розв'язання загальної задачі лінійного програмування – симплексний метод. Для цього необхідно привести транспортну задачу до вигляду задачі лінійного програмування і врахувавши її специфічність, а саме наявність одиничних коефіцієнтів при змінних.

Виявилось, що розв'язання транспортних задач за допомогою табличного процесору Excel має значні обмеження по їх розмірності, тому був розроблений у середовищі Delphi програмний комплекс розв'язання транспортних завдань симплексним методом. Симплексний метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах показав свою ефективність і універсальність на багатьох практичних прикладах.

У ході виконання даного наукового дослідження доведена можливість автоматизації процесу розв'язування задачі комівояжера за допомогою сучасних

засобів інформаційних технологій, а саме: програмного середовища Delphi та функції «Пошук рішення» в табличному процесорі Microsoft Office Excel, враховуючи існуючі вимоги та обмеження на специфіку і розмірність задачі.

Процедура перетворення баз даних видів транспорту у матриці транспортних кореспонденцій дозволяє реалізувати 1-й і 2-й, а метод знаходження оптимальних планів перевезень на транспортній мережі 3-й і 4-й етапи побудови матрично-мережевої моделі перевезень вантажів на транспортній мережі.

У **четвертому розділі** представлені прикладні аспекти реалізації наукових досліджень.

Приведений опис основних компонентів і змісту бази даних усіх видів транспорту та міжнародних транспортних коридорів у цілому представляє транспортну інфраструктуру України та Західної Європи. Відповідні бази даних цієї системи за допомогою процедури перетворюються у матриці транспортних кореспонденцій. Матричне представлення перевізного процесу, у свою чергу, дозволяє описати його у вигляді відповідної математичної моделі, що у подальшому дозволяє застосувати при її аналізі і обробці методи і засоби сучасних інформаційних технологій.

Опис моделі оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів дає можливість системно підійти до задачі оптимізації транспортних перевезень вантажів за комбінованою схемою використання різних видів транспорту (автомобільного, водного і залізничного) з урахуванням усього спектра обмежень, що існують у системах подібного роду. Виходячи з вище викладеного загальна кількість варіантів (комбінацій) перевезення вантажів буде складати величезне число, а саме $114308105226 \times 10^{5215}$.

Процедура знаходження оптимальних планів перевезень вантажів на ТМ дозволяє з усіх існуючих варіантів перевезення вантажів вибрати найбільш дешеві по двох режимах оптимізації перевезення вантажів – або за критерієм вартості, або за критерієм часу. Використання в процесі знаходження оптимального плану вантажних перевезень маршрутів міжнародних транспортних коридорів дозволяє значною мірою підвищити якість рішень, які приймаються.

Спільне використання при рішенні задачі комплексних вантажних перевезень таких методів як: методи зведення не збалансованих за обсягами перевезень транспортного завдання до закритого виду; методи знаходження найкоротших шляхів у мережевих моделях транспортного завдання; методи усунення виродження плану перевезень у транспортного завдання; методи оптимізації перевезень неоднорідних вантажів при наявності обмежень на пропускну здатність комунікацій і самих транспортних пунктів, а також обмежень на час перевезень дозволить значно ефективніше організувати перевізний процес у транспортних системах різного призначення, розмірності і структури.

За допомогою непараметричного T -критерію Вілкоксона був доказаний той факт, що побудована у дисертаційній роботі математична модель перевізного процесу повністю адекватна її фізичній моделі, а саме процесу здійснення вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів з незбалансованістю обсягів транспортування вантажів і обмеженнями на пропускі здатності транспортних вузлів і комунікацій.

Слід також зазначити той факт, що при оптимізації вантажних перевезень за критерієм вартості, деяка частина маршрутів оптимального плану перевезень вантажу (до 54.57 %) проходить маршрутами міжнародних транспортних коридорів, що значно покращить якість і надійність його виконання

У **додатках** до дисертаційної роботи наведено структуру та зміст 10 міжнародних транспортних коридорів, карту міжнародних автомобільних доріг і міжнародних транспортних коридорів України, належність транспортних вузлів різних типів до відповідних множин транспортних вузлів, структуру взаємозв'язку основних комплексів задач дослідження, зміст файлів бази даних транспорту України та Західної Європи та таблицю з критичними значеннями критерію Вілкоксона для сполучених пар.

Ключові слова: модель мультимодальних вантажних перевезень, критерій по вартості і за часом, процедура, база даних інфраструктури, міжнародні транспортні коридори, вантажопотоки, маршрут.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Пилипенко Ю.В. Прокудін Г.С., Ремех І.О. Ефективність застосування системи тягових плечей при перевезеннях вантажів у міжнародному сполученні. *Systemy i srodki transportu samochodwego* // Monografia nr 10 pod redakcja naukowa K. Lejdy. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2017. S.79–86.

2. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupailenko O., Dudnyk O. Nowj model zarzadzania transportem towarow w systemax transportowjch // *Kwartalne miedzynarodowe czasopismo naukowe “Area nauku”*. Lublin: Fundacja Osrodek rozwoju rompetencji akademickich, 2017. P. 70–78.

3. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupaylenko O. Traveling Salesman Problem in the Function of Freight Transport Optimization // *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2018. № 3(1). P. 29–36. DOI: <https://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2018.3-1.3>.

4. Pylypenko Yu., Prokudin G., Dudnik O. Optimization of Transport Processes with the Use of Information Technologies // *Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems*. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2018. № 1(1).P. 15–17. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30112018/6217.

5. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С. Розвиток міжнародного транзитного потенціалу України // *Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems*. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2019. № 1(2). P. 26–30. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/31072019/6580.

Статті у наукових фахових виданнях:

6. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Приклад побудови імітаційних моделей у транспортних системах // *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ: НТУ, 2016. Вип. 17, ч. 1. С. 67–79.

7. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Ремех І.О., Чупайленко О.А. Особливості моделювання вантажних перевезень на транспортній мережі // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Київ: НТУ, 2016. Вип. 18, ч. 1. С. 101–114.

8. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Ефективність застосування системи тягових плечей в міжміських перевезеннях // Вісник Національного транспортного університету. Київ: НТУ, 2017. Вип. № 1 (37). Серія «Технічні науки». С. 346–357.

9. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Аналіз і шляхи реформування транспортної галузі України // Транспортні системи і технології. К.: ДЕТУТ, 2017. Вип. 30. С. 244–254.

10. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Прокудін О.Г. Оптимізація мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів // Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля. Сєверодонецьк: СХУ ім. В. Даля, 2019. Вип. № 2 (250). С. 65–73.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

11. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Пелих В.Ю. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2016. С. 234.

12. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Гілевська та інш. Визначення оптимальних параметрів, які впливають на продуктивність та якість автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях. *Звіт о НДР № 171 “Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях / (заключний етап). № ДР 0114U003950*. Київ: НТУ, 2016. 115 с.

13. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Визначення ефективності застосування системи тягових плечей у міжміських перевезеннях вантажу. *VII Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»*: тези доп. (24-27 квітня 2017 р.). т. 2. Чернігів: ЧНТУ, 2017. С. 146–148.

14. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Застосування імітаційного моделювання для підвищення ефективності роботи міських автобусів / Ю.В. Пилипенко. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2017. С. 258.

15. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Дудник О.С. Перетворення мережових моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі. *IX Міжнародна науково–практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»*: матеріали конф. (23-25 травня 2017 р.). Херсон: ХДМА, 2017. С. 239–240.

16. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Підвищення ефективності функціонування транспортних систем. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2018. С. 272.

17. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Удосконалення методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: моногр. з міжн. участю за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. Дніпро: Журфонд, 2018. С. 5–20.

18. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Вдосконалення методів пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі / Ю.В. Пилипенко. *Третя Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками в напрямі їх розв'язання»*: тези доп. (28-30 березня 2019 р.). Дрогобич: “Посвіт”, 2019. С. 46–47.

19. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2019. С. 266.

20. Пилипенко Ю.В. Приклад оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *IX Міжнародна науково-практична конференція «Транспорт і логістика: проблеми та рішення»*: збірник наук. праць. (22-24 травня 2019 р.). Одеса : КУПІРІЄНКО СВ, 2019. С. 180–182.

SUMMARY

Pilipenko Yu.V. Improving the efficiency of cargo traffic management in international transport corridors. – Manuscript.

Thesis is submitted for obtaining a Candidate Degree in Technical Science (PhD): specialty 05.22.01 «Transportation systems». (branch of knowledge 275 – Transport technologies (by types of transport)). – National Transport University, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the solution of the important scientific and practical problem of the development of theoretical bases and practical methods of optimal routing of cargo flows in international transport corridors on the example of the organization of multimodal transportations of goods by road, rail and water modes of transport.

The **introduction** substantiates the relevance of the chosen theme, its connection with the scientific programs, the purpose and tasks of the research, the scientific novelty and the practical significance of the results are formulated. Also, the author's personal contribution, test results, publication, structure and total volume of dissertation work are revealed in the introduction.

The **first section** is devoted to the analysis of the current state of the problem of cargo traffic management in international transport corridors. Were considered scientific works of domestic and foreign scientists on this issue.

Based on the analysis of the problem of organization of freight transportation in international transport corridors, the results are as follows: to consider aspects of the problem in the management of cargo transportation in international transport corridors, on the basis of which there are identified shortcomings that significantly limit, and sometimes do not solve most practical problems related to the efficient transportation of goods; The analysis of the functioning of the transport and road complex of Ukraine is presented, which is a complex organizational and technical system, which requires new approaches to

the management of its individual elements, in particular freight transport routes of international transport corridors; the proposed systematic approach to the solution of the problem of transportation management in international transport corridors, which involves the use of the matrix-network model of freight traffic and a number of new methods for their optimization; the goals and tasks of theoretical and applied research are determined.

The purpose of the dissertation is to increase the efficiency of cargo traffic management in international transport corridors by developing and implementing models, methods and software for the process of organizing multimodal freight transportation by road, rail and water. In order to achieve this goal, this work defines the following main research objectives:

- 1) To study the status of the problem of cargo traffic management in international transport corridors.
- 2) To analyze the existing scientific approaches and current models and methods of cargo traffic management in international transport corridors.
- 3) Develop a model of multimodal freight transportation by routes of international transport corridors.
- 4) Develop a methodology for integrating transport infrastructures of international transport corridors and transport systems of Ukraine and Western Europe.
- 5) To conduct testing of the developed software for cargo traffic management in the international transport corridors of Ukraine and Western Europe at the motor transport enterprises of AsMAP of Ukraine.

The **second chapter** describes the theoretical studies of freight transportation management in international transport corridors.

In the process of operating various transport systems, there is a constant need for solving tasks related to the operation of transport systems as systems of mass maintenance of different types of requirements. This is due to the fact that the appointment of transport systems, as a rule, is precisely the maintenance of various consumers of transport services. Therefore, solving problems of analysis and optimization of modes of operation of transport systems of mass service is very relevant and can significantly increase the efficiency of transport in various sectors of the national economy.

The analysis of the matrix model of the representation of freight traffic made it possible to draw the following conclusions:

- freight transport and the transport problem based on them are a partial case of the general task of linear programming;
- in a linear programming approach, each investigated system is considered as a set of several elementary operations called process processes. At the initial stage, it is supplied with material resources (cars, people, raw materials, equipment), and the result is products or services of industrial or other production;
- the construction of freight transport to the system of linear equations and further to the matrix representation implies the use of standard matrix methods before their optimization.

The network model of cargo delivery is more visible and natural in relation to the matrix model, but the existing methods of optimizing the transportation of goods on this model are quite complex and difficult to formalize. Optimization of transportation on the transport network by means of the potential method allows solving only transport problems of small dimension, and the procedure itself for obtaining the final result - an optimal plan for carriage of goods directly to the transport network, is sufficiently cumbersome and poorly formalized.

The matrix-network model of cargo transportation described in the paper allows us to obtain new results on the solution of the problem of freight transportation management in transport networks due to the wide application of methods and algorithms of computational mathematics, modern information technologies and to solve transport problems of various dimensions and configurations.

In the **third section**, as a result of the conducted research, the main theoretical positions are formulated in relation to the solution of the problem of the management of freight traffic within the framework of the functioning of the international transport corridors due to the use of the matrix-network model of transportation of cargoes in international traffic, that is described models and methods of management of the infrastructure of international transport corridors.

To solve the problem of optimizing the transportation of goods on the transport network, it is necessary to reduce the network representation of the transport task to the matrix type, for which there is a special mathematical device for the optimization of freight traffic. The urgency of research in this direction is determined by the need to increase the efficiency of international freight traffic by developing and implementing models, methods and software for the process of rational organization of international freight traffic through the routes of international transport corridors.

The developed model of optimization of multimodal freight traffic through the routes of international transport corridors is conceptually based on the principles of constructing a matrix-network model of cargo transportation, taking into account the specifics of the implementation of international freight traffic through the routes of international transport corridors.

Proceeding from the fact that the process of transportation of goods, which is clearly represented as a transport task is a special case of the general problem of linear programming, it is also quite possible to apply the most well-known method of solving the general problem of linear programming - the simplex method. To do this, you need to bring the transport problem to the form of the problem of linear programming and taking into account its specificity, namely the availability of unit coefficients for variables.

It turned out that the solution of transport problems using the Excel spreadsheet process has significant limitations in terms of their dimensions, so Delphi's software complex for solving transport problems was developed in a simplex method. The simplified method of finding optimal cargo transportation plans in international transport corridors has shown its efficiency and versatility in many practical examples.

In the course of this scientific research, the possibility of automating the process of solving the salesman's task with the help of modern means of information technologies has been proved, namely: the Delphi software environment and the "Search solution" function in the Microsoft Office Excel table processor, taking into account existing requirements and constraints on specificity and dimensionality tasks

The procedure for converting databases of transport modes into the matrix of transport correspondence allows the implementation of the 1 and 2, and the method of

finding the optimal transport plans on the transport network of the 3 and 4 stages of the construction of the matrix network model of transportation of goods on the transport network.

The **fourth section** presents the applied aspects of the implementation of scientific research.

The given description of the main components and contents of the database of all types of transport and international transport corridors in general represents the transport infrastructure of Ukraine and Western Europe. The relevant databases of this system are transformed into a matrix of transport correspondence using the procedure. The matrix representation of the transport process, in turn, allows us to describe it in the form of an appropriate mathematical model, which in the future allows us to apply methods and means of modern information technologies in its analysis and processing.

The description of the model of optimization of multimodal freight traffic through the routes of international transport corridors enables to systematically approach the task of optimizing the transport of goods under the combined scheme of the use of various types of transport (automobile, water and rail), taking into account the whole spectrum of restrictions that exist in systems of this kind. Based on the above, the total number of variants (combinations) of cargo transportation will be a huge number, namely $114308105226 \times 10^{5215}$.

The procedure for finding optimal cargo transportation plans on the TM allows you to choose the cheaper of two modes of optimization of cargo transportation, either by the cost criterion or by the time criterion, from all existing variants of cargo transportation. Use in the process of finding the optimal plan for freight transport routes international transport corridors can greatly improve the quality of the decisions that are taken.

Joint use in solving the problem of integrated freight transport of such methods as: methods of construction of unbalanced transportation volumes transport task to the closed species; methods of finding the shortest paths in network models of transport task; methods of eliminating the degradation of the plan of transportation in the transport task; methods of optimizing the transport of non-uniform goods in the presence of restrictions on the throughput of communications and transport points themselves, as well as

restrictions on the time of transportation will make it much more efficient to organize the transport process in transport systems of different designation, dimension and structure.

With the help of the non-parametric T-criterion of Wilcoxon, the fact that the mathematical model of the transportation process constructed in the dissertation work is fully adequate to its physical model, namely, the process of carrying freight traffic through the routes of international transport corridors with the imbalance of the volumes of cargo transportation and restrictions on the throughput of transport nodes and communications

It should also be noted that when optimizing freight traffic on the criterion of value, some of the routes of the optimal cargo transportation plan (up to 54.57%) pass the routes of international transport corridors, which will significantly improve the quality and reliability of its implementation.

The **annexes** to the dissertation work out the structure and content of 10 international transport corridors, a map of international highways and international transport corridors of Ukraine, the affiliation of various types of transport nodes to the corresponding sets of transport nodes, the structure of the interconnection of the main sets of research tasks, the scheme of the method of transforming the databases of all types of transport in the matrix of transport correspondence, contents of files of the transport database of Ukraine and Western Europe and a table with critical values of the criterion I'm Wilcoxon for couples.

Key words: multimodal freight model, cost and time criterion, procedure, infrastructure database, international transport corridors, freight flows, route.

LIST OF PUBLISHED PAPERS ON THE DISSERTATION

Articles in editions of foreign countries or in editions of Ukraine, which are included in international scientometric bases:

1. Пилипенко Ю.В. Прокудін Г.С., Ремех І.О. Ефективність застосування системи тягових плечей при перевезеннях вантажів у міжнародному сполученні. Systemy i srodki transportu samochodowego // Monografia nr 10 pod redakcja naukowa K. Lejdy. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2017. S.79–86.

2. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupailenko O., Dudnyk O. Nowj model zarzadzania transportem towarow w systemax transportowjch // Kwartalne

miedzynarodowe czasopismo naukowe “Area nauku”. Lublin: Fundacja Osrodek rozwoju kompetencji akademickich, 2017. P. 70–78.

3. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupaylenko O. Traveling Salesman Problem in the Function of Freight Transport Optimization // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics. 2018. № 3(1). P. 29–36. DOI: <https://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2018.3-1.3>.

4. Pylypenko Yu., Prokudin G., Dudnik O. Optimization of Transport Processes with the Use of Information Technologies // Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2018. № 1(1).P. 15–17. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30112018/6217.

5. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С. Розвиток міжнародного транзитного потенціалу України // Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2019. № 1(2). P. 26–30. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/31072019/6580.

Published work approbation character:

6. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Приклад побудови імітаційних моделей у транспортних системах // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Київ: НТУ, 2016. Вип. 17, ч. 1. С. 67–79.

7. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Ремех І.О., Чупайленко О.А. Особливості моделювання вантажних перевезень на транспортній мережі // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Київ: НТУ, 2016. Вип. 18, ч. 1. С. 101–114.

8. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Ефективність застосування системи тягових плечей в міжміських перевезеннях // Вісник Національного транспортного університету. Київ: НТУ, 2017. Вип. № 1 (37). Серія «Технічні науки». С. 346–357.

9. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Аналіз і шляхи реформування транспортної галузі України // Транспортні системи і технології. К.: ДЕТУТ, 2017. Вип. 30. С. 244–254.

10. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Прокудін О.Г. Оптимізація мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів // Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля. Сєверодонецьк: СХУ ім. В. Даля, 2019. Вип. № 2 (250). С. 65–73.

Materials of the conferences, where the testing of work is carried out

11. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Пелих В.Ю. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2016. С. 234.

12. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Гілевська та інші. Визначення оптимальних параметрів, які впливають на продуктивність та якість автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях. *Звіт о НДР № 171 “Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях / (заключний етап). № ДР 0114U003950*. Київ: НТУ, 2016. 115 с.

13. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Визначення ефективності застосування системи тягових плечей у міжміських перевезеннях вантажу. *VII Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»*: тези доп. (24-27 квітня 2017 р.). т. 2. Чернігів: ЧНТУ, 2017. С. 146–148.

14. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Застосування імітаційного моделювання для підвищення ефективності роботи міських автобусів / Ю.В. Пилипенко. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2017. С. 258.

15. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Дудник О.С. Перетворення мережевих моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі. *IX Міжнародна науково-*

практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»: матеріали конф. (23-25 травня 2017 р.). Херсон: ХДМА, 2017. С. 239–240.

16. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Підвищення ефективності функціонування транспортних систем. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2018. С. 272.

17. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Удосконалення методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: моногр. з міжн. участю за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. Дніпро: Журфонд, 2018. С. 5–20.

18. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Вдосконалення методів пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі / Ю.В. Пилипенко. *Третя Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками в напрямі їх розв'язання»*: тези доп. (28-30 березня 2019 р.). Дрогобич: «Посвіт», 2019. С. 46–47.

19. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2019. С. 266.

20. Пилипенко Ю.В. Приклад оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *IX Міжнародна науково-практична конференція «Транспорт і логістика: проблеми та рішення»*: збірник наук. праць. (22-24 травня 2019 р.). Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 180–182.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	22
ВСТУП	25
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ	35
1.1 Аналіз проблеми в управлінні вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах	35
1.2 Область предметної діяльності транспортної галузі України.....	53
1.3 Новий підхід до управління перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах	60
1.4 Ціль і задачі дослідження.....	69
1.5 Висновки по першому розділу	73
РОЗДІЛ 2	
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ В МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРАХ	75
2.1 Імітаційне моделювання – як метод дослідження функціонування пунктів пропуску міжнародних транспортних коридорів	75
2.2 Матрична модель представлення та методи оптимізації перевезень вантажів в міжнародних транспортних коридорах.....	89
2.3 Мережева модель представлення та методи оптимізації перевезень вантажів в міжнародних транспортних коридорах.....	95
2.4 Матрично-мережева модель управління вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах	101
2.5 Висновки по другому розділу	107
РОЗДІЛ 3	
МОДЕЛІ І МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ІНФРАСТРУКТУРОЮ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ	109
3.1 Модель оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів	109

3.2 Симплексний метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах	120
3.3 Застосування задачі комівояжера при організації перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах	129
3.4 Висновки по третьому розділу	135
РОЗДІЛ 4	
ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
4.1 Склад та основні компоненти баз даних інфраструктури транспорту України і Західної Європи та їх міжнародних транспортних коридорів.....	137
4.2 Застосування нового підходу до управління перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах на прикладі транспортної системи України та Західної Європи	141
4.3 Результати оптимізації перевезень вантажів маршрутами міжнародних транспортних коридорів	145
4.4 Адекватність результатів дисертаційних досліджень	152
4.5 Висновки по четвертому розділу	155
ВИСНОВКИ	157
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	159
Додаток А. Схеми міжнародних транспортних коридорів	171
Додаток Б. Карта міжнародних автомобільних доріг і МТК України	176
Додаток В. Належність ТВ різних типів до відповідних множин транспортних вузлів	177
Додаток Д. Структура взаємозв'язку основних комплексів задач дослідження.....	182
Додаток Е. Зміст файлів бази даних транспорту України та Західної Європи	183
Додаток Ж. Зміст файлів бази даних міжнародних транспортних коридорів	219
Додаток К. Критичне значення критерію Вілкоксона для сполучених пар	223
Додаток Л. Акти впровадження результатів дисертаційної роботи, свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір	224
Додаток М. Список публікацій здобувача за темою дисертації та домості про апробацію результатів дисертаційної роботи.....	230

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АсМАП України – Асоціація міжнародних автомобільних перевізників України

АСУ – автоматизована система управління

АСУТ – автоматизована система управління транспортом

АТЗ – автотранспортний засіб

АТ – автомобіль

БД – база даних

ВВП – валовий внутрішній продукт

в/п – водний порт

ВДМ – вулично-дорожня мережа

ВТ – вантажний термінал

ВМ – вантажний модуль

ГІС – геоінформаційні системи

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

ГВР – група високого рівня

ЄТС – єдина транспортна система

ЄК – Європейська Комісія

ЄКМТ – Європейська конференція міністрів транспорту (ЄКМТ), European
Conference of Ministers of Transport (ECMT)

ЄС – Європейський Співтовариство

ЄТП – єдиний технологічний процес

ЄАТК – євразійський транспортний коридор

ЄБРР – Європейський Банк Реконструкції і Розвитку

ЄІБ – Європейський Інвестиційний Банк

з/с – залізнична станція

ЗЗЛП – загальна задача лінійного програмування

ЗЛПН – задача лінійного програмування з обмеженнями у вигляді
нерівностей

КЗТ ЄЕК ООН – Комітет по Зовнішньому Транспорту Європейської
економічної комісії Організації об'єднаних націй

КДС – комплекс дорожнього сервісу

КВВ – коридор в'їзду/виїзду
ЛП – лінійне програмування
МТК – міжнародний транспортний коридор
МДП – міжнародні дорожні перевезення
МТЗ – мережева транспортна задача
ММО – мережа масового обслуговування
МММ – матрично-мережева модель
МНМ – метод найкоротших маршрутів
МУК – Міжурядова Комісія
н/п – населений пункт
НРК – навантажувально-розвантажувальний комплекс
НРП – навантажувально-розвантажувальний пункт
НРР – навантажувально-розвантажувальні роботи
ОБУ – Основна Багатостороння Угода
о.в. – одиниці вартості
ПАС – пункт автомобільного сервісу
ПК – програмно-інструментальний комплекс
ПВ – пункт відправлення
ПП – пункт призначення (постачання, пропуску)
ПС – пункт споживання
ПТ – пункт транзиту
ПЗ – програмне забезпечення
САПР - система автоматизованого проектування
СОТ – Світова Організація Торгівлі
СНД – Співдружність Незалежних Держав
САМТМО – система аналізу митної термінальної мережі масового обслуговування
СТ – симплекс-таблиця
СМО – система масового обслуговування
СУБД – системи управління базами даних
СМГС – Угода про міжнародне залізничне вантажне сполучення

ТДК – транспортно-дорожній комплекс

ТС – транспортна система

ТСУ – транспортна система України

ТМО – теорія масового обслуговування

ТТС – транспортно-технологічна система

ТВ – транспортний вузол

ТКМЗ – транспортні коридори міждержавних зв'язків

TRASECA – англійська аббревіатура "транспортний коридор Європа – Кавказ – Азія"

ТЗ – транспортна задача

ТЗ – транспортний засіб

ТТ – транспортна таблиця

ТЗП – транспортна задача про призначення

ТМ – транспортна мережа

ТР – транспортна робота

ТС – транспортна система

ТСК – транспортно-складський комплекс

ТСУ – транспортна система України

ТСМО – транспортні системи масового обслуговування

у.в.о. – умовні вантажні одиниці

у.г.о. – умовні грошові одиниці

ЧЕС – Чорноморське економічне співробітництво

ЦІМ – Єдині правові приписи до договору про міжнародне залізничне перевезення вантажів

ESRI – Environmental Systems Research Institute (Науково-дослідний інститут Систем Навколишнього середовища)

GPS – Global Positioning System (Глобальна система розташування)

IRU – International Road Transport Union (Міжнародний союз автомобільного транспорту)

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в транспортній галузі є одним із головних факторів розвитку суспільства, підвищення добробуту його громадян. Стратегічним завданням науково-технічної політики в області транспортної системи (ТС) держави є вихід на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг, що реалізуються транспортом. У зв'язку з цим першочерговим і пріоритетним завданням для транспортної галузі є розширення наукових досліджень з проблем створення прогресивних технологій перевезень та технічних засобів нових поколінь, формування та функціонування ефективної ТС, її інфраструктури, розробка принципово нових систем управління процесом перевезення вантажів і пасажирів з використанням прогресивних інформаційних технологій.

Транспорт є галуззю матеріального виробництва, що виконує перевезення людей та вантажів. У структурі суспільного виробництва транспорт відноситься до сфери виробництва матеріальних послуг. В сучасних умовах розвитку економіки України, транспортна галузь має певні проблеми, вирішення яких можливо намітити після вивчення законів побудови, функціонування та розвитку ТС.

Об'єктивні закономірності функціонування транспортної системи є наступними:

- нормальне функціонування транспортної системи за рахунок налагодженої роботи і взаємодії усіх видів транспорту, що входять в дану систему;
- обов'язковий пропорційний розвиток провізних та переробних можливостей міжнародних транспортних коридорів (МТК) на взаємодіючих напрямках транспортної мережі (ТМ) держави та сусідніх країн різними видами транспорту;
- визначення якості транспортного обслуговування народного господарства та населення країни державними стандартами якості перевезення і відповідними тарифами;
- досягнення оптимальної організації вантажопотоків на ТМ держави та МТК з запровадженням методу комплексних аналітичних співставлень, що охоплюють вісь логістичний ланцюг проходження вантажів;

- одержання найбільшої швидкості переміщення товарів та пасажирів в сфері обігу за рахунок організації перевезень по всьому шляху їх проходження, усунення невиробничих простоїв рухомого складу та вантажів в пунктах з'єднання різних видів транспорту та перевантаження вантажів;

- одержання найвищої продуктивності роботи транспорту за кінцевим результатом на основі теорії комплексної експлуатації видів транспорту, що виступає системною формою їх використання.

На основі вищевикладеного відбувається поступове затвердження нових транспортно-логістичних систем руху і розподілу товарів, що проявляється у зміні ролі кожного виду транспорту в обслуговуванні як внутрішнього, так і зовнішнього вантажообігу.

Особливе географічне положення України, що дозволяє їй по праву займати місце транзитної держави, і як наслідок наявність великої кількості діючих транзитних транспортних коридорів, автомобільних магістралей міжнародного і європейського значення, великих транспортних вузлів, що концентрують у собі залізничні станції, аеропорти, річкові й морські порти, висуває підвищені вимоги до системи управління перевезеннями вантажів і пасажирів.

Аналіз динаміки транзитних вантажопотоків територією України за останні 7 років дозволяють зробити наступні висновки, а саме:

- обсяги транзиту вантажів територією України постійно знижуються, насамперед через падіння транзитних обсягів трубопровідного транспорту;

- спостерігається тенденція до переорієнтації транзитних перевезень з залізничного на автомобільний вид транспорту. Так, обсяги перевезень вантажів, що здійснюються автомобільним транспортом, зросли на 6%, а їхня частка у структурі транзитних вантажопотоків зросла більше ніж на 69%. Частка обсягів перевезень, що здійснюються залізничним транспортом, у загальних обсягах перевезень вантажів зменшилась на 63,12 млн. тон, що складає 20%, а їхня частка у структурі транзитних вантажопотоків також зменшилась більше ніж на 59%

- найбільші за обсягами транзитні вантажопотоки територією України забезпечуються за рахунок експортних перевезень країн ЄС та Білорусі. Частка

країн ЄС останні три роки стабільно тримається на рівні 41%, білоруська частка понизилась із 21,4% до 18,5%;

– російські експортні перевезення в структурі українського транзиту заміщуються вантажопотоками країн Азії. В цілому за групами країн саме країни Азії в 2018 році порівняно з 2013 роком продемонстрували найбільший ріст (25.35%) обсягів транзиту територією України, країни ЄС збільшили транзит на 6,97%, країни СНД лише на 2,63% (за рахунок скорочення російських та білоруських вантажів – відповідно на 33,9% та 0,7%).

З огляду на існуючі вимоги, які пред'являються до методів управління перевезеннями в ТС, можна констатувати факт про наявність у транспортній галузі відповідних проблем по керуванню пасажиро- і вантажопотоками.

Якнайшвидше розв'язання виниклої проблеми в управлінні перевезеннями в ТС України за допомогою розробки нових підходів, орієнтованих на використання засобів і методів сучасних прогресивних інформаційних технологій, дозволить транспорту України як галузі народного господарства, що відповідає за своєчасну, економічну й надійну доставку пасажирів і вантажів до пунктів призначення, гідно виконати покладене на нього величезне народногосподарське завдання.

Актуальність теми. Світова транспортна система зараз переживає процес глибоких, фундаментальних змін. Одержано інтенсивні імпульси для розвитку процесів створення єдиного торгового ринку на різних континентах, істотно спрощено процедуру перетинання кордонів.

Сьогодні МТК реалізують розширений спектр транспортних послуг. Це, по-перше, доставка пасажирів і вантажів найкоротшим шляхом і в мінімальні терміни. У МТК відбувається також перевалка вантажів з одного виду транспорту на інший та їхня обробка. Весь комплекс транспортних робіт вимагає розвитку як самих шляхів сполучення (автомобільні дороги, залізничні колії), так і транспортно-складських комплексів (ТСК) по обробці і перевалці вантажів (водні і повітряні порти, залізничні станції, контейнерні термінали), усієї транспортної інфраструктури (під'їзні шляхи, ремонтні підприємства, розгалужена сфера послуг).

Особливо важливу роль у системі МТК відіграє розвиток інформаційної інфраструктури, що акумулює, обробляє, зберігає й використовує інформацію про

наявність вантажу, потребу в тих або інших транспортних засобах, забезпечує безперервне спостереження за проходженням вантажів і підвищує рівень їх збереження.

Існування МТК передбачає використання на конкретному напрямку переміщення пасажирів і вантажів кількох видів транспорту, а також обов'язкову наявність високо насиченої інфраструктури для їхнього обслуговування, зв'язку та сервісу.

Саме поняття МТК передбачає швидке і безпечне просування пасажирів і вантажів на великі відстані на території декількох країн. Це досягається в тому числі шляхом створення пільгових умов вантажоперевезень на маршрутах конкретного МТК, коли у його кордонах:

- діють спрощені правила і фактичний порядок митного, санітарного, прикордонного й ін. оформлення переміщення пасажирів і вантажів;
- застосовуються пільгові (знижені на 25-50%) тарифи на всі види послуг і зборів, у тому числі при митному, прикордонному, санітарному й ін. оформленні, перевезеннях залізницею, по термінальних, портових зборах тощо;
- існує єдиний орган керування, що об'єднує і синхронізує роботу його окремих ділянок і служб;
- діє стабільна правова база, забезпечені надійний захист та безпека вантажів і пасажирів від кримінальних і розбійних зазіхань;
- всілякі зміни після їхньої ретельної проробки набирають сили через 3-6 місяців після попереднього широкого інформування пасажирів, вантажовідправників і вантажоодержувачів у країнах, територією яких проходить МТК.

Лише за наявності зазначених умов вантажоперевізник обирає серед багатьох можливих варіантів перевезень маршрут конкретного міжнародного транспортного коридору.

Міжнародна транспортна мережа України і діючі системи перевезення в умовах трансформації економіки вимагають принципових змін в експлуатаційно-технологічній діяльності, а також заміни технічних засобів і устаткування.

Головними вимогами в цих питаннях є:

- максимальне зниження собівартості перевезень;
- переоцінка критеріїв у підходах до визначення ефективності перевезень, перехід від об'ємних показників роботи транспорту до фінансово-економічних;
- забезпечення достатньої швидкості руху транспорту і доставки пасажирів та вантажів;
- забезпечення збереження вантажів під час перевезення;
- підвищення якості послуг на транспорті.

Тому розробка нових моделей та методів оптимізації вантажопотоків в міжнародних транспортних коридорах в даний час є досить актуальним науковим дослідженням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно “Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року”, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 року за № 430-р, планів НДР Міністерства освіти і науки України за напрямом “Проблеми формування раціональних транспортних логістичних систем і забезпечення ефективного функціонування їх складових”, в рамках кафедральної науково-дослідної роботи на тему “Підвищення ефективності функціонування інтегрованих транспортних систем у міжнародному сполученні” (Національний транспортний університет, номер державної реєстрації 0112U008415).

Мета роботи та задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення процесу організації мультимодальних вантажних перевезень на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту. Для досягнення поставленої мети в роботі визначені такі основні задачі дослідження:

- провести дослідження стану проблеми управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах;
- здійснити аналіз існуючих наукових підходів та діючих моделей і методів по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах;
- розробити модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів;

- розробити методику об'єднання транспортних інфраструктур міжнародних транспортних коридорів та транспортних систем України та Західної Європи;
- провести апробацію розробленого програмного забезпечення по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах України та Західної Європи на автотранспортних підприємствах АсМАП України.

Об'єкт дослідження – процес управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах.

Предмет дослідження – закономірності формування вантажопотоків в міжнародних транспортних коридорах, які враховують обмеження на пропускні здатності транспортних вузлів і комунікацій, на незбалансованість обсягів перевезень вантажів, на взаємодію різних видів транспорту при здійсненні мультимодальних вантажних перевезень.

Методи дослідження. У роботі використані методи теорії транспортних процесів і систем, окремі методики та положення системного аналізу та моделювання складних систем, методи дослідження операцій та імітаційного моделювання, методи теорії обчислювальної математики, програмування та баз даних, математичний апарат теорії масового обслуговування, а також комбінаторний аналіз і теорія графів. Теоретична цінність результатів дослідження міститься у системному підході щодо аналізу існуючих моделей та методів управління вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах, обґрунтуванні питань модифікації відомих і розробці нових моделей та методів розв'язання задач подібного класу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає, насамперед, у тому, що вперше з єдиних системних позицій на основі теорії транспортних процесів і систем сформульовано теоретичні і методичні основи розв'язання проблеми управління вантажними перевезеннями в МТК.

В роботі, в розвиток зазначеного напрямку:

- розроблена модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів, яка на відміну від існуючих враховує наявність обмежень на пропускні здатності транспортних вузлів і комунікацій, на

незбалансованість обсягів перевезень вантажів та на взаємодію різних видів транспорту при здійсненні мультимодальних вантажних перевезень;

удосконалено:

- метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів маршрутами міжнародних транспортних коридорів, який враховує незбалансованість обсягів перевезень вантажів, а також дозволяє додатково до них отримувати відповідні маршрути транспортування вантажу;

- метод розв’язання задачі комівояжера при здійсненні вантажних перевезень у міжнародному сполученні, який при визначенні оптимального маршруту додатково враховує час проходження митних процедур при перетині державного кордону і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні на основі запропонованих у ній науково-методичного забезпечення по управлінню вантажними перевезеннями й перерахованих вище моделей і методів програмно-інструментального комплексу (ПІК) по оптимізації вантажних перевезень в МТК. Спроектвана й заповнена інструментальна база даних транспортної системи України (ТСУ) та Західної Європи, що містить у собі параметри основних транспортних вузлів всіх видів транспорту, а також технічні характеристики транспортних комунікацій країни і Західної Європи дозволяє за допомогою ПІК вирішувати найрізноманітніші завдання по оптимальному управлінню вантажними перевезеннями маршрутами МТК.

Для запропонованого методу знаходження найкоротших маршрутів перевезення вантажів в МТК розроблено алгоритмічне і програмне забезпечення, яке пройшло автономну та комплексну перевірку на багатьох підприємствах, серед яких слід особливо відмітити підприємства Асоціації міжнародних автомобільних перевезень України (АСМАП України).

Розроблена методика об’єднання транспортних інфраструктур міжнародних транспортних коридорів та транспортних систем України та Західної Європи.

При виконанні кафедральної науково-дослідної роботи на тему “Підвищення ефективності функціонування інтегрованих транспортних систем у міжнародному

сполученні” був отриманий результат у вигляді розробки нової моделі управління комплексними перевезеннями вантажів в МТК. В результаті були спроектовані:

- інформаційне забезпечення основних компонентів (транспортних вузлів і комунікацій) інфраструктури ТСУ та Західної Європи;
- програмне забезпечення автоматизованої системи управління комплексними вантажними перевезеннями на ТСУ та Західної Європи.

Представлена в дисертаційній роботі матрично-мережева модель управління перевезеннями вантажів в ТСУ та Західної Європи з інструментальною базою даних про характеристики її транспортних вузлів і комунікацій пройшла апробацію і впроваджена в експлуатацію на окремих транспортних підприємствах Міністерства інфраструктури України.

Основні наукові і практичні результати дисертації впроваджені в учбовий процес кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету Міністерства освіти і науки України, на які отримані 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір – “Математична модель організації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів” та “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів”.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні положення, розробки та висновки, які наведені у дисертації, є результатом самостійних наукових досліджень автора. Всі теоретичні, методологічні і концептуальні розробки, представлені у пункті “Наукова новизна одержаних результатів”, отримані автором самостійно. В роботах за темою дисертації, виконаних у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у наступному:

- в роботі [1] автором виконаний аналіз розвитку науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті;
- в роботі [2] автору належать підрозділи 1.1-1.4 звіту;
- в роботі [3] автор прийняв участь в експериментальних дослідженнях;
- в роботі [4] автором проведено узагальнення особливостей моделювання вантажних перевезень на транспортній мережі;

- в роботі [5] автору належить визначення критеріїв ефективності застосування системи тягових плечей у міжміських перевезеннях вантажу;
- в роботі [6] автору належить аналіз літературних джерел з питання застосування імітаційного моделювання для підвищення ефективності роботи міських автобусів;
- в роботі [7] автор приводить результати статистичних досліджень у сфері застосування системи тягових плечей в міжміських перевезеннях;
- в роботі [8] автору належить формування принципів перетворення мережевих моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі;
- в роботі [9] автором наводяться основні шляхи реформування транспортної галузі України;
- в роботі [10] автором дається визначення системи тягових плечей при перевезеннях вантажів у міжнародному сполученні;
- в роботі [11] автором дається визначення одної із моделей управління транспортуванням вантажів в транспортних системах;
- в роботі [12] автором дається обґрунтування використання поняття синергії в інтегрованих транспортних системах;
- в роботі [13] автору належить визначення критерію оптимізації в задаче комівояжера;
- в роботах [14] автором представлений аналіз прикладів використання інформаційних технологій при оптимізації транспортних процесів;
- в роботі [15] автору належить порівняльний аналіз методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж;
- в роботі [16] автором досліджені загальновідомі методи пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі;
- в роботі [17] автором запропонована модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами Приклад оптимізації вантажних перевезень маршрутами МТК;
- в роботі [18] автором побудована база даних десяти крітських МТК;
- в роботі [111] автором досліджені закономірності розвитку міжнародного транзитного потенціалу України;

– в роботах [112, 113] автором проведено експериментальні дослідження над математичною моделлю за допомогою ПК.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та результати наукових розробок доповідались здобувачем і обговорювались на:

– 72-й – 75-й наукових конференціях професорсько-викладацького складу , аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, НТУ, 2016-2019 рр.);

– VII Міжнародної науково–практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, 24-27 квітня 2017 р.);

– IX Міжнародної науково–практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (м. Херсон, 23-25 травня 2017 р.);

– III Всеукраїнської науково-теоретичної конференції «Проблеми з транспортними потоками в напрямі їх розв’язання»(м. Львів, 28-30 березня 2019 р.);

– IX-ї Міжнародної науково-практичної конференції (Сєверодонецьк – Одеса – Вільнюс – Київ, 22-24 травня 2019 р).

Публікації. По темі дисертаційної роботи опубліковано 22 наукових праці, із них: 10 статей у виданнях іноземних держав або у наукових фахових виданнях, що входять до переліку затверджених ВАК України, 10 праць апробаційного характеру, 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

Структура та об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків (разом 158 сторінок), списку використаних джерел із 113 найменувань і додатків, разом з якими її обсяг складає 232 сторінки. Ілюструється 53 рисунками, містить 34 таблиці, 66 формул.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Аналіз проблеми в управлінні вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах

З початку XXI сторіччя в Україні відбувається процес інтенсивного формування багаторівневої ринкової економіки, на яку впливає глобалізація та інтеграція виробництва і розподілення товарів у світовій економіці. Докорінно змінюється конкурентне середовище на ринку транспортних послуг, що пов'язано з послабленням державного регулювання цієї галузі народного господарства.

При цьому головними задачами транспорту залишаються сучасне, якісне та повне задоволення потреб народного господарства та населення у перевезеннях вантажів та пасажирів, підвищення надійності та економічної ефективності його роботи.

На сьогоднішній день суттєво змінилися організаційно-економічні а також правові взаємовідносини між учасниками транспортного процесу. Виникли проблеми сумісності національних транспортних систем з європейською та міжнародною ТС. Поступово затверджуються нові транспортно-логістичні системи як транспортування, так і розподілу товарів, що чітко проявляється у зміні ролі кожного виду транспорту в обслуговуванні внутрішнього і зовнішнього вантажообігу.

Збільшення ролі вантажних перевезень в обслуговуванні міжнародного вантажообігу, підсилення ролі експедиційної діяльності у формуванні попиту та пропозиції докорінно змінило концепції транспортного ринку. З іншої сторони, створення єдиної міжнародної транспортно-логістичної системи та географічне положення транспортного простору України в якості МТК вимагає окремого аналізу управління роботи транспортних вузлів, забезпечення координації та взаємодії транспорту, результативності досягнень науково-технічного прогресу на транспорті. Процес формування міжнародної системи перевезень не завершився. Більш того, остаточне рішення ряду проблем перевезень та освоєння нових технологій знайде своє втілення лише на межі першої чверті XXI сторіччя.

Тому розробка нових моделей, методів та програмного забезпечення оптимізації вантажопотоків в міжнародних транспортних коридорах, яким присвячені роботи автора [1-19], в даний час є досить актуальним науковим дослідженням.

Загальним питанням теорії транспортних процесів і систем присвячені фундаментальні роботи Воркута А.І., Четверухіна Б.М., Поліщука В.П., Левковця П.Р., Хабутдінова Р.А., Прокудіна Г.С., Коцюка О.Я., Лебідь І.Г., Міротіна Л.Б., Курганова В.М., Милославської С.В., Плужнікова К.И, Беляєва В.М., Мелікова А.З., Ейдес М.Є., Кирпи Г.М., Зайончика Л.Г., Д. Бенсона, Дж. Уайтхеда, Бронштейна О.И., Розенталя Г.О., Бусленко В.Н., Майзер Х., Эйджин Н., Тролл Р., Клейнрока Л., Кенделла Дж., Кліра Дж., Флешимана В.С. та інших вчених [20-48].

У зв'язку з остаточною зміною геополітичної ситуації в Європі, завершенням холодної війни та ліквідацією протистояння Схід-Захід у світовій транспортній системі відбувається процес утворення єдиного торговельного ринку, спрощується процес перетинання кордонів, створюються міжнародні структури, починається реалізація міжнародних транспортних коридорів, котрих в Європі Другою Панєвропейською транспортною конференцією (березень 1994 р., Крит, Греція) виділено дев'ять:

1. *Гельсінкі – Таллінн – Рига – Калінінград – Вроцлав;*
2. *Берлін – Варшава – Мінськ – Москва – Нижній Новгород;*
3. *Берлін – Вроцлав – Краків – Київ;*
4. *Дрезден – Прага – Будапешт – Софія – Стамбул;*
5. *Венеція – Любляна – Будапешт – Ужгород – Львів;*
6. *Гданськ – Катовіце – Єлін – Познань;*
7. *Дунайський водний шлях із виходом на канал Рені – Майн – Дунай;*
8. *Дурес – Тірана – Софія – Пловдив – Варна;*
9. *Гельсінкі – Санкт-Петербург – Москва – Київ – Бухарест* (надалі продовження до Новоросійська та Астрахані).

На Третій Панєвропейській транспортній конференції в Гельсінкі (1997 р.), де було затверджено проекти формування та посилення транспортних коридорів, отримала реалізацію ідея розвитку десятого МТК, а саме:

10. *Зальцбург – Любляна – Загреб – Белград – Ниш – Скоп'є – Велес – Салоники*, який направлений на посилення взаємодії балканських країн і дає вихід в Західну Європу.

Згідно з визначенням Комітету по зовнішньому транспорту Європейської економічної комісії (КЗТ ЄЕК) ООН: «транспортний коридор – це частина національної чи міжнародної транспортної системи, що забезпечує значні міжнародні вантажні й пасажирські перевезення між окремими географічними районами, містить у собі рухомий склад і стаціонарні пристрої всіх видів транспорту, що працюють на даному напрямку, а також сукупність технологічних, організаційних і правових умов для здійснення цих перевезень» [1, 2].

Географічне положення України обумовлює її значення для Європейської транспортної системи у визначенні оптимальних шляхів транспортування вантажів і пасажирів. Найкоротші шляхи із Західної Європи у Закавказзя, Центральну Азію, Іран, Афганістан; із Центральної та Північної Європи у порти Чорного моря, країни Близького Сходу проходять територією України. Україна має розгалужену мережу автомобільних доріг (загальна довжина автомобільних доріг в Україні становить 172,4 тис. км), одну з найпотужніших в Європі залізничну мережу (довжина залізниць в Україні становить 22,3 тис. км), які органічно поєднуються з європейськими через Польщу, Словаччину, Угорщину, Румунію, Молдову, Болгарію і охоплюють морські та річкові порти Чорноморсько-Азовського басейну [49].

Концепція «Створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні» (постанова № 821 Кабінету міністрів України від 04.08.1997 р.) розроблена на основі принципів міжнародної транспортної політики, прийнятих в Європейському співавторстві, які включають: політичні аспекти, соціальний прогрес, комерційні аспекти, тарифну політику, організацію перевезень, розвиток інфраструктури і сервісу, перетин державних кордонів, технічні і технологічні проблеми, обумовлені лібералізацією й гармонізацією транспортного ринку, екологічними вимогами та безпекою роботи тощо.

Інтеграція України у міжнародну транспортну систему передбачає приєднання до існуючих транспортних коридорів та доповнення нових напрямків МТК, а саме:

- продовження коридорів № 3 та напрямку Європа – Азія: Франкфурт – Краків – Дніпропетровськ – Алма-Ата;
- продовження коридору № 5: Львів – Рівне – Сарні – Мінськ;

- продовження напрямку Балтика-Чорне море: Гданськ – Варшава – Ковель – Одеса;
- продовження напрямку Північ-Південь: Харків – Полтава – Кіровоград – Одеса;
- продовження Євразійського транспортного коридору (ЄАТК): Одеса – Тбілісі (Єреван) – Баку – Ашгабат;
- продовження проекту Чорноморського економічного співробітництва (ЧЕС): Анкара – Єреван – Тбілісі (Баку) – Ростов-на-Дону – Донецьк – Одеса (Кишинів) – Бухарест (Тірана) – Дмитровград (Афіни) – Стамбул.

Міжнародні транспортні коридори України, які складають частину мережі міжнародних коридорів, представлені в таблиці 1.1 (загальні схеми усіх десяти критських МТК наведені у Додатку А), характеристика автомобільних транспортних коридорів України – в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Міжнародні транспортні коридори України

Номер коридору й країна- користувач	Напрямки проходження і протяжність коридору по Україні за видами транспорту				Роль та значення забезпечення зв'язків
	Залізничний транспорт	км	Автомобільний транспорт	км	
1	2	3	4	5	6
№ 3 (Критський) Німеччина, Польща, Україна	<i>Вантажний хід:</i> Мостиська – Львів – Здолбунів – Шепетівка – Козятин – Київ <i>Пасажирський хід:</i> Мостика – Львів – Красне – Тернопіль – Хмельницький – Жмеринка – Козятин – Київ	640 694	Краківець – Львів – Рівне – Житомир – Київ	618	Забезпечення зв'язку між країнами Північної та Центральної Європи, України та СНД (з врахуванням взаємодії коридору з іншими коридорами)
№ 5 (Критський) Італія, Словенія, Угорщина, Словаччина, Україна	Чоп – Стрий – Львів	266	Косини – Чоп – Стрий – Львів	309	Забезпечення зв'язку між країнами Південної та Центральної Європи, України та СНД (з врахуванням взаємодії коридору з іншими коридорами)
№ 7 (Критський) водний по Дунаю Австрія, Угорщина, Югославія, Румунія, Болгарія, Молдова, Україна	<i>Водний транспорт:</i> Рені – Ізмаїл – Чорне море			70	Забезпечення зв'язку між країнами Південної та Центральної Європи дешевим водним шляхом, а також України та СНД (з врахуванням взаємодії коридору з іншими коридорами)

Кінець таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
№ 9 (Критський) Фінляндія, Росія, Литва, Білорусь, Україна, Молдова, Болгарія, Греція	<i>Основний хід:</i> Горностаївка – Чернігів – Ніжин – Київ – Козятин – Жмеринка – Роздільна – Кучурган	850	<i>Основний хід:</i> Нові Яриловичі – Чернігів – Київ – Любашівка – Платонове	643	Забезпечення зв'язку між країнами Скандинавії, Балтії, Росією, СНД т країнами Північної Європи, а також пропуск великих об'ємів транзитних потоків
	<i>Відгалуження 9а:</i> Роздільна – Одеса – Ізмаїл – Рені – (далі Румунія)	410	<i>Відгалуження:</i> Любашівка – Одеса	146	Забезпечення у великому обсязі транзитних потоків через Україну із залученням перевезень багатьох країн
	<i>Відгалуження 9с:</i> Ніжин – Зернове – (далі на Москву)	236	<i>Відгалуження:</i> Кіпті – Бачевськ	255	
№ 10 (умовний) Балтика – Чорне море Польща, Україна (розглядати разом з коридором ЄАТК)	<i>Основний хід:</i> Ягодин – Ковель – Шепетівка – Козятин – Жмеринка – Одеса	918	<i>Основний хід:</i> Ягодин – Ковель – Луцьк – Тернопіль – Хмельницький – Вінниця – Умань – Одеса	975	Забезпечення зв'язку між портами на Балтиці та Чорному морі, а також транзитних потоків між країнами
	<i>Відгалуження:</i> Жмеринка – Хмельницький – Тернопіль – Львів – Рава-Руська	426	<i>Відгалуження:</i> Тернопіль – Чернівці – Порубне	201	Північної Європи, Балтії, Скандинавії та країнами Ближнього Сходу і Південної Європи
№ 11 (умовний) Європа – Азія Чорне море Німеччина, Австрія, Чехія, Словаччина, Угорщина, Польща, Росія, Україна, країни середньої Азії, Китай	Мостиська – Львів – Здолбунів – Козятин – Фастів – Знам'янка – Дніпропетровськ – Красна могила	1415	Краківець (Чоп) – Львів – Рівне – Житомир – Київ – Полтава, Харків – Дебальцеве – Довжанськ (модернізація) Косини – Івано-Франківськ – Тернопіль – Вінниця – Кіровоград – Дніпропетровськ – Донецьк – Довжанськ (нова траса)	1475 (від Чопу – 1665) 1550	Продовження коридорів № 3 і № 5 для забезпечення зв'язку з країнами Центральної і Середньої Азії
№ 12 (ЄАТК – умовний) Україна, Грузія, Азербайджан, країни Середньої Азії (розглядати разом з коридором № 10 Балтика-Чорне море)			Одеса – Миколаїв – Херсон – Джанкой – Керч – Рені – Ізмаїл – Одеса – Миколаїв – Херсон – Мелітополь – Бердянськ – Маріуполь – Новоазовськ	674 1077	Забезпечення зв'язку між Україною і країнами Закавказзя і Середньої Азії

Міжнародними транспортними організаціями та Урядом України визначено п'ять стабільних МТК і три міждержавні транспортні коридори (табл. 1.2), якими

здійснюються перевезення вантажів і пасажирів на території України автомобільним транспортом (карта міжнародних автомобільних доріг і МТК України представлена у Додатку Б).

Протяжність цих восьми основних транспортних коридорів для автомобільного транспорту України становить більше 7,2 тис. км по основному ходу та 1,7 тис. км по різних відгалуженнях. На дорогах цих коридорів працює 125 комплексів і пунктів транспортно-експедиторського і автодорожнього обслуговування і сервісу, в тому числі 29 вантажних терміналів (ВТ), 52 пункти автомобільного сервісу (ПАС) і 44 комплекси дорожнього сервісу (КДС). Середня відстань між ВТ становить 250 км, між ПАС – 140 км, між КДС – 160 км. Ці значення в 2-2,5 разів є більшими у порівнянні з вимогами міжнародного стандарту і не задовольняють постійно зростаючим обсягам вантажо- і пасажиропотоків міжнародного транспортного сполучення.

Таблиця 1.2 – Характеристика автомобільних транспортних коридорів України

Транспортний коридор	Характеристика доріг			Характеристика автодорожнього сервісу									
	Довжина основного ходу Відгалуження, км	Пропускна спроможність тис. од АТЗ за добу	Фактична інтенсивність руху АТЗ, тис. од за добу	Діючі комплекси Заплановані				Діючі об'єкти					
				В тому числі				В тому числі					
				Всього	ВТ	ПАС	КДС	Всього	Стоянки, що охороняються	СТО	АЗС	Кафе	Готелі
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Міжнародні транспортні коридори													
1. Чоп – Стрий – Львів – Рівне – Житомир – Київ – Харків – Дебальцеве – Довжанськ	$\frac{1665}{138}$	7,0	9,3-16,2	$\frac{18}{38}$	$\frac{7}{3}$	$\frac{6}{18}$	$\frac{5}{17}$	42	5	6	18	7	6
2. Рені – Маяки – Одеса – Миколаїв – Херсон – Мелітополь – Бердянськ – Маріуполь – Новоазовськ	$\frac{1077}{385}$	3-7	3-11	$\frac{3}{20}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	8	1	0	5	0	2

Кінець таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3. Нові Яриловичі – Чернігів – Київ – Любашівка – Одеса	$\frac{703}{414}$	3-7	7-15	$\frac{7}{10}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{3}$	23	4	2	8	5	4
4. Чоп – Стрий – Тернопіль – Вінниця – Умань – Кіровоград – Дніпропетровськ – Донецьк – Дебальцеве – Довжанськ	$\frac{1550}{0}$	3-7	5-13	$\frac{6}{12}$	$\frac{6}{1}$	$\frac{0}{5}$	$\frac{0}{6}$	8	1	0	5	1	1
5. Ягодин – Ковель – Луцьк Тернопіль – Хмельницький – Вінниця – Умань – Одеса	$\frac{957}{204}$	3-7	4,3- 12,5	$\frac{6}{5}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{0}{3}$	15	3	6	0	3	3
Всього по МТК	$\frac{5952}{1141}$	19- 35	28,6- 67,7	$\frac{40}{85}$	$\frac{18}{12}$	$\frac{15}{37}$	$\frac{7}{36}$	96	14	14	36	16	16

2. Транспортні коридори міждержавних зв'язків (ТКМЗ)

1. Ужгород – Львів – Ковель – Доманове	$\frac{510}{185}$	3- 7	14,0 - 15,1	$\frac{1}{1}$	0	$\frac{1}{1}$	0	1	0	0	1	0	0
2. Мамалига – Чернівці – Хмельницький – Ковель – Новгород- Волинський – Коростень – Виступовичі	$\frac{390}{90}$	3- 7	2,1- 11,7	$\frac{0}{3}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{2}$	0	2	0	0	2	0	0
3. Могилів- Подільський – Вінниця – Житомир – Коростень	$\frac{375}{325}$	3- 7	2,1- 11,7	$\frac{0}{5}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{0}{2}$	4	0	0	4	0	0
Всього по ТКМЗ	$\frac{1275}{600}$	9- 21	18,2 - 38,5	$\frac{1}{9}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{0}{2}$	7	0	0	7	0	0
Всього по МТК і ТКМЗ	$\frac{7227}{1741}$	28 - 56	46,8 - 106, 2	$\frac{41}{94}$	$\frac{18}{14}$	$\frac{16}{42}$	$\frac{7}{38}$	103	14	14	43	16	16

За результатами дослідження мережа автомобільних доріг в Україні за протяжністю, щільністю та конфігурацією [50] відповідає технологічним потребам транспортних зв'язків регіонального та місцевого рівня, але за міжнародними

вимогами недостатньо розвинена порівняно з аналогічними показниками європейських країн (рис. 1.1).

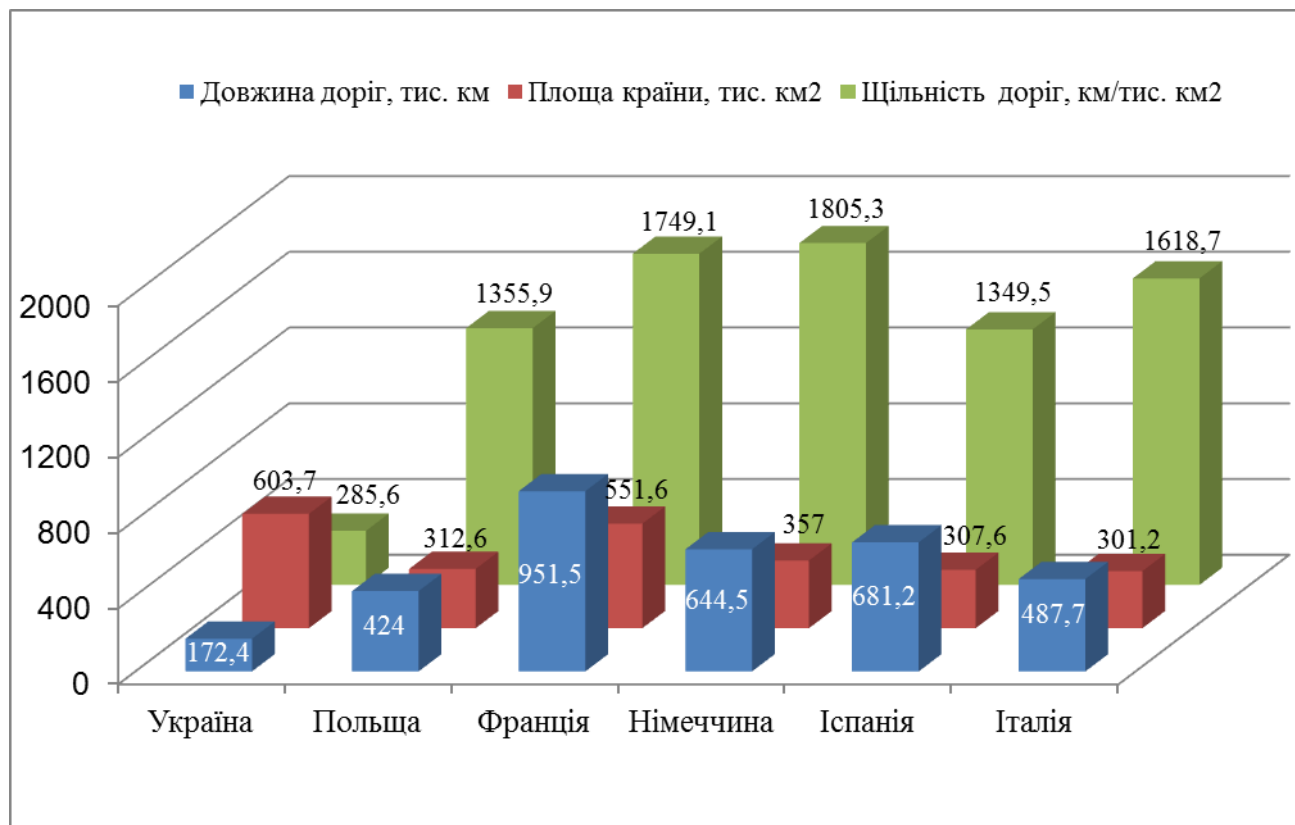


Рисунок 1.1 – Порівняння характеристик транспортної мережі автомобільних доріг України з розвиненими країнами Європи

Збільшення пропускної здатності та якості автомобільних шляхів закладено також у Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 р. До виконання завдань програми слід підходити комплексно з урахуванням обсягів товаропотоків, що формуються між країнами нині та формуватимуться в перспективі. Таким чином, слід з'ясувати значення пропускної здатності української мережі автомобільних міжнародних транспортних коридорів на даний час та визначити напрямки її розвитку. Рівень пропускної здатності дороги залежить від кількості смуг руху, швидкості руху транспортних засобів і стану поверхні проїжджої частини, а також різновиду автомобілів, що рухаються на певній ділянці. Для розрахунку пропускної здатності з урахуванням зазначених критеріїв за умови систематичного руху автомобілів у нормальних умовах, отримуємо таке співвідношення [3, 50]:

$$P_{\text{доб}}^{\text{МТК}} = 24 \cdot \frac{v \cdot n_{\text{см}} \cdot \beta}{(l_p + l_z + l_a + l_o)} \cdot 10^3, \quad (\text{авт. / добу}) \quad (1.1)$$

де v – швидкість руху транспортного засобу, км/год;

$n_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує кількість смуг руху;

β – коефіцієнт, який показує вплив технологічних характеристик елементів дороги на її пропускну здатність ($\beta = 0,563$);

l_p – шлях, який проходить автомобіль за час реакції водія, м;

l_z – гальмівний шлях, м;

l_a – довжина автомобіля, м;

l_o – відстань безпеки до попереднього автомобіля, що рухається, м.

Результати проведених розрахунків пропускної здатності різних ділянок окремих автомагістралей міжнародного значення з урахуванням кількості смуг (1/2/3) для руху в одному напрямку подано в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Дані розрахунку пропускної здатності міжнародних автомобільних доріг України

Найменування автомобільних доріг	МТК	Кількість смуг руху	Протяжність, км	Пропускна здатність ділянки дороги, авто/добу
Київ – Чернігів – п. п. Нові Яриловичі (на Гомель)	№ 9	3	205,6	34528/86320/172640
Кіпті – Глухів – п. п. Бачівськ (на Брянськ)	відгал. №9	1	242,5	23019
Київ – Харків – п. п. Довжанський (на Ростов-на-Дону)	Європа–Азія	3	844,3	34528/86320/172640
Київ – Одеса	№ 9	3	453,3	34528/86320/172640
Київ – Чоп (на Будапешт через Львів, Мукачеве, Ужгород)	Європа – Азія, №3, №5	2	821,5	34 528/86 320
Львів – Краковець (на Краків)	Європа – Азія, №3	2	65,1	27 622/69 055
Кіровоград – п. п. Платонове (на Кишинів через Любашівку)	відгал. №9	1	254,4	23 019
Одеса – Мелітополь – Новоазовськ (на Таганрог)	ЧЕС	2	624,3	27 622/69 055
Одеса – Рені (на Бухарест)	ЧЕС	3	244,4	34 528/86 320/ 172 640
Херсон – Джанкой – Феодосія – Керч	Європа–Азія	2	423,6	27 622/69 055

Виходячи з розрахованих показників пропускної здатності табл. 1.3, можна її визначити для кожного автомобільного міжнародного транспортного коридору України (табл. 1.4). Наведені показники визначають нижню межу пропускної здатності МТК.

Таблиця 1.4 – Середньозважена пропускна здатність автомобільних міжнародних транспортних коридорів України

Назва МТК	П _{МТК} , авт./добу
МТК № 3	55245
МТК № 5	69056
МТК ЧЕС	55245
МТК № 9 (на відгал.)	69056 (23019)
МТК Європа-Азія	55245

Проте пропускна здатність автомобільних МТК складається з пропускної здатності як автомагістралей, так і автомобільних пунктів пропуску на митному кордоні держави. Тому необхідно дослідити потік автомобільних транспортних засобів через митний кордон України і визначити пропускну здатність пунктів пропуску на державному кордоні [4, 5].

Україна межує із семи державами (Білорусь, Росія, Молдова, Румунія, Угорщина, Словаччина, Польща), маючи найдовший сухопутний зовнішній кордон серед європейських країн. Загальна протяжність державного кордону нині становить 6993,63 км, з них сухопутна ділянка – 5638,63 км. На підставі даних Державної фіскальної служби України [51] визначимо пропускну здатність пунктів пропуску з переміщенням однотипних автомобілів за добу за наступною формулою:

$$P_{\text{доб}}^{\text{н.п.}} = 1440 \cdot \frac{T_p}{t_{\text{МК}}} \cdot n_{\text{см}}, \quad (\text{автом. / добу}), \quad (1.2)$$

де T_p – розрахунковий період часу переміщення автомобільних транспортних засобів, год;

$t_{\text{МК}}$ – час проведення митних формальностей автомобільних транспортних засобів з урахуванням умов безпечного переміщення транспортного потоку, хв.

Враховуючи розрахункове значення пропускної здатності кожного пункту пропуску, було визначено середньозважену пропускну здатність кожної із семи ділянок митного кордону України в динаміці з 2009 по 2018 рр. (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Динаміка середньозваженої пропускної здатності ділянок митного кордону України (авт./добу)

Рік	Польська	Словацька	Угорська	Румунська	Молдовська	Білоруська	Російська
2009	12749	1894	5701	3016	7524	4626	10022
2010	13690	1901	6389	3150	7587	5014	11005
2011	14121	2065	5938	2745	6570	4289	11126
2012	13327	2053	7556	2074	6196	3615	8669
2013	14521	2352	8144	2897	6203	4423	7543
2014	14629	2411	8437	3012	6234	4414	4451
2015	14980	2529	9311	3474	6277	4737	6202
2016	15328	2665	10123	4120	6526	5230	5910
2017	15685	2809	11007	4939	6915	5870	5665
2018	16050	2961	11968	5930	7445	6658	5454

На підставі даних Державної фіскальної служби України [51] в табл. 1.6 наведено динаміку фактичної інтенсивності руху транспортних засобів через митний кордон України за той же самий період (2009-2018 рр). Порівняльний аналіз динаміки розрахункової пропускної здатності пунктів пропуску та фактичної інтенсивності руху для кожної із семи ділянок митного кордону України за 2018.р. наведено на рис. 1.2.

Таблиця 1.6 – Фактична інтенсивність руху транспортних засобів через митний кордон України (автомобільних транспортних засобів за добу)

Рік	Польська	Словацька	Угорська	Румунська	Молдовська	Білоруська	Російська
2009	12732	1803	7380	546	8450	3888	8450
2010	17340	1803	14820	3196	8450	3888	9050
2011	17340	1803	14820	3196	8450	3888	9050
2012	11828	1519	9612	1303	7935	2845	8190
2013	12521	2052	10144	2897	6203	4423	7543
2014	19151	3945	5644	2740	6822	5096	14959
2015	20548	4137	5781	3397	7041	5068	10932
2016	20959	4082	6849	4082	7589	5068	10247
2017	20274	4000	7425	3945	8110	5973	11151
2018	17781	3315	6630	4164	8110	6877	10658

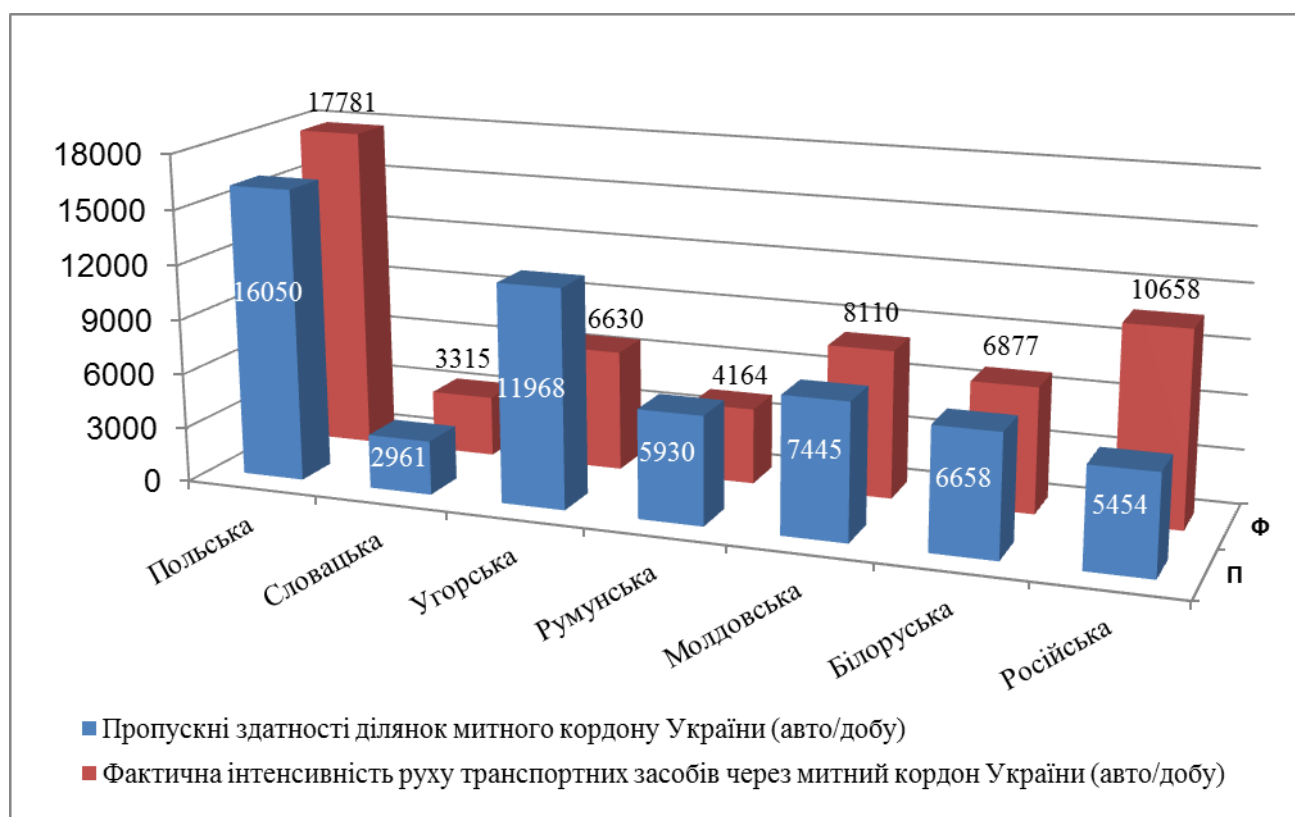


Рисунок 1.2 – Порівняльний аналіз розрахункової та фактичної пропускної здатності пунктів пропуску станом на 2018 р.

Дані рисунка 1.2 свідчать про те, що фактична інтенсивність руху транспортних засобів через митний кордон України на ділянках з Польщею, Словаччиною, Молдовою, Білоруссю а особливо з Росією перевищує найнижчі показники їх пропускних здатностей. Останнє пов'язано з майже двократним скороченням числа пунктів пропуску на українсько-російському кордоні.

Реалізація заходів з нарощування пропускних потужностей автомобільних пунктів пропуску на митному кордоні України створить умови для швидкого та зручного перетинання державного кордону України в рамках тих обсягів руху автотранспортних засобів через кордон, що формуються нині та в перспективі на найближчі роки. При цьому необхідно враховувати, що пропускну здатність в окремих випадках може бути збільшено за рахунок зміни деяких параметрів, таких як зменшення часу очікування на оформлення в міжнародних пунктах пропуску, збільшення кількості смуг на автомобільних дорогах, збільшення швидкості руху за рахунок покращання якості дорожнього полотна.

Довжина залізничної мережі МТК України становить 3162 км, з них 92,3 % – двоколіїні лінії, 77,3 % – електрифіковані, 90 % – обладнанні автоблокуванням. За

останні 5 років на напрямках транспортних коридорів електрифіковано 500 км колій, реконструйовано 85 вокзалів, зросла швидкість руху поїздів. Передбачається будівництво нової залізничної мережі з рівнями швидкості руху до 300 км на годину і принципово новим рухомим складом та колією шириною 1435 (європейський стандарт) мм замість 1520 мм. Високошвидкісний транспорт планується використовувати для пасажирських і легковантажних перевезень. Цей варіант віднесено на перспективу після 2020 року.

Відкрита залізнична поромна переправа Іллічівськ – Поті – Батумі, яка є однією з основних ланок коридору TRACECA (Європа – Закавказзя – Азія). Введена в експлуатацію друга черга зернового навантажувального комплексу в Іллічівському морському порту, що здійснює перевалку зерна в країни Південної Америки, Південно-Східної Азії, Саудівську Аравію тощо.

Реконструйовано значну кількість ділянок автомобільних доріг: Чоп – Львів – Київ і Нові Яриловичі – Чернігів – Київ – Одеса. Реконструкція автомобільних доріг у зоні МТК дозволила збільшити допустиму масу транспортних засобів з 36 до 40 тон. Реконструкція існуючих автомобільних доріг передбачає доведення їх параметрів до міжнародних вимог і стандартів. Додатково до існуючих споруджуються нові швидкісні автомобільні дороги здебільшого на окремих напрямках у новій смузі відведення.

Для забезпечення ефективної роботи транспортних коридорів важливим є створення прикордонних та митних пунктів пропуску, а також транспортно-складських комплексів для переробки вантажів, які поділяються на:

- прикордонні сухопутні, які розміщаються у Ковелі, Раві-Руській, Мостиській, Чопі, Харкові, Сумах, Чернігові;
- сухопутні (в Києві, Житомирі, Винниці, Полтаві, Сумах, Дніпропетровську, Кіровограді, Черкасах, Сімферополі, Мелітополі, Одесі, Хмельницькому, Тернополі, Рівному, Львові, Івано-Франківську);
- водні (у Рені, Ізмаїлі, Усть-Дунайському, Білгород-Дністровському, Іллічівську, Одесі, Південному, Миколаєві, Октябрьському, Херсоні, Скадовську, Євпаторії, Бердянську, Маріуполі, Запоріжжі, Дніпропетровську, Києві).

Міжнародна транспортна мережа України і діючі системи перевезення в умовах трансформації економіки вимагають принципових змін в експлуатаційно-

технологічній діяльності, а також заміни технічних засобів і устаткування, головними вимогами в цих питаннях є:

- максимальне зниження собівартості перевезень;
- переоцінка критеріїв у підходах до визначення ефективності перевезень, перехід від об'ємних показників роботи транспорту до фінансово-економічних;
- забезпечення достатньої швидкості руху транспорту і доставки пасажирів та вантажів;
- забезпечення збереження вантажів під час перевезення;
- підвищення якості послуг на транспорті.

Особливе географічне положення України, що дозволяє їй по праву займати місце транзитної держави, і як наслідок наявність великої кількості діючих транзитних транспортних коридорів, автомобільних магістралей міжнародного і європейського значення, великих транспортних вузлів, що концентрують у собі залізничні станції, аеропорти, річкові й морські порти, висуває підвищені вимоги до системи управління перевезеннями пасажирів і вантажів.

Як свідчить аналіз наявних даних, в разі відсутності адекватної реакції з боку української держави на очікувані в найближчі 3-4 роки зміни функціонування міжнародного ринку транспортних послуг та умов доступу до нього, в значній мірі може скоротитись частка вітчизняних автомобільних перевізників на міжнародних ринках перевезень. Останнє, в свою чергу, негативно позначиться на ситуації із втратою транзитного потенціалу країни та може призвести до суттєвого скорочення національного внутрішнього валового продукту (ВВП) держави.

Над запровадженням більш жорстких норм і стандартів щодо функціонування міжнародного ринку транспортних послуг та умов доступу наразі працюють міжнародні організації, які діють в сфері транспорту – Європейська економічна комісія ООН, Європейська Комісія ЄС, Організація з безпеки та співробітництва в Європі та Міжнародний транспортний форум. Дія нових норм і стандартів буде поширюватись як на центральноєвропейські країни, так і країни Східної та Південно-Східної Європи, Кавказу та Середньої Азії, охоплюватиме всі види внутрішнього транспорту (*автомобільний, залізничний, внутрішній водний транспорт і змішані перевезення*). Запровадження змін направлено на розвиток

транскордонних перевезень на загальноєвропейському та трансконтинентальному ринку перевезень вантажів та пасажирів шляхом спрощення прикордонних процедур, забезпечення безпеки руху та перевезень небезпечних вантажів, підвищення екологічності та енергоефективності транспорту, відповідного функціонування транспортної інфраструктури тощо.

В значній мірі на конкурентоспроможність вітчизняних автотранспортних підприємств на міжнародних ринках транспортних послуг впливають результати реформування системи багатосторонніх квот (дозволів) колишньої Європейській конференції міністрів транспорту (ЄКМТ) Міжнародного транспортного форуму.

Наразі виконавчими структурами цієї міжнародної організації підготовлені і затверджені започаткування нових, більш жорстких вимог допуску до системи міжнародних перевезень за системою ЄКМТ. На додаток до нині існуючої вимоги щодо якості транспортних засобів, планується запровадити кількісні критерії щодо якості вантажоперевізників, якості водіїв та якості положень, що регулюють перевірки і санкції. Вимоги до транспортних засобів також посилюватимуться, а саме тільки три категорії транспортних засобів (тобто Євро IV, V, VI) будуть допущені до міжнародних перевезень в системі квот ЄКМТ.

Очікувані зміни функціонування міжнародного ринку транспортних послуг та умов доступу до нього потребують обов'язкової уваги з боку української держави, оскільки вони безпосередньо впливатимуть на забезпечення національних інтересів, зокрема в контексті реалізації транзитного потенціалу України.

Так, за даними англійського інституту «Рендел», Україна займає перше місце в Європі, третє – в Євразії й шосте – у світі за показником коефіцієнту транзитності. В контексті забезпечення реалізації транзитного потенціалу за останні 8 років суттєво зросла роль міжнародних автомобільних перевізників (приватні підприємства, об'єднані Асоціацією міжнародних автомобільних перевізників України). Якщо в період з 2011 по 2018 роки транзитні вантажопотоки територією України залізничним транспортом суттєво скоротились (на 58,53 %), то транзитні автомобільні перевезення вантажів територію України зросли в 1,68 рази (таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 – Динаміка транзитних вантажопотоків за видами транспорту, тис. т [51]

Види транспорту	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Всього, в т.ч.	58123,46	47915,53	40877,35	38240,02	30290,95	28723,76	36498,21	40964,02
Залізничним	48669,54	40940,14	32983,02	30345,99	24170,11	20930,45	27600,48	30698,86
Морським	3912,07	1637,72	1519,33	1409,78	1510,01	1540,23	1400,43	1371,02
Автомобільним	5011,2	4850,03	5584,97	6015,23	4271,7	5840,1	7092,4	8443,78
Річковим	0	7,58	2,16	1,12	2,12	2,34	1,78	1,74
Авіаційним	2,81	2,99	0,77	0,56	1,78	12,47	1,78	2,14
Інше	527,84	477,07	787,1	467,34	335,23	398,17	401,34	446,48

де інше – вантажні автомобілі та залізничні вагони на морських суднах, поштові відправлення, експрес-відправлення, транспортні засоби, що переміщується своїм ходом як товар, вид транспорту не визначено.

На рис. 1.3 спостерігається з 2011 по 2016 роки тенденція до скорочення обсягів транзитних вантажопотоків на (17,56% + 14,69% + 6,45% + 20,79% + 5,17%) 64,66% і, починаючи з 2016 року їх поступове збільшення (27,07 + 12,24%) – на 39,31% за останні два роки.

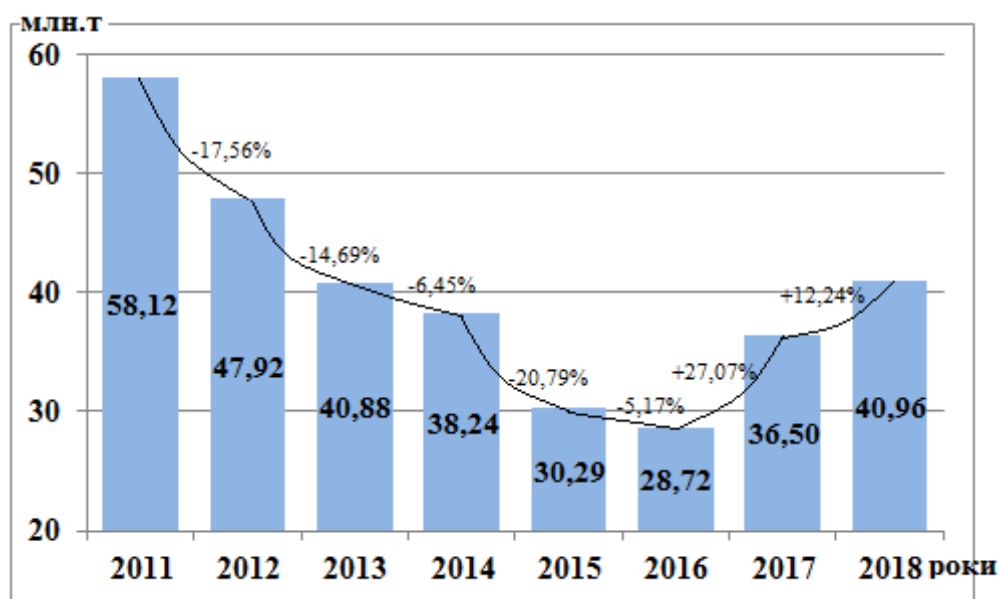


Рисунок 1.3 – Динаміка сумарних транзитних вантажних перевезень, %

До запровадження нових, більш жорстких норм і стандартів Україна підготовлена на недостатньому рівні:

– система організації міжнародних перевезень пасажирів та вантажів автомобільним транспортом є недосконалою, а в забезпеченні функціонування автомобільного транспорту відсутній системний підхід [6, 7];

- рухомий склад парку автомобільного транспорту є технічно та морально застарілим, а його оновлення відбувається повільними темпами;

- рівень безпеки перевезень низький, значно гірші в порівнянні з країнами ЄС показники аварійності на автомобільному транспорті (за показником смертності від ДТП наша країна посідає п'яте місце у Європі);

- експлуатаційні характеристики вітчизняної транспортної інфраструктури не дозволяють забезпечити виконання «Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР)» (практично відсутні відповідним чином обладнані місця для стоянок та відпочинку водіїв).

Збереження/розширення частки українських перевізників на міжнародних ринках транспортних послуг є критично важливим, оскільки зменшення їх частки може призвести до суттєвого зменшення ВВП України.

Залучення транзитних потоків є великою комплексною проблемою, оскільки транзит є сферою міждержавної конкуренції, а в його організації беруть участь багато державних і комерційних структур, які працюють в єдиному технологічному ланцюзі. Неефективна робота хоч би одного учасника ланцюга призводить до збою усієї системи транзитних перевезень.

Враховуючи вищезазначене, з метою забезпечення виконання поставлених завдань з відновлення економічного зростання й модернізації економіки країни, реалізації основних напрямків «Транспортної стратегії України на період до 2020 року» в частині забезпечення розвитку експорту транспортних послуг, ефективного використання транзитного потенціалу, з метою недопущенню загроз національній безпеці держави необхідно:

1. Передбачити заходи щодо: підвищення конкурентоспроможності вітчизняного транспорту на міжнародному ринку транспортних послуг; встановлення і підтримки у рамках торгівельної і транспортної політики держави сприятливих умов для українських експортерів транспортних послуг; сприяння реалізації інтересів вітчизняних перевізників на світовому ринку транспортних послуг; створення умов для придбання українськими перевізниками сучасної транспортної техніки, що забезпечує не лише конкурентоспроможність на

міжнародних ринках, але і принципову доступність цих ринків для вітчизняних операторів.

2. Розробити механізм впровадження державно-приватного партнерства для залучення приватних інвестицій, направлених на забезпечення відповідності експлуатаційних характеристик вітчизняної інфраструктури вимогам угоди ЄУТР (місця для стоянок та відпочинку водіїв);

3. Вивчити можливості та розробити відповідні заходи щодо залучення сприяння та допомоги від міжнародних транспортних організацій, направлених на розвиток національного потенціалу та вітчизняної інфраструктури.

Недостатня готовність України до запровадження нових міжнародних вимог та стандартів в транспортній сфері може спричинити скорочення присутності українських автотранспортних організацій на міжнародних транспортних ринках послуг.

Присутність українських автомобільних перевізників на міжнародних ринках є критично важливою з точки зору забезпечення національної безпеки в економічній сфері. Результати діяльності перевізників свідчать про їх значний вклад в забезпечення умов для сталого економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності національної економіки. Так, за останні 5 років міжнародні автомобільні перевізники України збільшили експорт товарів з 254 млн. дол. США до 578 млн. дол. США (на 227%) та імпорту товарів з 109 млн. дол. США до 240 млн. дол. США (на 221%).

Окрім того, згідно з офіційною статистикою національний внутрішній валовий продукт, величина якого тим більша, чим більші обсяги експорту, в значній мірі залежить від ситуації на *міжнародному ринку транспортних послуг*. Останні три роки питома вага експорту транспортних послуг в загальному обсязі експорту є найбільшою і згідно з даними Державної служби статистики України складає 65-67%. Важливість вкладу вітчизняних міжнародних перевізників до ВВП набирає своєї особливої актуальності та вагомості на фоні збереження, починаючи з 2011 року, негативного сальдо зовнішньоторговельного балансу, обумовленого від'ємним сальдо зовнішньої торгівлі товарами.

Таким чином, враховуючи вищенаведене, скорочення присутності українських транспортних організацій на міжнародних транспортних ринках послуг може спричинити істотне скорочення валового внутрішнього продукту.

З огляду на існуючі вимоги, які пред'являються до методів управління перевезеннями в ТС, можна констатувати факт про наявність у транспортній галузі відповідних проблем по управлінню пасажирськими і вантажними перевезеннями.

Якнайшвидше розв'язання виниклої проблеми в управлінні перевезеннями в ТС України за допомогою розробки нових підходів, орієнтованих на використання засобів і методів сучасних прогресивних інформаційних технологій, дозволить транспорту України як галузі народного господарства, що відповідає за своєчасну, економічну й надійну доставку пасажирів і вантажів до пунктів призначення, гідно виконати покладене на нього величезне народногосподарське завдання.

1.2 Область предметної діяльності транспортної галузі України

Транспорт є однієї з базових системоутворюючих галузей матеріального виробництва, що забезпечує потреби суспільства в перевезеннях, ефективне функціонування якого є необхідною умовою структурних перетворень і зростання економіки, розвитку зовнішньоекономічної діяльності, задоволення потреб населення та суспільного виробництва у перевезеннях вантажів і пасажирів, захисту економічних інтересів та розвитку суспільства країни [52]. У структурі суспільного виробництва транспорт відноситься до сфери виробництва матеріальних послуг (рис. 1.4).

Транспортно-дорожній комплекс (ТДК) України – це сукупність всіх видів транспорту й відповідних шляхів сполучень, технічних засобів (пристроїв) і споруджень на шляхах сполучень, що забезпечує процес переміщення в просторі й у часі пасажирів і вантажів різного призначення.

Забезпечуючи потреби країни в перевезеннях, ТДК виконує наступні функції [52]:

- служить основним засобом обміну цінностями й більшістю послуг;
- уможливорює поділ праці як усередині, так і між країнами;

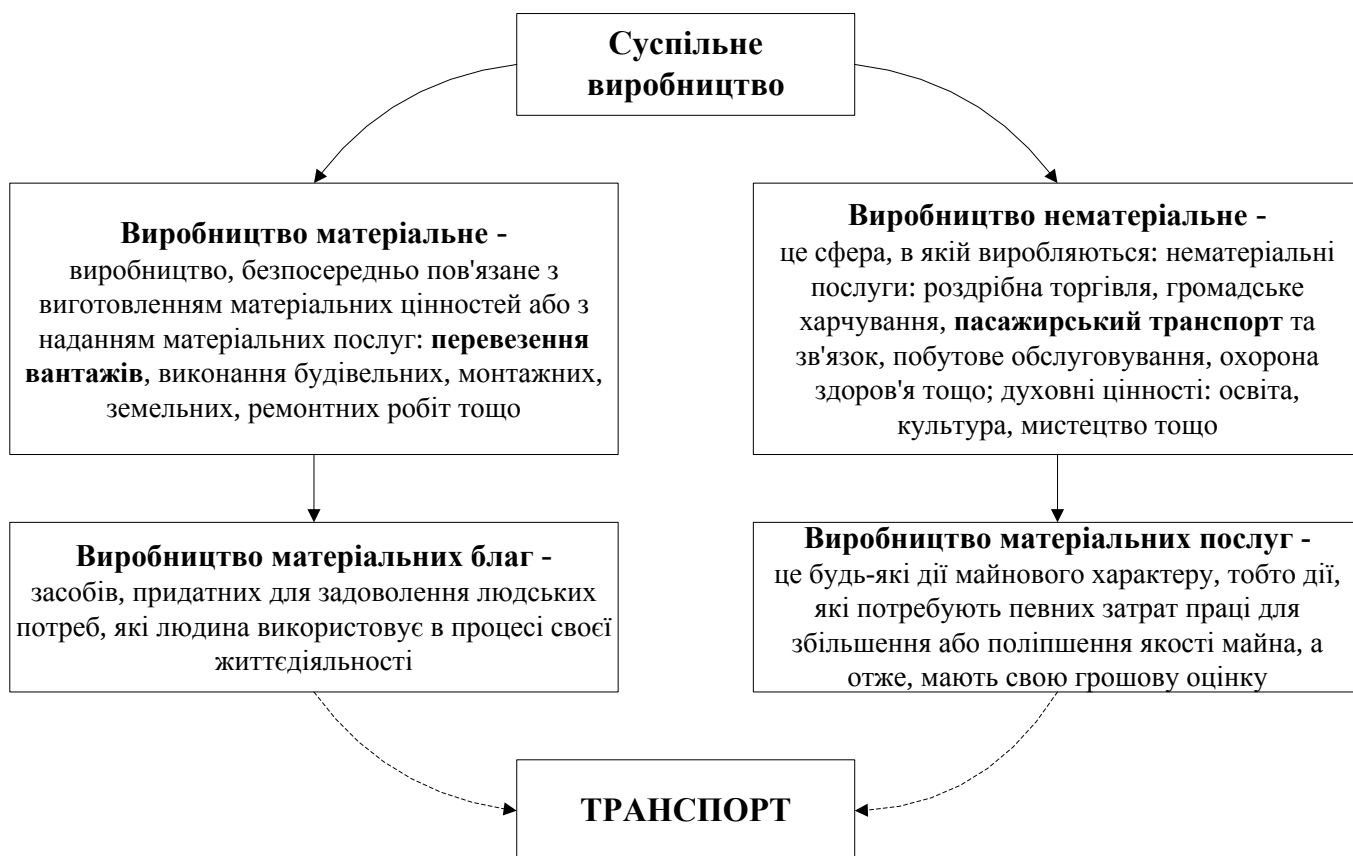


Рисунок 1.4 – Місце транспорту у структурі суспільного виробництва

- поєднує в єдиний соціально-економічний механізм галузі економіки й окремих регіонів країни;
- є важливим чинником економічного освоєння територій, що дозволяють розвивати й формувати розгалужену мережу населених пунктів;
- є засобом забезпечення особистих і суспільних потреб населення в пересуванні;
- створює сприятливі умови для розвитку суспільно-культурного й економічного життя на нерозвинених і слаборозвинених територіях;
- є засобом, що сприяє обороноздатності країни.

Потреба у високорозвиненому ТДК ще більше підсилюється при інтеграції в європейську й світову економіку. ТДК стає базисом для ефективного входження України у світове співтовариство й заняття в ньому місця, що відповідає рівню високорозвиненої держави [53].

До ТДК України в ринкових умовах пред'являються високі вимоги відносно якості, регулярності й надійності транспортних зв'язків, схоронності вантажів і безпеки перевезення пасажирів, строків і вартості доставки. Відповідно до цього стан транспортних комунікацій України повинен відповідати вимогам європейської інтеграції [54].

Розробка транспортної стратегії [55] – важливий етап у розвитку ТДК, але ще складніше її реалізація. Тому реалізацією повинні займатися висококваліфіковані професіонали, причому особливість укладається в тім, що потрібні фахівці, що володіють не тільки загальнотранспортною підготовкою, але і великими знаннями у галузі сучасних інформаційних технологій. Ця проблема стоїть дуже гостро і її потрібно вирішувати прискореними темпами.

Україна – європейська держава, яка розташована на перетинанні найважливіших напрямків світової торгівлі безпосередньо між Європою й Азією, а також іншими континентами, що володіє розвиткою транспортною інфраструктурою. За підсумками 2018 року обсяг перевезень становить понад 571 млн. т вантажів (без трубопровідного) і понад 2082 млн. пасажирів у рік (без міського транспорту) [56]. Той факт, що Україна займає по своєму транзитному положенню одне із провідних місць у Європі, свідчить наявність на її території міжнародних транспортних коридорів, таких як: “Критские” №3, №5, №7, №9, TRACECA, Балтійське – Чорне море, ЧЭС, Європа – Азія.

Показники експлуатаційної діяльності транспорту України за 2014-2018 рр. представлені у табл. 1.8 [57] за винятком: вантажні перевезення наведені без урахування даних по трубопровідному виду транспорту; пасажирські без урахування трамвайного, тролейбусного і метрополітену; дані по залізничному транспорту враховують пасажирів міської електрички.

За даними табл. 1.8 на рис. 1.5. побудована нормована на 100% гістограма, яка відображає долю кожного виду транспорту у загальному об'ємі усіх показників експлуатаційної діяльності транспорту України (гістограма побудована на підставі даних за 2018 рік).

Таблиця 1.8 – Показники експлуатаційної діяльності ТДК України за 2014-2018 рр.

Показники	Роки	Залізничний транспорт	Автомобільний транспорт	Водний транспорт	Авіаційний транспорт	Усього
Перевезено вантажів (млн. тон)	2014	387	178,4	6	0,1	571,5
	2015	350	147,3	6,4	0,1	503,8
	2016	344,1	166,9	6,7	0,07	517,77
	2017	339,5	175,6	5,9	0,1	521,1
	2018	323,88	187,72	5,78	0,12	517,5
Вантажооборот (млн. ткм)	2014	209634,3	37764,2	5462,3	240	253100,8
	2015	194321,6	34431,1	5434,1	210,9	234397,7
	2016	187215,6	37654,9	3998,6	225,9	229095
	2017	191914,1	41178,8	4257,1	272,7	237622,7
	2018	187116,25	42743,59	3371,62	340,33	233571,8
Перевезено пасажирів (млн. пас)	2014	389,1	2915,3	6,5	6,5	3317,4
	2015	389,8	2259,8	0,6	6,3	2656,5
	2016	389,5	2025,0	0,5	8,3	2423,3
	2017	165,0	2018,7	0,6	10,6	2194,9
	2018	157,25	1911,71	0,68	12,49	2082,13
Пасажирооборот (млн. пас.-км)	2014	35623,5	42696,9	42	11583,7	89946,1
	2015	35425,6	34775,6	22,3	11362,4	81585,9
	2016	36954,0	34488,0	30,4	15525,1	86997,5
	2017	28043,4	35412,4	30,3	20345,7	83831,8
	2018	28828,62	34739,56	28,12	25594,89	89191,19

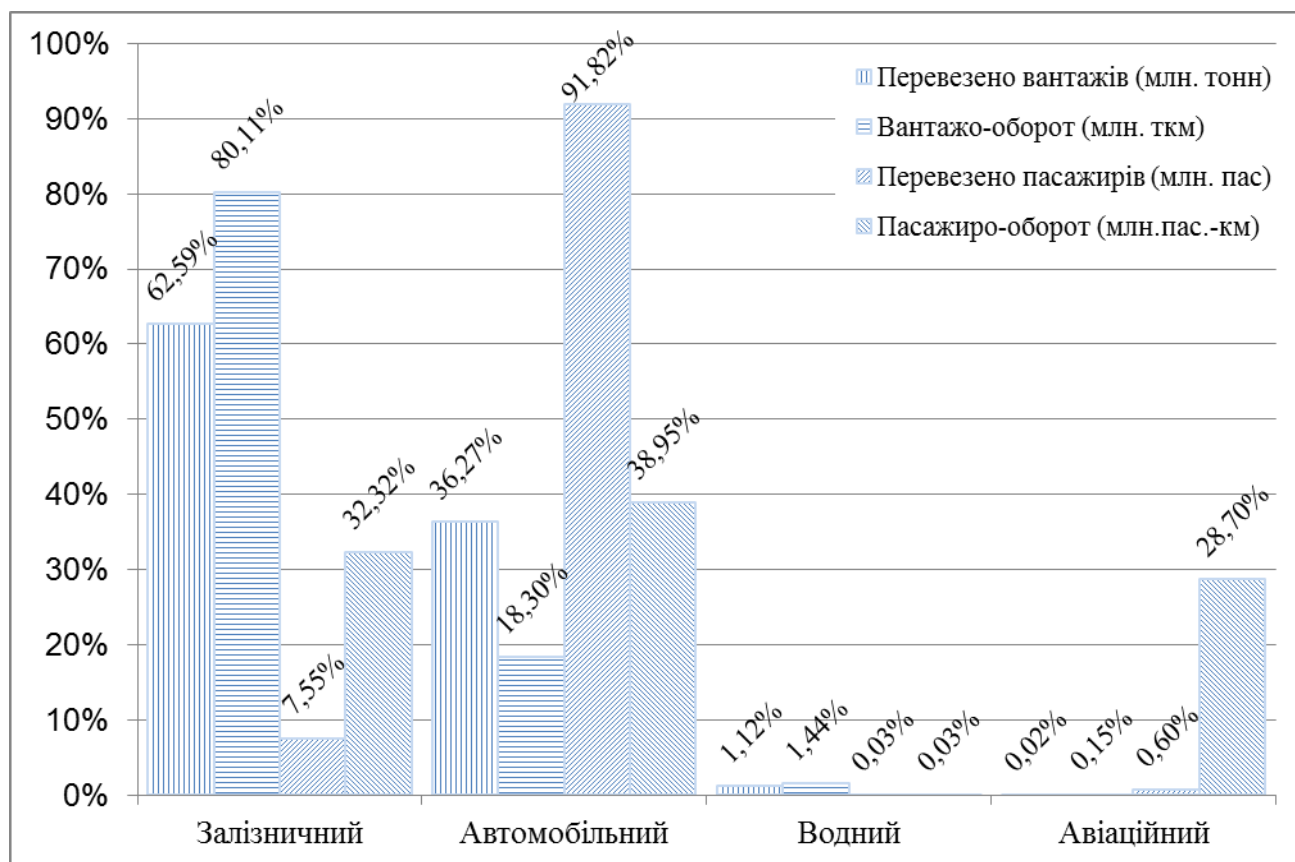


Рисунок 1.5 – Гістограма, яка відображає долю кожного виду транспорту у експлуатаційній діяльності транспорту України за 2018 рік

З гістограми видно, що доля залізничного і автомобільного видів транспорту в загальній виробничій діяльності транспорту України приблизно однакова. Але за інтегрованою сумою чотирьох проаналізованих показників у автомобільного транспорту вона складає 46,33% (відповідно: 36,27% – частина автомобільного транспорту у перевезенні вантажів; 18,30% – у вантажообороті; 91,82% – у перевезенні пасажирів і 38,95% – у пасажирообороті).

На долю залізничного транспорту доводиться 45,64% (відповідно: 62,59% – частина залізничного транспорту у перевезенні вантажів; 80,11% – у вантажообігу; 7,55% – у перевезенні пасажирів і 32,32% – у пасажирообороті) усього обсягу перевезених пасажирів і вантажів. Водний транспорт виконує 0,66% (відповідно: 1,12% – частина водного транспорту у перевезенні вантажів; 1,44% – у вантажообігу; 0,03% – у перевезенні пасажирів і 0,03% – у пасажирообороті) і приблизно 7,37% (відповідно: 0,02% – частина авіаційного транспорту у перевезенні вантажів; 0,15% – у вантажообігу; 0,6% – у перевезенні пасажирів і 28,70 – у пасажирообороті) реалізується авіаційним транспортом.

У табл. 1.9 [57] представлені на основі інформації Державної служби статистики України (з урахуванням контейнерів на залізничних вагонах, вантажних автомобілях і морських судах) дані по транзитним перевезенням вантажів у тис. тон різними видами транспорту по території України за 2014-2018 рр.

Таблиця 1.9 – Транзитні перевезення вантажів по території України за 2014-2018 рр

Роки	Залізничний транспорт	Автомобільний транспорт	Морський транспорт	Річковий транспорт	Авіаційний транспорт	Інше	Усього
2014	30345,99	6015,23	1409,78	1,12	0,56	467,34	38240,02
2015	24170,11	4271,7	1510,01	2,12	1,78	335,23	30290,95
2016	20930,45	5840,1	1540,23	2,34	12,47	398,17	28723,76
2017	27600,48	7092,4	1400,43	1,78	1,78	401,34	36498,21
2018	30698,86	8443,78	1371,02	1,74	2,14	446,48	40964,02

За даними табл. 1.9 на рис. 1.6. побудований графік, який відображає падіння сумарних транзитних перевезень вантажів, які здійснюються усіма видами транспорту по території України.

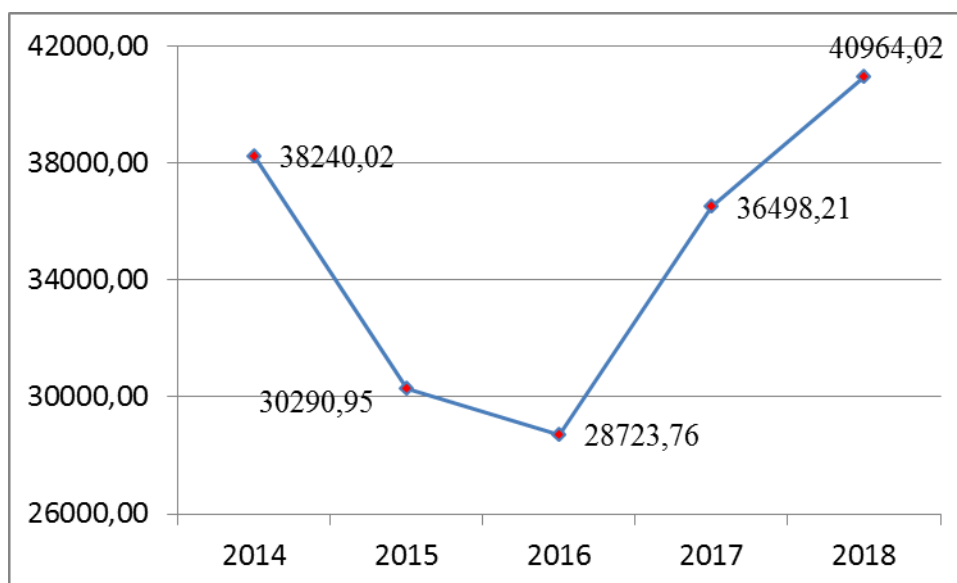


Рисунок 1.6 – Графік, який відображає сумарні транзитні перевезення вантажів усіма видами транспорту по території України за 2014-2018 рр

На сьогоднішній день наука досить далеко просунулася в розробці технологій прогнозування. Фахівцям добре відомі методи нейрон-мережевого прогнозування, нечіткої логіки і тому подібне. Розроблені відповідні програмні пакети, але на практиці вони, на жаль, не завжди доступні рядовому користувачеві, а в той же час багато з цих проблем можна досить успішно вирішувати, використовуючи методи дослідження операцій, зокрема імітаційне моделювання, теорію ігор, регресійний аналіз, реалізуючи ці алгоритми в широко відомому і поширеному пакеті прикладних програм MS Excel.

У таблиці 1.10 наведені консолідовані дані результатів регресійного аналізу статистичних даних про обсяги транзитних вантажопотоків з 2014 по 2018 роки (див. табл. 1.9) і прогнозовані обсяги транзитних вантажопотоків Україні на 2019-2021 рр. Розв'язання цієї задачі було зроблено у середовищі MS Excel з використанням експоненціального, лінійного, логарифмічного, поліноміального та степенного трендів.

Достовірності апроксимації R^2 у експоненціального тренду ($R^2 = 0,1121$), лінійного тренду ($R^2 = 0,1237$), логарифмічного тренду ($R^2 = 0,018$) і степенного тренду ($R^2 = 0,014$) виявилися недостатньо репрезентативні, а у поліноміального тренду ($R^2 = 0,8828$) хоч і має досить високе значення, але отримані прогнозні

значення не вселяють особливої довіри. Тому усередним отримані значення прогнозних даних всіх п'яти рівнянь апроксимації, тобто отримаємо таким чином консолідовану інформацію. Наприклад для 2019 року це буде складати наступне значення:

6	2019	40688,90 =	(38156,09 +	38440,00 +	35866,58 +	55527,80 +	35454,02)/5
---	------	-------------------	-------------	------------	------------	------------	-------------

Таблиця 1.10 – Консолідовані дані результатів прогнозування

№ п/п	Роки	Вихідні дані	Експоненціальна	Лінійна	Логарифмічна	Поліноміальна	Степенна
1	2014	38240,02	32449,51	32612,50	33884,00	37494,80	33689,00
2	2015	30290,95	33518,10	33778,00	34650,97	31338,20	34361,13
3	2016	28723,76	34621,87	34943,50	35099,61	30063,20	34760,50
4	2017	36498,21	35761,99	36109,00	35417,93	33669,80	35046,68
5	2018	40964,02	36939,65	37274,50	35664,84	42158,00	35270,27
6	2019	40688,90	38156,09	38440,00	35866,58	55527,80	35454,02
7	2020	44888,91	39412,60	39605,50	36037,15	73779,20	35610,12
8	2021	50064,90	40710,48	40771,00	36184,90	96912,20	35745,90

Аналіз консолідованого графіку прогнозу транзитних вантажопотоків в Україні на 2019-2021 рр. (рис. 1.7) дозволяє зробити позитивний висновок стосовно їх подальшого розвитку.

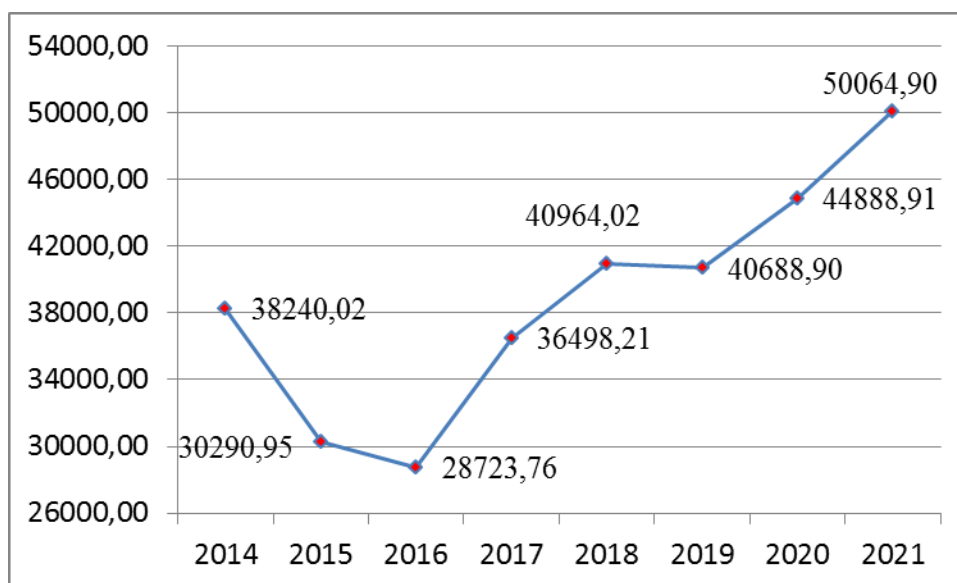


Рисунок 1.7 – Консолідована діаграма динаміки транзитних вантажопотоків в Україні на 2014-2021 рр.

1.3 Новий підхід до управління перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах

Сучасний стан економіки передових країн світу в даний час не можливий без відповідного високого рівня розвитку їхніх ТС, призначених, у першу чергу, для задоволення потреб народного господарства цих країн, в економічних перевезеннях пасажирів і вантажів. До того ж, що намітилася тенденція світової економіки до транснаціонального проникнення і об'єднання [58], яка висуває додаткові вимоги до ТС щодо спільного використання різних видів транспорту і, як наслідок цього, підвищення оперативності здійснення перевезень різнорідних вантажів з використанням МТК. Спробуємо представити перевізний процес всіх видів транспорту, які входять до МТК, а саме – автомобільного, залізничного і водного, який включає морський і річковий) у вигляді узагальненої моделі мультимодальних вантажних перевезень.

Представлення мультимодальних вантажних перевезень. Припустимо, що ми маємо ряд транспортних вузлів (ТВ), що з'єднані між собою відповідними транспортними комунікаціями (для ТС України і Західної Європи кількість ТВ складає 794). Необхідною умовою приналежності ТВ до цієї множини є наявність автомобільних доріг, що з'єднують цей у загальну транспортну систему. Причому в ТВ можуть бути розташовані або залізничні станції (з/с), або водні порти (в/п) або їхні різні комбінації, які можна представити у графічно у вигляді наступних 4 типів (ТВ, які належать до усіх типів представлені у Додатку В):

	– ТВ без з/с, в/п	– 1-ий тип (множина M_1 включає 156 ТВ);
	– ТВ, у якому розташована з/с	– 2-ий тип (множина M_2 включає 520 ТВ);
	– ТВ, у якому розташований в/п	– 3-ий тип (множина M_3 включає 75 ТВ);
	– ТВ, у якому розташовані з/с і в/п	– 4-ий тип (множина M_4 включає 43 ТВ);

причому ми маємо наступне співвідношення

$$M \in \bigcup M_i, \quad i = \overline{1,4}, \quad (1.3)$$

де M – множина всіх ТВ.

Слід також зазначити той факт, що мультимодальні перевезення вантажів між ТВ можуть здійснюватися або з використанням одного виду транспорту, або декількох [8]. Причому в останньому випадку найбільше часто комбінуються перевезення автомобільним і яким-небудь іншим видом транспорту, щоб здійснити технологію «від дверей до дверей». Виходячи із цього, ми маємо наступні варіанти перевезення вантажу:

1) перевезення автомобільним транспортом здійснюються від ТВ *постачальника* будь-якого типу до ТВ *споживача* також будь-якого типу, тобто за наступною схемою

ТВ 1 ÷ 4 типу → *ТВ 1 ÷ 4 типу* і дорівнює

$$K_1 = 2! \times C_M^2 + 3! \times C_M^3 + \dots + (M-1)! \times C_M^{M-1} + M!; \quad (1.4)$$

Примітка: знак → означає процес перевезення;

2) перевезення залізничним транспортом припускають наявність у ТВ *постачальника* й *споживача* вантажу з/с і здійснюються за наступною схемою

ТВ 2,4 типу → *ТВ 2,4 типу* і дорівнює

$$K_2 = 2! \times C_{M_2+M_4}^2 + 3! \times C_{M_2+M_4}^3 + \dots + (M_2+M_4-1)! \times C_{M_2+M_4}^{M_2+M_4-1} + (M_2+M_4)!; \quad (1.5)$$

3) перевезення водним транспортом припускають наявність у ТВ *постачальника* й *споживача* вантажу в/п і здійснюються за наступною схемою

ТВ 3,4 типу → *ТВ 3,4 типу* і дорівнює

$$K_3 = 2! \times C_{M_3+M_4}^2 + 3! \times C_{M_3+M_4}^3 + \dots + (M_3+M_4-1)! \times C_{M_3+M_4}^{M_3+M_4-1} + (M_3+M_4)!; \quad (1.6)$$

перевезення автомобільним і залізничним видами транспорту мають три різновиди:

4) перевезення спочатку автомобільним, а потім залізничним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від ТВ *постачальника* будь-якого типу автомобільним транспортом до найближчої до нього з/с і потім залізничним транспортом до ТВ *споживача* вантажів, що має з/с і здійснюються за наступною схемою

ТВ 1 ÷ 4 типу → *ТВ 2,4 типу* → *ТВ 2,4 типу* і дорівнює

$$K_4 = K_1 \times K_2; \quad (1.7)$$

5) перевезення спочатку залізничним, а потім автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від ТВ *постачальника*, що

має з/с залізничним транспортом до найближчої до ТВ *споживача* вантажу з/с і потім автомобільним транспортом до ТВ *споживача* вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

ТВ 2,4 типу → *ТВ 2,4 типу* → *ТВ 1 ÷ 4 типу* і дорівнює

$$K_5 = K_2 \times K_1; \quad (1.8)$$

6) перевезення спочатку автомобільним, після залізничним, а потім знову автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу автомобільним транспортом спочатку від ТВ *постачальника* будь-якого типу до найближчої до нього з/с, після залізничним транспортом до найближчої до ТВ *споживача* вантажу з/с і потім автомобільним транспортом до ТВ *споживача* вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

ТВ 1 ÷ 4 типу → *ТВ 2,4 типу* → *ТВ 2,4 типу* → *ТВ 1 ÷ 4 типу* і дорівнює

$$K_6 = K_1 \times K_2 \times K_1; \quad (1.9)$$

перевезення автомобільним і водним видами транспорту мають також три різновиди:

7) перевезення спочатку автомобільним, а потім водним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від ТВ *постачальника* будь-якого типу автомобільним транспортом до найближчого до нього в/п і потім водним транспортом до ТВ *споживача* вантажів, що має в/п і здійснюються за наступною схемою

ТВ 1 ÷ 4 типу → *ТВ 3,4 типу* → *ТВ 3,4 типу* і дорівнює

$$K_7 = K_1 \times K_3; \quad (1.10)$$

8) перевезення спочатку водним, а потім автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від ТВ *постачальника*, що має в/п водним транспортом до найближчого до ТВ *споживача* вантажу в/п і потім автомобільним транспортом до ТВ *споживача* вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

ТВ 3,4 типу → *ТВ 3,4 типу* → *ТВ 1 ÷ 4 типу* і дорівнює

$$K_8 = K_3 \times K_1; \quad (1.11)$$

9) перевезення спочатку автомобільним, після водним, а потім знову автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу автомобільним транспортом спочатку від ТВ *постачальника* будь-якого типу до найближчого до нього в/п, після водним транспортом до найближчого до ТВ

споживача вантажу в/п і потім автомобільним транспортом до ТВ споживача вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

$TB\ 1 \div 4\ типу \rightarrow TB\ 3,4\ типу \rightarrow TB\ 3,4\ типу \rightarrow TB\ 1 \div 4\ типу$ і дорівнює

$$K_9 = K_1 \times K_3 \times K_1; \quad (1.12)$$

Виходячи з вище викладеного загальна кількість варіантів перевезення вантажів буде становити

$$K = \sum_{i=1}^9 K_i \quad (i = \overline{1,9}). \quad (1.13)$$

Представимо розташування н/п і транспортних зв'язків між ними у вигляді графа (рис. 1.8), де вершинами графу представлені ТВ, а дугами відповідні транспортні комунікації.

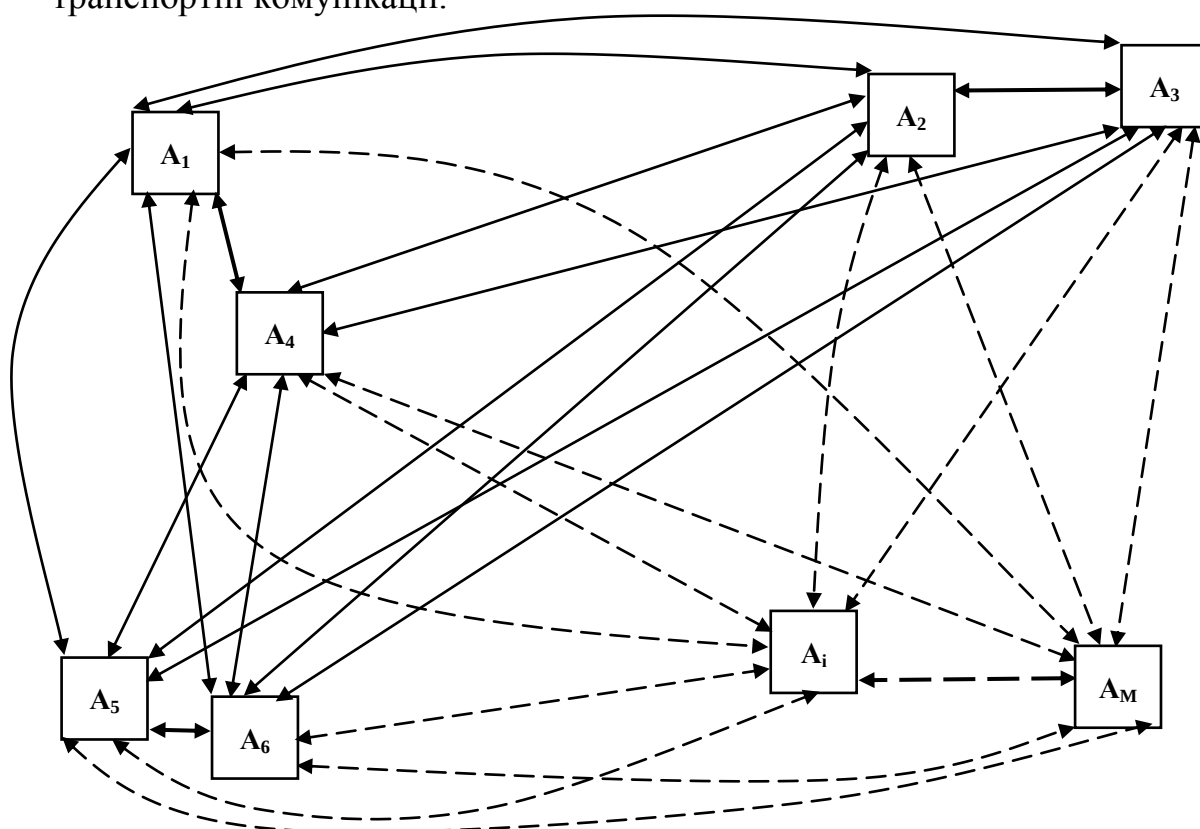


Рисунок 1.8 – Графічне представлення мультимодальних транспортних перевезень

A_i – позначення i -го ТВ ($i = \overline{1, M}$);
 $\longleftrightarrow$ – найкоротші (автомобільні, водні, залізничні або комбіновані) шляхи між ТВ;

$\longleftrightarrow$ – шлях до найближчого від ТВ постачальника або споживача вантажу в/п або з/с.

Слід зазначити той факт, що перевезення до найближчого к ТВ постачальника або споживача вантажу можуть здійснюватися тільки автомобільним транспортом, тому що це пов'язане з наявністю автомобільних доріг у ТВ кожного з перерахованих вище восьми типів. Крім того, ці перевезення можуть здійснюватися через декілька проміжних (транзитних) ТВ. Останнє ставиться також і до найкоротших шляхів між ТВ.

В одних ТВ $\{A_1^+, A_2^+, \dots, A_m^+\}$ є запаси k -видів вантажу, відповідно, в обсягах $\{a_{11}^+, a_{12}^+, \dots, a_{ik}^+, \dots, a_{mn}^+\}$, а інші н/п $\{A_1^-, A_2^-, \dots, A_m^-\}$ потребують цих вантажів в обсягах, відповідно, $\{a_{11}^-, a_{12}^-, \dots, a_{ik}^-, \dots, a_{mn}^-\}$. У першому випадку ці ТВ називаються *поста-чальниками*, а в другому – *споживачами* вантажів, причому той самий ТВ може одночасно бути як у ролі *постачальника* одного виду вантажу, так і в ролі *споживача* іншого виду вантажу. (Тут перший нижній індекс i означає номер ТВ у списку постачальників при верхньому індексі рівному „+” або споживачів при верхньому індексі рівному „-”, а другий нижній індекс k – вид вантажу, наявний у зазначеному ТВ при верхньому індексі рівному „+”, і необхідний в зазначеному ТВ при верхньому індексі рівному „-”).

У загальному випадку завдання полягає в доставці (якщо можливо) всіх обсягів $\{a_{11}^+, a_{12}^+, \dots, a_{ik}^+, \dots, a_{mn}^+\}$ l -видів вантажу від *постачальників* $\{A_1^+, A_2^+, \dots, A_m^+\}$ до їхніх *споживачів* $\{A_1^-, A_2^-, \dots, A_m^-\}$, відповідно, в обсягах $\{a_{11}^-, a_{12}^-, \dots, a_{ik}^-, \dots, a_{mn}^-\}$ (також, якщо можливо). Причому сумарні обсяги з кожного k -виду вантажу, що знаходяться у всіх *постачальників*, можуть не збігатися із сумарними замовленнями на ці ж самі види вантажу у всіх їхніх *споживачів*.

Показниками якості перевезень у таких ТС є час і вартість їхнього виконання, причому перший показник ми винесемо в обмеження задачі, а другий показник буде виступати критерієм оптимізації. Варто зазначити при цьому той факт, що

перевізний процес при такій вихідній постановці транспортного завдання може здійснюватися наступними чотирма способами:

I-й спосіб – перевезення здійснюються одним видом транспорту (1, 2 і 3 варіанти перевезень) безпосередньо від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до його *споживача*, тобто, наприклад (див. рис. 1.9):

від постачальника A_1^+ вантаж обсягом $a_{11}^{+*} \rightarrow$ до споживача A_3^- обсягом a_{31}^{-*} , де

$a_{11}^{+*} = a_{31}^{-*} = \min(a_{11}^+, a_{31}^-)$, причому загальна кількість варіантів перевезень таким способом складе:

$$K_I = K_1 + K_2 + K_3; \quad (1.14)$$

II-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою автомобільного транспорту до найближчого від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу транспортного вузла, а потім до *споживача* цього виду вантажу відповідним видом транспорту, що має відповідний транспортний вузол (4 і 7 варіанти перевезень), тобто, наприклад (див. рис. 1.13):

від постачальника A_3^+ вантаж обсягом $a_{32}^{+*} \rightarrow$ до в / н $A_2 \rightarrow$ до споживача A_6^- (в / н) обсягом a_{62}^{-*} ,

де $a_{32}^{+*} = a_{62}^{-*} = \min(a_{32}^+, a_{62}^-)$, причому загальна кількість варіантів перевезень таким способом складе:

$$K_{II} = K_4 + K_7; \quad (1.15)$$

III-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою відповідного виду транспорту від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до найближчого від *споживача* цього ж виду вантажу відповідного транспортного вузла, а потім до *споживача* автомобільним транспортом (5 і 8 варіанти перевезень), тобто, наприклад (див. рис. 1.13):

від постачальника A_5^+ (з / с) вантаж обсягом $a_{53}^{+*} \rightarrow$ до з / с $A_4 \rightarrow$ до споживача A_1^- обсягом a_{13}^{-*} ,

де: $a_{53}^{+*} = a_{13}^{-*} = \min(a_{53}^+, a_{13}^-)$, причому загальна кількість варіантів перевезень таким способом складе:

$$K_{III} = K_5 + K_8; \quad (1.16)$$

IV-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою автомобільного транспорту від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до найближчого до нього відповідного транспортного вузла, потім відповідним видом транспорту до найближчого до *споживача* цього ж виду вантажу транспортного вузла і в кінці автомобільним транспортом (6 і 9 варіанти перевезень), тобто, наприклад (див. рис. 1.13):

від постачальника A_i^+ вантаж обсягом $a_{i4}^{+*} \rightarrow$ до в / п $A_M \rightarrow$ в / п $A_3 \rightarrow$
до споживача A_2^- обсягом a_{24}^{-*} ,

де: $a_{i4}^{+*} = a_{24}^{-*} = \min(a_{i4}^+, a_{24}^-)$, причому загальна кількість варіантів перевезень таким способом складе:

$$K_{IV} = K_6 + K_9. \quad (1.17)$$

Щодо наведених вище способів перевезень варто зробити кілька зауважень, а саме:

- при усіх способах перевезення вантажів найкоротші шляхи можуть пролягати через ТВ, у яких потрібні ці ж самі вантажі;
- також при усіх способах перевезення вантажів можуть здійснюватися через декілька проміжних ТВ, що мають запаси цих вантажів;
- при усіх способах одночасно можуть перевозитися кілька видів вантажу;
- додатковими обмеженнями перевізного процесу виступають пропускні можливості ТВ і пропускні здатності транспортних магістралей.

Модель мультимодальних вантажних перевезень. Представимо описану вище модель перевізного процесу в матричному вигляді (табл. 1.11).

Матриця має розмірність $M^*n \times M^*n$ (M – кількість ТВ, n – кількість видів товарів). На місцях перетинання рядків і стовпців ставляться пропускна здатність d_{ij} , термін доставки t_{ijk} і вартість перевезення c_{ijk} одиниці k -го виду вантажу між i -им пунктом постачання і j -им пунктом споживання, яка повинна здійснюватися найкоротшими шляхами, тобто:

c_{ijk} – вартість перевезення одиниці k -го виду вантажу від i -го пункту постачання до j -го пункту споживання;

Таблиця 1.11 – Модель перевізного процесу в матричному вигляді

ТВ		A_1^-			...	A_i^-			...	A_M^-		
	Обсяги перевезень	a_{11}^-	...	a_{1n}^-	...	a_{i1}^-	...	a_{in}^-	...	a_{M1}^-	...	a_{Mn}^-
A_1^+	a_{11}^+	0	...	0	...	c_{1i1}^+ d_{1i}^+ t_{1i1}	...	0	...	c_{1M1}^+ d_{1M}^+ t_{1M1}	...	0
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	a_{1n}^+	0	...	0	...	0	...	c_{1in}^+ d_{1i}^+ t_{1in}	...	0	...	c_{1Mn}^+ d_{1M}^+ t_{1Mn}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A_i^+	a_{i1}^+	c_{i11}^+ d_{i1}^+ t_{i11}	...	0	...	0	...	0	...	c_{iM1}^+ d_{iM}^+ t_{iM1}	...	0
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	a_{in}^+	0	...	c_{i1n}^+ d_{i1}^+ t_{i1n}	...	0	...	0	...	0	...	c_{iMn}^+ d_{iM}^+ t_{iMn}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A_M^+	a_{M1}^+	c_{M11}^+ d_{M1}^+ t_{M11}	...	0	...	c_{Mi1}^+ d_{Mi}^+ t_{Mi1}	...	0	...	0	...	0
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	a_{Mn}^+	0	...	c_{M1n}^+ d_{M1}^+ t_{M1n}	...	0	...	c_{Min}^+ d_{Mi}^+ t_{Min}	...	0	...	0

d_{ij} – пропускна здатність шляху від i -го пункту постачання до j -го пункту споживання

t_{ijk} – час доставки k -го виду вантажу від i -го пункту постачання до j -го пункту споживання.

Незважаючи на те, що в такому вигляді процес перевезення вантажів не такий ілюстративний у порівнянні з графічним, але в цьому випадку він набагато зручніший для математичної обробки, потім алгоритмічної, і наостанок, в програмній реалізації.

Математично задача виконання мультимодальних (додаємо до вищенаведеної моделі l видів транспорту) вантажних перевезень k -их видів вантажу ($k = \overline{1, n}$) від

i -их пунктів постачання ($i = \overline{1, M}$) до j -их пунктів споживання ($j = \overline{1, M}$) зводиться до перебування таких обсягів перевезень x_{ijkl} , що задовольняли б таким обмеженням:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^3 x_{ijkl} \leq a_{ik}^+ \quad \text{для} \quad (i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n}; i \neq j), \quad (1.18)$$

тобто загальний обсяг вивезення з кожного i -го пункту постачання до усіх j пунктів споживання k -го виду вантажу усіма l видами транспорту повинний бути не більше обсягу цього k -го виду вантажу a_{ik}^+ , який у нього є;

$$\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^3 x_{ijkl} \leq a_{jk}^- \quad \text{для} \quad (j = \overline{1, m}; k = \overline{1, n}; i \neq j), \quad (1.19)$$

тобто загальний обсяг доставки до кожного j -го пункту споживання з усіх i пунктів постачання k -ого виду вантажу усіма l видами транспорту повинний бути не більше, ніж замовлений ним обсяг цього k -ого виду вантажу a_{jk}^- ;

$$\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^3 t_{ijkl} \leq d_{ij} \quad \text{для} \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, m}; i \neq j), \quad (1.20)$$

тобто загальний обсяг перевезення k видів вантажу усіма l видами транспорту не повинний перевищувати пропускних здатностей відповідних транспортних комунікацій;

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^3 t_{ijkl} \leq T \quad \text{для} \quad (k = \overline{1, n}; i \neq j), \quad (1.21)$$

тобто термін доставки будь-якого вантажу k -го виду не повинний перевищувати визначеного часу T ;

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^3 x_{ijkl} \cdot c_{ijkl} \Rightarrow \min \quad \text{для} \quad (i \neq j), \quad (1.22)$$

$$\text{при } x_{ijkl} \geq 0, \quad (1.23)$$

в цілому вартість сумарних позитивних перевезень усіх вантажів повинна бути мінімальною.

Приведений опис моделі комплексних перевезень у ТС дає можливість системно підійти до задачі оптимізації транспортних перевезень неоднорідних вантажів за комбінованою схемою використання різних видів транспорту (авіаційного, водного, автомобільного і залізничного) з урахуванням усього спектра обмежень, що існують у системах подібного роду. Матричне представлення

перевізного процесу, у свою чергу, дозволяє описати його у вигляді відповідної математичної моделі (1.18)–(1.23) і застосувати при її аналізі методи і засоби сучасних інформаційних технологій [59].

Спільне використання при рішенні задачі мультимодальних транспортних перевезень в межах МТК таких методів як [47, 48]:

- методи зведення незбалансованих за обсягами перевезень вантажопотоків до закритого виду [60];
- методи знаходження найкоротших шляхів у мережевих моделях вантажних перевезень [61];
- методи розв'язання TZ про призначення [62];
- методи оптимізації перевезень неоднорідних вантажів [63] при наявності обмежень на пропускні здатності комунікацій і самих транспортних вузлів [64], а також обмежень на час перевезень [65]

дозволить значно ефективніше організувати перевізний процес вантажів у транспортних системах різної розмірності і топології [66].

1.4 Ціль і задачі дослідження

Створення єдиної міжнародної транспортно-логістичної системи, географічне положення транспортного простору України, а також наявність багатьох міжнародних транспортних коридорів вимагає наступне:

- окремого аналізу управління роботою транспортних вузлів;
- забезпечення координації та взаємодії усіх видів транспорту;
- впровадження сучасних досягнень науково-технічної революції в роботу транспорту.

Розробка ефективної організації доставки вантажів з взаємоузгодженістю всіх ланок транспортного процесу викликала необхідність великої кількості теоретичних і експериментальних досліджень з різних питань транспорту [55]. За функціональними ознаками їх можливо класифікувати за такими напрямками:

- загальні питання теорії транспортних систем і процесів;
- експлуатаційні властивості транспортних засобів;
- взаємодія видів транспорту і транспортно-експедиційна діяльність;

- формування логістичних систем.

Загальним питанням теорії транспортних процесів і систем присвячені фундаментальні роботи Афанасьєва Л.Л. [67], Воркута А.І. [20, 21], Міротіна Л.Б. [30], Левковця П.Р. [25, 26] та інших вчених. В них встановлені основні закономірності функціонування транспортних систем, розроблені принципи формування систем і методів раціональної організації виробництва, технологія взаємодії різних видів транспорту і транспортно-експедиційна діяльність розглядалася в роботах Коцюка О.Я.[28], Милославской С.В.[32], Зайончика Л.Г.[37] та інш.

Проблеми органічного сполучення транспортних та виробничих систем вирішуються в межах логістичного напрямку. Її основною задачею є оптимізація процесів у системі “виробник – транспортування – споживач”. Започаткуванню основ теорії цього напрямку сприяють наукові дослідження Беяєва В.М.[33], Смахова А.А.[67] та інш.

Аналіз наукових праць[20, 21, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 37, 66, 67] дозволив зробити наступні висновки, що:

- одними з основних факторів, що впливають на ефективність функціонування ТС, є якість маршрутизації вантажних перевезень і рівень взаємодії різних видів транспорту;
- для отримання адекватних результатів при моделюванні окремих компонентів ТС необхідно враховувати їх стохастичні характеристики;
- оцінка виконання вантажних перевезень в ринкових умовах потребує удосконалення відповідних критеріїв ефективності.

На цій основі розроблена загальна схема наукового дослідження процесу вантажних перевезень в МТК, що представлена на рис. 1.9. З цієї схеми видно, що реалізація групи задач одного етапу забезпечує створення засобів розв'язання групи задач наступного етапу [25, 26].

При такому підході є можливість здійснення системної постановки задачі дослідження в критеріальній системі забезпечення якості та ефективності

функціонування МТК, яка є основою для формування теоретичних і методологічних аспектів транспортної діяльності.



Рисунок 1.9 – Загальна схема наукового дослідження процесу вантажних перевезень в МТК

Використовуючи системний підхід визначимо задачу підвищення ефективності вантажних перевезень в МТК за рахунок раціональної маршрутизації перевезень системною метою M_c якісного та ефективного вдосконалення транспортного процесу [68-70].

Системна мета M_c може бути розподілена шляхом декомпозиції на локальні цілі M_{ik} , які враховують окремі аспекти транспортної діяльності. Звідси, задачі дослідження ставляться і вирішуються комплексно з урахуванням функціональних взаємозв'язків згідно з формулою системного аналізу:

$$M_c \rightarrow M_{ik} \{ \tilde{M}_{ik} : \tilde{M}_{ik} \in M_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.24)$$

$$M_{ik} \rightarrow F_{ik} \{ \tilde{F}_{ik} : \tilde{F}_{ik} \in F_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.25)$$

$$F_{ik} \rightarrow Z_{ik} \{ \tilde{Z}_{ik} : \tilde{Z}_{ik} \in Z_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.26)$$

$$Z_{ik} \rightarrow R_{ik} \{ \tilde{R}_{ik} : \tilde{R}_{ik} \in R_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.27)$$

$$R_{ik} \rightarrow A_{ik} \{ \tilde{A}_{ik} : \tilde{A}_{ik} \in A_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.28)$$

$$A_{ik} \rightarrow \Pi_{ik} \{ \tilde{\Pi}_{ik} : \tilde{\Pi}_{ik} \in \Pi_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.29)$$

$$\Pi_{ik} \rightarrow \Sigma_{ik} \{ \tilde{\Sigma}_{ik} : \tilde{\Sigma}_{ik} \in \Sigma_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.30)$$

$$\Sigma_{ik} \rightarrow P_{ik} \{ \tilde{P}_{ik} : \tilde{P}_{ik} \in P_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \}, \quad (1.31)$$

де M_c , M_{ik} – відповідно системна і локальна мета забезпечення результативності вдосконалення транспортного процесу;

F_{ik} – множина функцій, які необхідно реалізувати на i -му проміжку часу;

Z_{ik} – множина задач забезпечення необхідного рівня результативності вдосконалення;

R_{ik} – множина методів вирішення задач;

A_{ik} – множина алгоритмів вирішення задач Z_{ik} ;

Π_{ik} – програмно-інструментальні засоби вирішення задач Z_{ik} ;

Σ_{ik} – множина систем (підсистем), що реалізує множину задач Z_{ik} на даному проміжку часу;

P_{ik} – результати вирішення множини задач Z_{ik} на даному проміжку часу;

k – номер компоненти.

Основні комплекси задач досягнення поставленої мети можна класифікувати наступним чином:

1. Науково-методичні задачі.

2. Задачі, що пов'язані з підвищенням ефективності управління вантажними перевезеннями у МТК, визначення їх сучасного стану, перспектив розвитку та можливостей вдосконалення.

3. Задачі, що пов'язані з впровадженням заходів вдосконалення функціонування об'єкту дослідження.

На основі (1.24–1.31) та представленої класифікації визначено структуру взаємозв'язку основних комплексів задач дослідження (див. Додаток Д).

1.5 Висновки по першому розділу

На основі аналізу проблеми організації перевезень в міжнародних транспортних коридорах, отримані результати, які полягають в наступному:

1. Проведений аналіз проблеми в управлінні перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах. На підставі цього аналізу виявлені недоліки, які істотно обмежують, а іноді й не вирішують більшості практичних задач, пов'язаних з ефективним транспортуванням вантажів.

2. Наведений аналіз функціонування транспортно-дорожнього комплексу України, який представляє собою складну організаційно-технічну систему, яка вимагає нових підходів до управління окремими її елементами, зокрема вантажними перевезеннями маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

3. Запропонований системний підхід по вирішенню проблеми управління перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах, який передбачає використання матрично-мережевої моделі вантажних перевезень і ряд нових методів по їх оптимізації.

4. Визначені мета і задачі теоретичних і прикладних досліджень, а саме:

Метою дисертаційної роботи є розробка науково-практичних засад по ефективному управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах при організації мультимодальних вантажних перевезень на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту. Для досягнення поставленої мети в даній роботі визначені такі основні задачі досліджень:

- 1) Провести дослідження стану проблеми управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах.
 - 2) Здійснити аналіз існуючих наукових підходів та діючих моделей і методів по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах.
 - 3) Обґрунтувати науково-практичні засади по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах при організації мультимодальних вантажних перевезень на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту.
 - 4) Розробити модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.
 - 5) Розробити методику об'єднання транспортних інфраструктур міжнародних транспортних коридорів та транспортних систем України та Західної Європи.
 - 6) Провести апробацію розробленого програмного забезпечення по управлінню вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах України та Західної Європи на автотранспортних підприємствах АсМАП України.
5. Результати досліджень даного розділу викладено у публікаціях [1 , 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ В МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРАХ

2.1 Імітаційне моделювання – як метод дослідження функціонування міжнародних транспортних коридорів

У процесі функціонування різних складових транспортних систем постійно виникає необхідність рішення задач, пов'язаних з їх роботою як систем масового обслуговування різного виду вимог. Це обумовлено тим, що їх призначенням, як правило, є саме обслуговування різноманітних споживачів транспортних послуг (замовлень). Тому вирішення задач аналізу й оптимізації режимів роботи різних ланок транспортних систем є досить актуальним і здатним значно підвищити ефективність використання транспорту в різних галузях народного господарства [9, 10, 71].

Функціонування окремих складових ТС розглядається в цьому випадку як сукупність послідовно пов'язаних між собою вхідних потоків вимог на обслуговування (транспортних засобів, пасажирів тощо), каналів обслуговування (пунктів пропуску, станцій техобслуговування тощо) і вихідних потоків вимог після обслуговування [23, 72].

Різнманіття додатків теорії масового обслуговування визначає постійно зростаючий інтерес до неї, а складність виникаючих задач не дозволяє одержати вичерпні рішення на базі аналітичних методів навіть при чисельній реалізації останніх [72-75]. У таких ситуаціях змушені використовувати імітаційне моделювання, яке є незамінним інструментом аналізу експлуатаційних і багатьох інших характеристик і параметрів досліджуваних систем. Перспективним напрямком досліджень є використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій в імітаційному моделюванні стосовно до транспортних систем масового обслуговування [76].

Реалізації процесу роботи СМО моделюються на ЕОМ за допомогою серій випадкових або псевдовипадкових величин. Усереднення результатів моделювання за часом функціонування моделі або за кількістю реалізацій процесу дозволяє методами математичної статистики одержати шукані характеристики системи.

Імітаційна модель СМО – це модель, яка показує як поведе себе система і як зміниться її стан у часі при заданих потоках вимог, що надходять на входи системи. Параметри вхідних потоків вимог – зовнішні параметри СМО. Вихідними параметрами є величини, що характеризують властивості системи і якість її функціонування. Імітаційне моделювання дозволяє досліджувати СМО при різних типах вхідних потоків і різній інтенсивності надходження вимог до системи, а також різних дисциплінах обслуговування вимог.

На сьогодні, у світі програмного забезпечення, найбільш потужним і універсальним середовищем імітаційного моделювання, призначеним для професійного моделювання найрізноманітніших процесів і систем, є система GPSSW (General Purpose Simulation System World– всесвітня система імітаційного моделювання загального призначення) [77-79]. Ця система призначена для моделювання дискретних, переважно, СМО та безперервних систем. Вона є досить ефективним інструментом імітаційного моделювання, незалежним від обмежень аналітичних і чисельних методів, досить “прозорим”, що допускає нестандартну обробку даних і знімає з користувача безліч нетривіальних проблем програмування і налагодження моделей.

Комп'ютерне моделювання знайшло практичне застосування у всіх сферах діяльності людини, починаючи від моделей технічних, технологічних і організаційних систем і закінчуючи проблемами розвитку людства і Всесвіту. З усіх видів моделювання, а це в першу чергу математичне, графічне та ін., особливої уваги заслуговує імітаційне моделювання. Огляд систем моделювання в роботі [80] показує, що імітаційне моделювання є одним із найпопулярніших засобів моделювання, які застосовують на практиці. Для складання імітаційних моделей використовують як універсальні мови програмування – C++, Delphi, Pascal [81, 82], так і спеціалізовані, розроблені навмисно для побудови алгоритмів моделювання: GPSSW, СОЛ, СИМУЛА, СИМСКРИПТ, СТАМ/КЛАС та ін. [80, 83].

Основні принципи побудови імітаційних моделей у транспортних системах, як системах масового обслуговування [84] розглянуті на спрощеному прикладі пункту пропуску (ПП) міжнародного транспортного коридору (МТК).

До ПП МТК надходять два типи вимог: перша складається з автомобілів, що здійснюють вантажні міжнародні перевезення (час обслуговування таких вимог

становить t_1); друга – з автомобілів, що здійснюють пасажирські міжнародні перевезення (час обслуговування таких вимог дорівнює t_2). Для простоти викладу будемо вважати, що t_1 і t_2 – постійні величини (неважко видозмінити модель так, щоб t_1 і t_2 були випадковими величинами із заданим законом розподілу).

Припустимо, що ПП МТК може обслуговувати (проводити митний контроль) одночасно тільки один автомобіль (тобто у цьому випадку ми розглядаємо окремий коридор в'їзду/виїзду – КВВ). Якщо в момент прибуття нового автомобіля КВВ зайнятий, то автомобіль умовно стає в одну із двох черг: одна складається з автомобілів, що здійснюють міжнародні вантажні перевезення, інша – з автомобілів, що здійснюють міжнародні пасажирські перевезення. Нехай обслуговування автомобілів провадиться в такому порядку: у момент звільнення КВВ обслуговування починається з автомобіля, що стоїть першим у черзі на міжнародні пасажирські перевезення. Тільки, якщо ця черга порожня, то обслуговується перший автомобіль із черги на вантажні міжнародні перевезення (кажучи мовою теорії черг, на вхід обслуговуючої системи з очікуванням надходять два незалежні потоки 1,2 вимог (замовлень), що обслуговуються за правилом відносних пріоритетів). Формалізована схема системи показана на рис. 2.1.

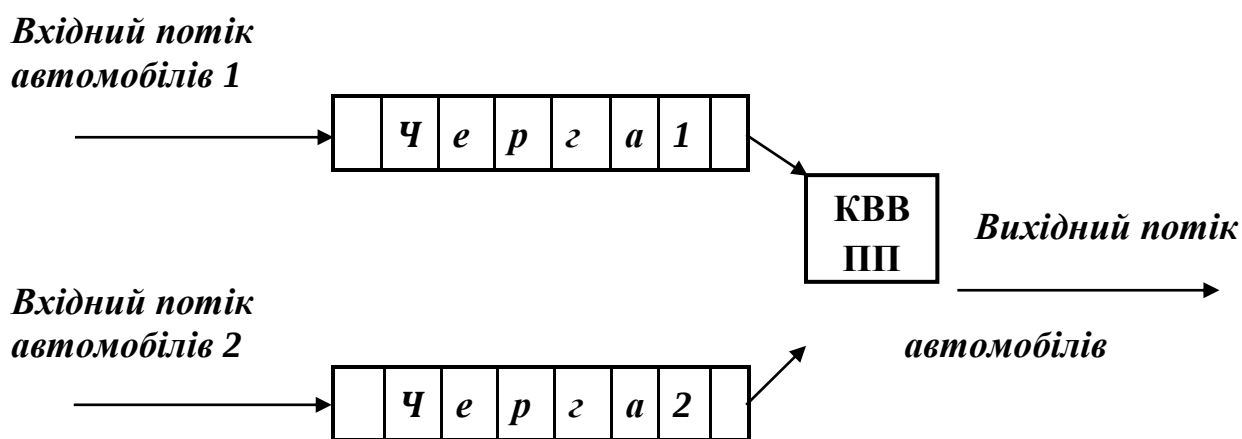


Рисунок 2.1 – Формалізована схема системи

На рис. 2.2 зображена часова діаграма, що ілюструє роботу цієї системи. Обидва потоки вимог, що надходять до КВВ, можна описати функцією розподілу $A(t)$ проміжків години між моментами прибуття їх до черги (ця функція буде своя для кожного потоку), тобто $A\{t\} = \Pr\{Q < t\}$.

При моделюванні функція $A(t)$ уже повинна бути відома (її можна одержати, наприклад, шляхом реєстрації і подальшого статистичного аналізу моментів

прибуття автомобіля до черги в реальних умовах). Практика дослідження систем масового обслуговування показує, що в багатьох випадках прийнятною виявляється апроксимація функції розподілу інтервалів між моментами надходження замовлень до системи експонентною функцією:

$$A(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda t} & \text{для } t \geq 0; \\ 0 & \text{для } t < 0, \end{cases} \quad (2.1)$$

де λ – інтенсивність вхідного потоку (величина, зворотна середньому інтервалові часу між приходом двох суміжних вимог).

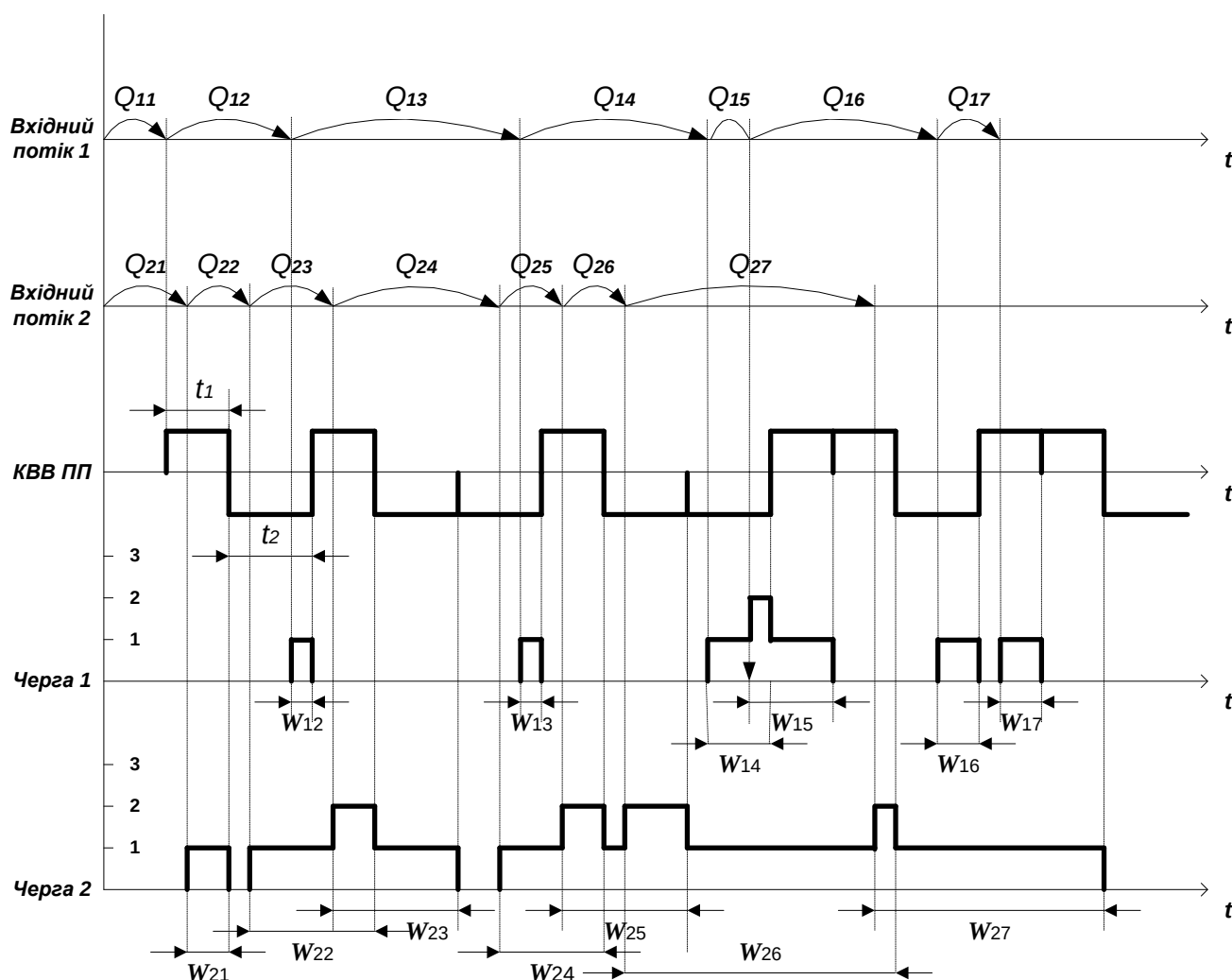


Рисунок 2.2 – Часова діаграма роботи системи

де Q_{1i} , Q_{2i} – час прибуття у систему, відповідно, автомобілів з вхідного потоку 1 та вхідного потоку 2;

W_{1i} , W_{2i} – відносний час очікування у черзі, відповідно, автомобілів з вхідного потоку 1 та вхідного потоку 2.

У цьому випадку вимоги на вході створюють так званий пуассонівський потік, однією із властивостей якого є те, що він “найбільш незручний” для СМО в тому сенсі, що час очікування і довжини черг виявляються більшими, ніж у випадку потоків з іншими функціями розподілу, але з тією ж інтенсивністю. Ця властивість дозволяє використовувати пуассонівський потік для аналізу систем, у яких реальний розподіл для вхідного потоку одержати важко (своєрідний “розрахунок на гірший випадок”). Якщо часова діаграма, яка відтворює роботу системи за досить довгий проміжок часу T , побудована так, що випадкові величини Q_{1i} і Q_{2i} відповідають реальним законам розподілу, то статистичні характеристики роботи системи можна одержати аналізом цієї часової діаграми. Допустимо, що нас цікавить середній час очікування вимог у черзі для потоків 1 і 2. Для кожної i -ої вимоги час очікування ω_i в черзі дорівнює різниці між моментом часу, коли вона почала обслуговуватися і моментом часу, коли вона прийшла до системи. Середній час очікування становить:

$$\omega_{1cp} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \omega_{1i}; \quad \omega_{2cp} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} \omega_{2i}, \quad (2.2)$$

де: n_1 і n_2 —кількість вимог відповідно потоків 1 і 2, що були обслужені системою за час T .

Підсумовуючи кількість вимог у черзі через невеликі проміжки часу і розділивши отриману суму на кількість підсумовувань, одержимо середнє значення довжини черги:

$$L_{1cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_{1i}; \quad L_{2cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_{2i}, \quad (2.3)$$

де: m_{1i} та m_{2i} — кількість вимог у першій і другій чергах на момент спостереження i ;

N — кількість моментів спостереження (моментів зняття статистики) за час T .

Дисперсія величин ω і L :

$$D\omega_1 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (\omega_{1i} - \omega_{1cp})^2; \quad (2.4)$$

$$D\omega_2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (\omega_{2i} - \omega_{2cp})^2; \quad (2.5)$$

$$DL_1 = \frac{1}{N - 1} \sum_{i=1}^N (m_{1i} - L_{1cp})^2; \quad (2.6)$$

$$DL_2 = \frac{1}{N - 1} \sum_{i=1}^N (m_{2i} - L_{2cp})^2. \quad (2.7)$$

Можна також побудувати і гістограми, що характеризують розподіл величин ω і L . Таким чином, для одержання статистичних характеристик роботи системи досить мати часову діаграму, у якій всі випадкові величини повинні підпорядковуватися заданим законам розподілу. При цьому не обов'язково часова діаграма повинна бути вся повністю (для всього часового інтервалу від 0 до T). Статистику можна накопичувати поступово, у процесі роботи системи або моделі.

Спостереження із секундоміром за роботою реальної системи є тривалим і трудомістким процесом, що не дозволяє досліджувати систему в умовах зміни її параметрів. У цьому випадку на допомогу може прийти модель – імітатор системи. Для її побудови насамперед треба вміти імітувати моменти надходження вимог до черги кожного потоку.

Для першого потоку $Q_{1i+1} = t_{1i} + Q_{1i}$, де величини Q_{1i} розподілені за законом розподілу $A_1(t)$. Неважко довести, що якщо є випадкова величина R , розподілена рівномірно в інтервалі $(0, 1)$, то для одержання величини Q , що має функцію розподілу $A(t)$, треба розв'язати рівняння $A(Q)=R$ відносно Q . Зокрема, для $A(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, $t \geq 0$, потрібно розв'язати рівняння $1 - e^{-\lambda Q} = R$. Звідси:

$$Q = -(1/\lambda) \ln(1 - R). \quad (2.8)$$

Таким чином, щоб отримати Q , потрібно знайти R , що підпорядковується рівномірному розподілу.

У більшості систем програмування є спеціальні стандартні програми, що виробляють так звані псевдовипадкові числа, послідовність яких підпорядковується

рівномірному розподілу в інтервалі $(0, 1)$. Одержання одного такого числа вимагає одного звертання до цієї стандартної програми.

Алгоритм одержання моменту часу приходу наступної вимоги до черги можна зобразити у вигляді схеми, показаної на рис. 2.3 для потоку 1, з припущенням, що цей потік пуассонівський.



Рисунок 2.3 – Схема алгоритму імітації вхідного потоку 1

Далі необхідно скласти алгоритм, що описує логіку роботи черги (зрозуміло, що алгоритм буде ідентичним для обох черг). Припустимо, що черга має максимальну довжину LM (число місць для очікування). Одномірний масив P , що складається з елементів (комірок) $P_1, P_2 \dots P_{LM}$, імітує “місця” цієї черги. Кожна із цих комірок може бути або порожньою, або зайнятою вимогою. За еквівалент вимоги зручно брати момент її приходу до черги – ця інформація знадобиться для визначення часу очікування вимоги у черзі. Комірка X використовується як робоча комірка при записі чергової вимоги до черги або при виході із черги.

Комірки PER і POS містять інформацію, яка дозволяє визначити наявність відповідно першої і останньої вимог у черзі. Цією інформацією є номер (індекс) відповідної комірки масиву P .

У момент вибору вимоги із черги зміст комірки PER збільшується на одиницю за правилом вибору із черги у порядку надходження. Зміст комірки POS збільшується на одиницю при записі до черги нової вимоги. Максимальне значення змінних PER і POS дорівнює LM , тому їхня зміна відбувається відповідно до формул:

$$PER = \begin{cases} PER + 1, & \text{якщо } PER < LM; \\ PER + 1 - LM, & \text{якщо } PER \geq LM; \end{cases} \quad (2.9)$$

$$POS = \begin{cases} POS + 1, & \text{якщо } POS < LM; \\ POS + 1 - LM, & \text{якщо } POS \geq LM. \end{cases} \quad (2.10)$$

Змінна NP —кількість вимог у черзі; при виборі із черги NP зменшується на одиницю, а при записі до черги — збільшується на одиницю. Змінна $PUST$ дорівнює одиниці, якщо в черзі немає вимог, і дорівнює нулю, у протилежному випадку. Змінна $POLN$ дорівнює одиниці, якщо в черзі немає вільних місць (у цьому випадку нова вимога не може бути записана до черги).

Змінна WYB повинна набувати значення 1, якщо звертання до алгоритму, що імітує роботу черги, виконується з метою вибірки з останньої. Якщо ж звертання до цього алгоритму виконується для запису, то необхідно встановити $WYB=0$.

Схема алгоритму, що імітує роботу черги 1, наведена на рис. 2.4 (всі змінні цього алгоритму, на відміну від змінних алгоритму черги 2, мають у своїх назвах цифру 1).

Роботу КВВ можна описати ознакою “вільно-зайнято”, що змінюється в часі. Зацю ознаку можна взяти двійкову змінну KSW ($KSW=1$, якщо КВВ вільний і $KSW=0$, якщо канал обслуговування зайнятий).

Нехай попередній момент звільнення КВВ T_3 . Тоді відповідно до логіки роботи системи виконується звертання до черги 1, і якщо вона не порожня, то наступний момент звільнення КВВ буде $T_3 = T_3 + \tau_1$.

Якщо ж черга 1 порожня, то відбувається звертання до черги 2. При цьому можливі два варіанти:

1) якщо ця черга не порожня, то наступний момент звільнення КВВ буде $T_3 = T_3 + \tau_2$;

2) якщо черга 2 порожня, то встановлюється значення $KSW=1$.

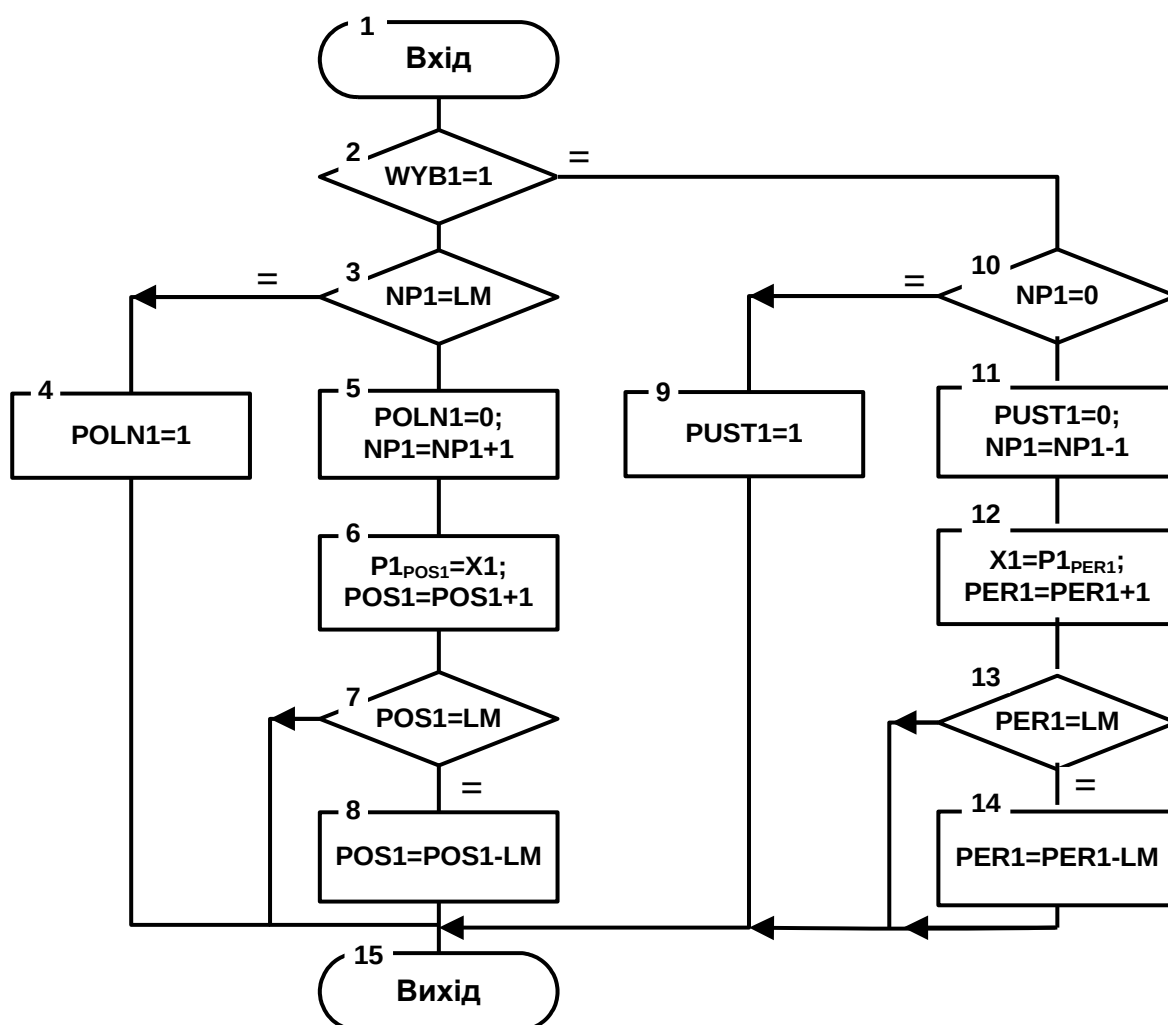


Рисунок 2.4 – Схема алгоритму імітації роботи черги 1

У моменти вибору вимог із черги на обслуговування можна підраховувати час очікування в черзі за формулою $W = T_3 - X$. Для визначення середнього часу очікування і дисперсії цієї величини необхідно виконувати накопичення (підсумовування) часу очікування і квадрата цієї величини: $SW = SW + W$; $SW2 = SW2 + W^2$; $N = N + 1$. Схема алгоритму, що імітує логіку роботи КБВ і одночасно виконує накопичення статистичних даних, наведена на рис. 2.5. У певні моменти часу (з періодом DT) треба робити обчислення і друкування таких статистичних характеристик:

$$WSR = SW/N; DW = SW2/(N - 1) - N/(N - 1) WSR^2. \quad (2.11)$$

Залишається скласти алгоритм, що забезпечує правильну послідовність чергування подій у моделі системи. Такими подіями є прихід у систему вимоги першого або другого потоку, звільнення КБВ, друкування статистичних

характеристик. Робота цього алгоритму заснована на введенні поняття *системного часу*, що використовується для подання впорядкованих у часі подій.

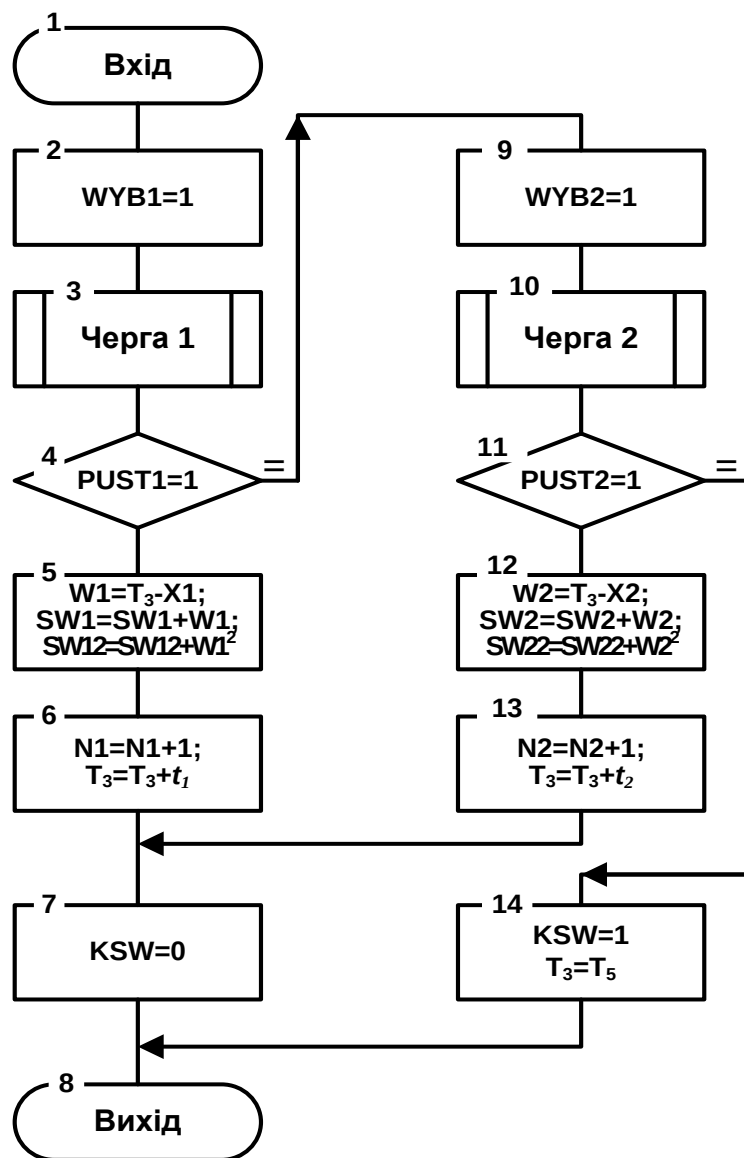


Рисунок 2.5 – Схема алгоритму імітації роботи КВВ ПП

Системний час змінюється дискретно, проходячи послідовно через усі моменти виконання подій. Роль алгоритму, що управляє послідовністю подій, полягає тепер у визначенні моменту настання найближчої події й передачі керування тим алгоритмам, які імітують цю подію. Момент настання найближчої події можна визначити, якщо знайти мінімальний елемент у, так званому, *списку майбутніх подій*, що є найближчим моментом приходу вимог першого або другого потоків, найближчим моментом звільнення каналу обслуговування, найближчим моментом друкування статистичних характеристик. Цей мінімальний елемент визначить нове значення системного часу і те, яка подія повинна бути в цей момент здійснена.

Після здійснення цієї події виконується відновлення списку майбутніх подій шляхом обчислення нового моменту часу, що відповідає типу події, яка відбулася. Наприклад, якщо мінімальний елемент списку є моментом приходу вимоги першого потоку, то необхідно звернутися до підпрограми, що реалізує алгоритм роботи черги 1, з метою запису вимоги до цієї черги, а потім виробити значення моменту приходу наступної вимоги першого потоку (нова майбутня подія) відповідно до алгоритму, наведеного на рис 2.3. Схема алгоритму моделі системи зображена на рис. 2.6.

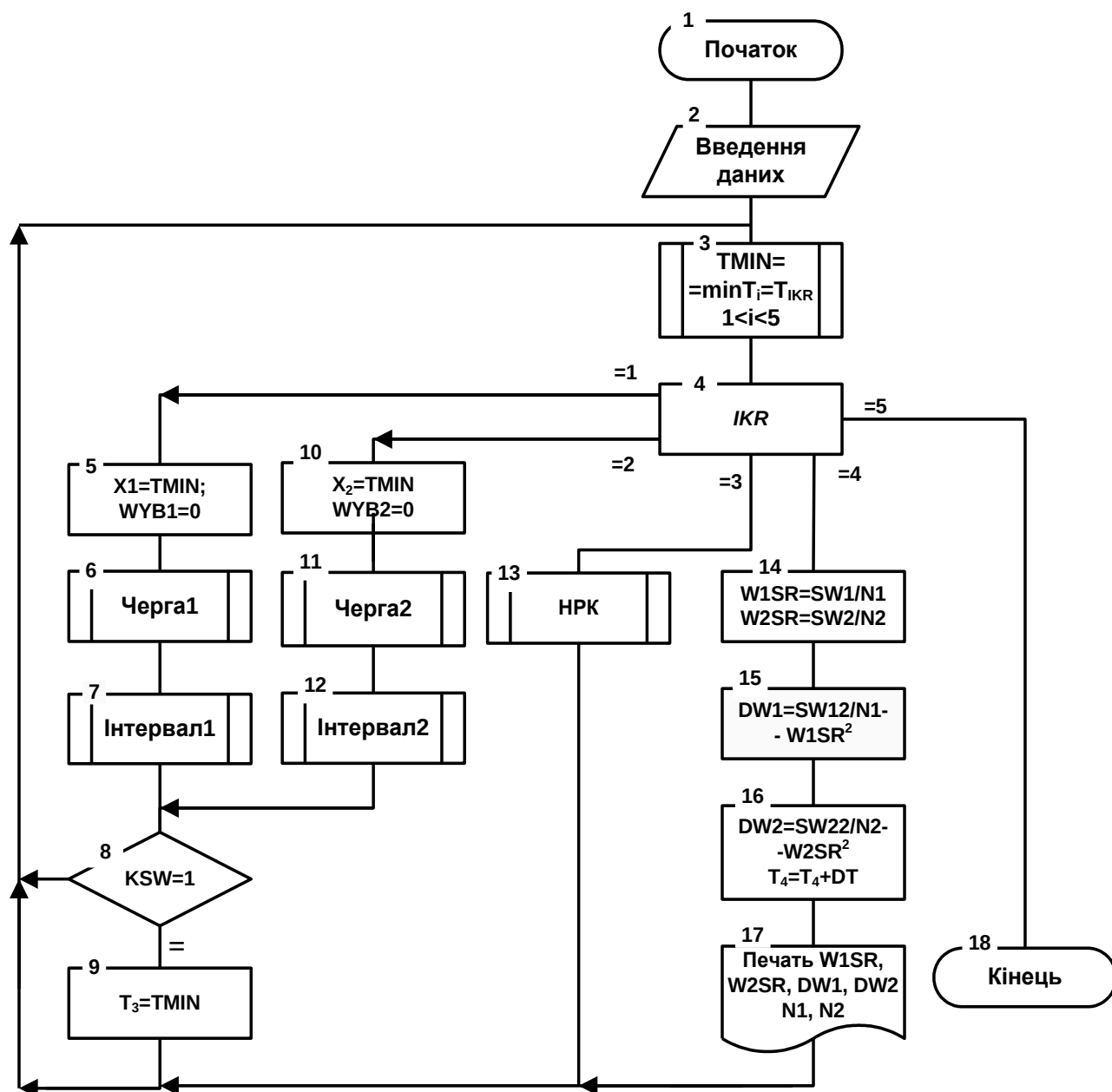


Рисунок 2.6 – Схема загального алгоритму моделювання роботи системи

На цій схемі в список майбутніх подій T_i , включено також момент закінчення моделювання. Розглянута система моделювання була реалізована в системі

об'єктно-орієнтованого програмування *Delphi*. На рис. 2.7 показаний інтерфейс розробленої системи. За вхідні параметри було прийнято:

- час обслуговування автомобілів з 1-ої та 2-ої черг – $\tau_1 = 2$ год, $\tau_2 = 3$ год;
- кількість автомобілів, що надійшли до 1-ої та 2-ої черг за 1 годину роботи системи – $\lambda_1 = 15$ авто, $\lambda_2 = 10$ авто;
- довжина 1-ої (2) і 2-ої черг (4) (максимум = 5);
- період часу друкування статистики $T_4 = 20$ год.;
- час спостереження $T_5 = 60$ год.;
- кількість реалізацій системи = 1, 2, 3 ... n.

Система имитационного моделирования

Время обслуживания автомобилей в 1-й очереди (τ_1)	2 год	Количество автомобилей обслуживаемых в КВВ ПП из 1-ой очереди за 1 час её работы $\mu_{cp1} = 60/\tau_1 * \lambda_1 / (\lambda_1 + \lambda_2)$	18 авто	T1=	69	$W1cp0 = 0.75$ $DW1cp0 = 1.02$ $L1cp0 = 0.00$ $DL1cp0 = 0.00$ ===== $W2cp0 = 7.33$ $DW2cp0 = 10.22$ $L2cp0 = 1.00$ $DL2cp0 = 0.67$
Время обслуживания автомобилей во 2-й очереди (τ_2)	3 год	Количество автомобилей обслуживаемых в КВВ ПП из 2-ой очереди за 1 час её работы $\mu_{cp2} = 60/\tau_2 * \lambda_2 / (\lambda_1 + \lambda_2)$	8 авто	T2=	69	
Количество автомобилей поступающих в 1-ю очередь за 1 час работы КВВ ПП (λ_1)	15 авто	Общее количество автомобилей поступающих в 1-ю и во 2-ю очереди за 1 час работы КВВ ПП $\lambda_{общ} = \lambda_1 + \lambda_2$	25 авто	T3=	63	
Количество автомобилей поступающих во 2-ю очередь за 1 час работы КВВ ПП (λ_2)	10 авто	Условие нормального функционирования системы ($\lambda_{общ}/\mu_{общ} < 1$)	0.96	2-ая очередь	WYB = 1	
Длина 1-й очереди (максимум = 5)	2 авто	Среднее количество отвергнутых автомобилей	из 1-ой очереди 0 из 2-ой очереди 0	NP =	0	
Длина 2-й очереди (максимум = 5)	4 авто	Среднее количество обслуженных автомобилей	из 1-ой очереди 12 из 2-ой очереди 9	POLN =	0	
Период времени печати статистики T4=	80 год	Среднее количество автомобилей, оставшихся	в 1-ой очереди 0 во 2-ой очереди 0	PER =	2	
Время наблюдения T5=	60 год			POS =	2	
Количество реализаций системы	1			PUST =	0	
		СТАРТ	ВЫЙТИ			

Рисунок 2.7 – Интерфейс роботи системи імітаційного моделювання

Моделювання вхідного потоку вимог здійснювалося відповідно до схеми алгоритму зображеного на рис. 2.3. Надходження вимог до системи здійснювалося за допомогою вмонтованої в *Delphi* стандартної програми-генератора псевдовипадкових чисел, послідовність яких підпорядкована рівномірному розподілу в інтервалі (0,1).

Моделювання роботи 1-ої і 2-ої черг виконувалося за схемою, яка показана на рис. 2.4. Значення змінних WYB , NP , $POLN$, PER , POS , $PUST$ можна спостерігати в

процесі моделювання роботи системи. При цьому розраховувалась загальна кількість машин, що надходять до 1-ої та 2-ої черг за 1 годину роботи системи:

$$\lambda_{\text{общ}} = \lambda_1 + \lambda_2.$$

Моделювання роботи КВВ виконувалось відповідно до схеми алгоритму показаного на рис. 2.5. Одночасно виконувалось підсумовування часу очікування вимог у черзі і квадрата цієї величини для подальшого визначення середнього часу очікування і середнього значення довжини черги, а також дисперсії величин ω і L . Розраховувалися, також, такі параметри роботи системи:

– кількість машин, що обслуговуються в КВВ ПП із 1-ої та 2-ої черг за 1 годину їхньої роботи

$$\mu_{cp1} = 60/\tau_1 * \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2};$$

$$\mu_{cp2} = 60/\tau_2 * \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2};$$

– загальна кількість машин, що обслуговуються в КВВ ПП, які надійшли з 1-ої та 2-ої черг за 1 годину роботи системи

$$\mu_{\text{общ}} = \mu_{cp1} + \mu_{cp2}.$$

Крім цього, виконувався також розрахунок наступних параметрів:

- середня кількість машин, що одержали відмову в обслуговуванні з 1-ої та 2-ої черг;
- середня кількість машин, що обслуговуються в КВВ ПП із 1-ої та 2-ої черг;
- середня кількість машин, що залишилися в 1-ій та 2-ій чергах.

Моделювання роботи всієї системи виконувалося за схемою алгоритму, зображеного на рис. 2.6, що забезпечує правильну послідовність чергування подій у моделі системи. Такими подіями є: робота 1-ої черги; робота 2-ої черги; робота КВВ; обчислення і друкування статистичних характеристик; закінчення роботи системи.

Результати розрахунку середнього часу очікування в 1-ій (ω_{1cp}) і 2-ій (ω_{2cp}) чергах, середнього значення довжини 1-ої (L_{1cp}) і 2-ої (L_{2cp}) черг і дисперсії величин ω і L , які розраховувалися по формулах (2.4)–(2.9), виводилися у вікні компонента ListBox, причому для кожної реалізації системи окремо.

Часова діаграма роботи системи зображена на рис. 2.8. Вона виконувалася на додатковій формі, що приєднувалася до основної форми. За часові осі брали компонент StringGrid. На часовій діаграмі зображений процес формування 1-го і 2-го вхідних потоків, робота 1-ої і 2-ої черг, у яких показані моменти приходу, кількість вимог в обох чергах і процес роботи КВВ ПП. Часова діаграма дуже наочна і дозволяє візуально спостерігати в часі процес роботи всієї системи.

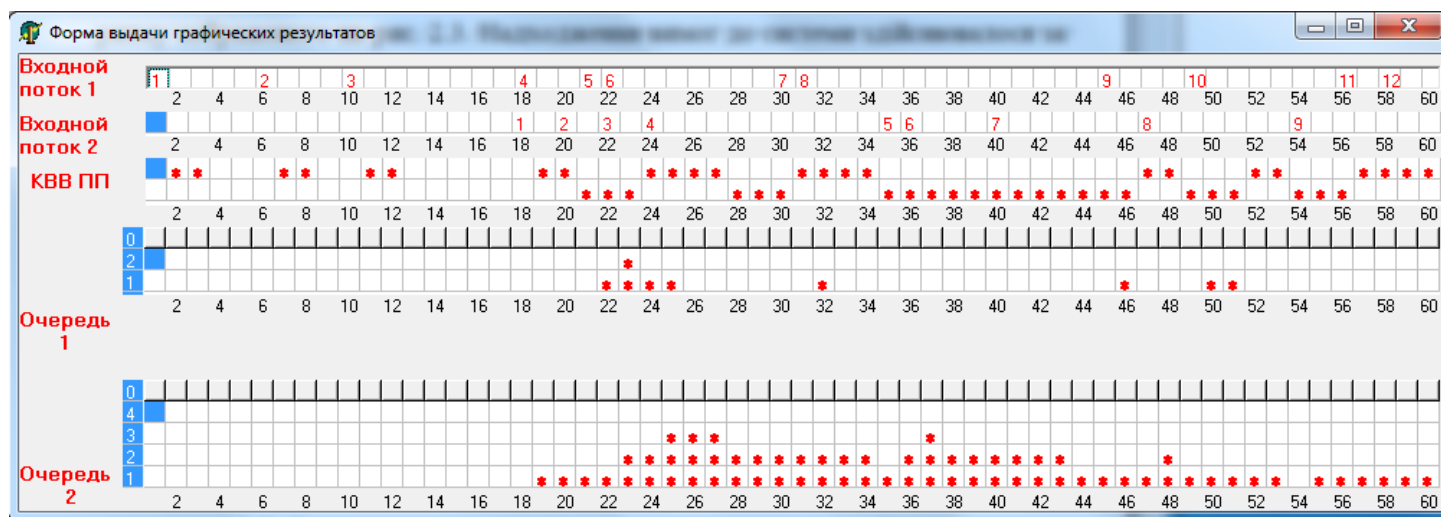


Рисунок 2.8 – Часова діаграма роботи системи імітаційного моделювання

Розглянуті на наведеному вище прикладі елементи моделювання показують, що моделі транспортних систем зручно будувати за блоковим принципом, причому у кожного блоку власна логіка роботи, що імітує певний процес або пристрій системи, яка моделюється. Деякі із цих блоків можуть бути реалізовані як стандартні шляхом включення їх до бібліотеки стандартних програм. Цей же принцип використовується при розробці спеціальних мов моделювання, у яких типові алгоритми реалізуються у вигляді операторів або стандартних процедур.

2.2 Матрична модель представлення та методи оптимізації перевезень вантажів в міжнародних транспортних коридорах

Спробуємо побудувати за допомогою лінійного програмування (ЛП) оптимальний план перевезень [85] контейнерів від заводів, котрі розташовані у м. Ніжині і м. Сумах, до складів (міста розташування у м. Жешув, м. Київ, м. Чернігів та м. Конотоп) для прикладу, наведеного у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Таблична форма запису ТЗ

Заводи	Склади								Наявність контейнерів (од.)
	Жещув (A)		Київ (B)		Чернігів (C)		Конотоп (D)		
Ніжин (I)		2,1		1,7		1,3		0,3	350
Суми (II)		2,5		1,8		1,4		0,7	650
Потреба у контейнерах (од.)	300		300		300		100		

У задачі є багато можливих рішень. Спробуємо скласти план експертним шляхом, не користуючись точними методами. Перш за все вигідніше відправляти контейнери з заводів на склад до Конотопа (D), тому що вартість перевезення тоді буде найнижчою. З огляду на це, розподілимо контейнери з заводів до складу у Конотопі обернено пропорційно вартостям їхніх перевезень до нього. Обсяг відправлення до складу D вичерпаний. Аналогічно цьому і з тієї ж причини розподілимо контейнери, що залишилися на заводі I ($350-70=280$), між складами A, B, і C. Потреби складів A, B, і C задовольнимо за рахунок контейнерів, що залишилися на заводі II ($650-30 = 620$).

Таким чином, ми одержали план перевезень, поданий у табл. 2.2. Сумарна вартість перевезень при цьому становитиме:

$$70 \times 2,1 + 95 \times 1,7 + 115 \times 1,3 + 70 \times 0,3 + 230 \times 2,5 + 205 \times 1,8 + 185 \times 1,4 + 30 \times 0,7 = 1703 \text{ у.г.о.}$$

Складаючи план, ми керувались логічними міркуваннями. Однак, чи отримана мінімальна вартість перевезення? Чи немає можливості поліпшити план і знизити

загальну вартість? Навіть, аналізуючи невеликі транспортні таблиці (ТТ), ми не завжди знаходимо оптимальне рішення, а в ТТ більшої розмірності це зробити практично неможливо.

Таблиця 2.2 – План перевезень, складений експертним шляхом

Заводи	Склади								Наявність контейнерів (од.)
	Жещув (A)		Київ (B)		Чернігів (C)		Конотоп (D)		
Ніжин (I)		2,1		1,7		1,3		0,3	350
	70		95		115		70		
Суми (II)		2,5		1,8		1,4		0,7	650
	230		205		185		30		
Потреба у контейнерах (од.)	300		300		300		100		Вартість = 1703

Підійдемо тепер до розв'язання цієї задачі за допомогою математичних методів. Буквою x (табл. 2.3) з відповідними індексами позначимо потрібні нам кореспонденції (розміри перевезень) з кожного заводу на кожний склад. Перша цифра індексу означає номер заводу, а друга – номер складу. Кількість невідомих дорівнює добутку числа заводів на число складів і становитиме в нашому прикладі $2 \times 4 = 8$, а у загальному випадку $m \times n$, де m – число відправників однорідного вантажу і n – загальне число його одержувачів. Складемо рівняння матеріального балансу [86] по двох рядках та чотирьом стовпцям таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – ТЗ у вигляді матриці кореспонденцій

Заводи	Склади								Наявність контейнерів (од.)
	Жещув (A)		Київ (B)		Чернігів (C)		Конотоп (D)		
Ніжин (I)		2,1		1,7		1,3		0,3	a_1
	x_{11}		x_{12}		x_{13}		x_{14}		
Суми (II)		2,5		1,8		1,4		0,7	a_2
	x_{21}		x_{22}		x_{23}		x_{24}		
Потреба у контейнерах (од.)	b_1		b_2		b_3		b_4		

У перших двох рівняннях записано, що розміри перевезень з кожного заводу на всі склади дорівнюють наявності контейнерів на ньому, а в останніх чотирьох – що розміри відправлення контейнерів з усіх заводів на даний склад дорівнюють величині потреби в контейнерах на ньому. Усього шість рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 350, \\ \phantom{x_{11}} \phantom{x_{12}} \phantom{x_{13}} x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 650, \\ x_{11} \phantom{x_{12}} \phantom{x_{13}} \phantom{x_{14}} + x_{21} = 300, \\ \phantom{x_{11}} x_{12} \phantom{x_{13}} \phantom{x_{14}} + x_{22} = 300, \\ \phantom{x_{11}} \phantom{x_{12}} x_{13} \phantom{x_{14}} + x_{23} = 300, \\ \phantom{x_{11}} \phantom{x_{12}} \phantom{x_{13}} x_{14} + x_{24} = 100. \end{array} \right. \quad (2.12)$$

Однак загальні обсяги наявності контейнерів на заводах дорівнюють загальним обсягам потреб у них на складах, тому сума двох перших рівнянь дорівнює сумі чотирьох останніх. Як відомо, у такому випадку одне з рівнянь (байдуже яке) є комбінацією інших, тому воно (наприклад, друге) зайве і його можна відкинути.

Таким чином, сформулювавши алгебраїчні умови матеріального балансу, які враховують вимоги у використанні усіх ресурсів, ми одержали систему з п'яти рівнянь із вісьмома невідомими. Система, у якій кількість невідомих більше кількості рівнянь, має безліч рішень (у нашому випадку – варіантів плану перевезень). Введемо додаткову природну умову фізичної сутності транспортної задачі: жодна кореспонденція не може бути негативним числом, вона або дорівнює нулю (перевезень немає), або більша за нуль (перевезення є). Тоді математично всі рішення, що мають негативні числа, відпадуть. Запишемо цю умову таким чином:

$$x_{11} \geq 0; x_{12} \geq 0; x_{13} \geq 0; x_{14} \geq 0; x_{21} \geq 0; x_{22} \geq 0; x_{23} \geq 0; x_{24} \geq 0, \quad (2.13)$$

або у загальному випадку:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2; \quad j = 1, 2, 3, 4).$$

Нарешті, необхідно, щоб загальна вартість перевезень набула мінімального значення:

$$C = 2,1 \times x_{11} + 1,7 \times x_{12} + 1,3 \times x_{13} + 0,3 \times x_{14} + \\ + 2,5 \times x_{21} + 1,8 \times x_{22} + 1,4 \times x_{23} + 0,7 \times x_{24}. \quad (2.14)$$

Поставлені нами умови можна скорочено записати у такому вигляді:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (2.15)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (2.16)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, m; \quad j = 1, n), \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \times c_{ij} = \min, \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (2.19)$$

де a_i – обсяг вантажу, який є в i -го постачальника;

b_j – обсяг вантажу, який потрібен j -му споживачу;

c_{ij} – вартість перевезення одиниці вантажу від i -го постачальника j -му споживачу.

Вектор-рядки коефіцієнтів при невідомих у п'яти перших рівняннях системи (2.12), як правило, лінійно незалежні і утворюють систему координат або базис. Можливим базисним назвемо таке рішення, у якому кількість кореспонденцій (ненульових потоків) дорівнює кількості лінійно незалежних векторів системи рівнянь. У теорії лінійного програмування існує теорема [87], яку наведемо без доказу:

Завжди можна знайти оптимальне – базисне рішення транспортної задачі, в якому кількість кореспонденцій не буде перевищувати $m + n - 1$.

У деяких випадках можна отримати кілька оптимальних рішень, але всі вони будуть з мінімумом транспортних видатків. У табл. 2.4 наведено одне з базисних рішень (знайдене за методом північно-західного кута).

Спробуємо знайти шляхи для його поліпшення. Кількість кореспонденцій дорівнює кількості лінійно незалежних векторів, тобто п'яти. Загальна вартість перевезення становить: $300 \times 2.1 + 50 \times 1.7 + 250 \times 1.8 + 300 \times 1.4 + 100 \times 1.7 = 1655$ у.з.о. Запишемо змінні x_{ij} у зайнятих клітинках, використовуючи систему рівнянь (2.12), таким чином:

Таблиця 2.4 – Одне з базисних рішень ТЗ

Заводи	Склади				Наявність контейнерів (од.)
	Жещув (A)	Київ (B)	Чернігів (C)	Конотоп (D)	
Ніжин (I)	2,1 300	1,7 50	1,3	0,3	350
Суми (II)	2,5	1,8 250	1,4 300	0,7 100	650
Потреба у контейнерах (од.)	300	300	300	100	Вартість = 1655

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} = 300 - x_{21} \\ x_{12} = 350 - x_{11} - x_{13} - x_{14} = 350 - (300 - x_{21}) - x_{13} - x_{14} = 50 + x_{21} - x_{13} - x_{14} \\ x_{22} = 300 - x_{12} = 300 - (50 + x_{21} - x_{13} - x_{14}) = 250 - x_{21} + x_{13} + x_{14} \\ x_{23} = 300 - x_{13} \\ x_{24} = 100 - x_{14} \end{array} \right. \quad (2.20)$$

Підрахуємо вартість перевезень, використовуючи значення в правій частині рівнянь:

$$\begin{aligned} c &= 2,1 \cdot x_{11} + 1,7 \cdot x_{12} + 1,8 \cdot x_{22} + 1,4 \cdot x_{23} + 0,7 \cdot x_{24} = \\ &= 2,1 \cdot (300 - x_{21}) + 1,7 \cdot (50 + x_{21} - x_{13} - x_{14}) + 1,8 \cdot (250 - x_{21} + x_{13} + x_{14}) + \\ &+ 1,4 \cdot (300 - x_{13}) + 0,7 \cdot (100 - x_{14}) = 630 - 2,1x_{21} + 85 + 1,7x_{21} - 1,7x_{13} - 1,7x_{14} + \\ &+ 450 - 1,8x_{21} + 1,8x_{13} + 1,8x_{14} + 420 - 1,4x_{13} + 70 - 0,7x_{14} = \\ &= 1655 - 2,2x_{21} - 1,3x_{13} - 0,6x_{14}. \end{aligned}$$

Однак поки ми не враховували вартості перевезень у вільних клітинках.

Введемо їх до формули вартості:

$$\begin{aligned} c &= 1655 - 2,2x_{21} - 1,3x_{13} - 0,6x_{14} + 1,3x_{13} + 0,3x_{14} + 2,5x_{21} = \\ &= 1655 + 0,3x_{21} - 0,3x_{14}. \end{aligned}$$

Значення x_{ij} у позитивних членах формули нам вигідно прирівняти до нуля, тому що збільшення, наприклад, значення x_{21} , призведе до збільшення вартості перевезень пропорційно коефіцієнту 0,3. Негативний же член формули показує, що, якщо збільшити його значення, то загальна вартість перевезення зменшиться також пропорційно коефіцієнту при ньому. (Якщо у формулі вартості кілька негативних

членів, вибираємо член з найбільшою абсолютною величиною коефіцієнта – для нашого випадку це єдиний x_{14}). Тому цей член треба збільшувати якнайбільше. Однак при цьому не можна допустити, щоб будь-яка інша кореспонденція набула негативного значення. Щоб визначити найбільший можливий розмір кореспонденції x_{14} , розглянемо друге і п'яте рівняння системи (2.20), у які вона входить зі знаком мінус. Очевидно, якщо x_{14} дорівнюватиме 50, то x_{12} обернеться на нуль. Для того, щоб зберегти баланс перевезень, по другому стовпцю необхідно додати 50 одиниць вантажу кореспонденції x_{22} , а для балансу у четвертому стовпці, навпаки необхідно від кореспонденції x_{24} відняти 50 одиниць вантажу. Побудуємо поліпшений план перевезень (табл. 2.9) і виразимо змінні x_{ij} у зайнятих клітинках, використовуючи систему рівнянь (2.20):

$$\begin{cases} x_{11} = 300 - x_{21}, \\ x_{22} = 300 - x_{12}, \\ x_{23} = 300 - x_{13}, \\ x_{14} = 350 - x_{11} - x_{12} - x_{13} = 350 - (300 - x_{21}) - x_{12} - x_{13} = 50 + x_{21} - x_{12} - x_{13}, \\ x_{24} = 100 - x_{14} = 50 - x_{21} + x_{12} + x_{13}. \end{cases}$$

Загальна вартість перевезення дорівнює: $c = 1640 + 0,3x_{12} + 0,3x_{13}$.

У формулі немає негативних членів, а це означає, що поліпшити план перевезень (див. табл. 2.5) і знизити їхню загальну вартість, неможливо. Отримане оптимальне рішення в 1640 у.г.о., що порівняно з табл. 2.8 (1655 у.г.о.) дає економію близько 1 %, а з табл. 2.6 (1703 у.г.о.) – 4 %.

Повернемося до системи рівнянь (2.12) і складемо матрицю коефіцієнтів за умови, що в перших п'яти рівняннях, є невідомі (ситуація не зміниться, навіть, якщо взяти будь-які інші п'ять рівнянь).

x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}
1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0

Як видно, матриця коефіцієнтів ТЗ складається тільки з нулів та одиниць і проста за формою. Цей чинник дозволив розробити прості методи (алгоритми) розв'язання ТЗ [87]. З іншого боку, багато економічних задач, що не стосуються безпосередньо планування перевезень мають подібну матрицю коефіцієнтів, яку можна розв'язувати методами ЛП.

Таблиця 2.5 – Поліпшений (оптимальний) план перевезень ТЗ

Заводи	Склади				Наявність контейнерів (од.)
	Жещув (A)	Київ (B)	Чернігів (C)	Конотоп (D)	
Ніжин (I)	2,1 300	1,7	1,3	0,3 50	350
Суми (II)	2,5	1,8 300	1,4 300	0,7 50	650
Потреба у контейнерах (од.)	300	300	300	100	Вартість = 1640

Слід також відмітити, що розв'язання ТЗ за допомогою симплексного методу – основного методу рішення загальної задачі лінійного програмування (ЗЛП), таки дає необхідний результат, але за більш довгий час розрахунків.

2.3 Мережева модель представлення та методи оптимізації перевезень вантажів в міжнародних транспортних коридорах

Здійснимо вирішення задачі оптимізації перевезень вантажів на транспортній мережі (ТМ) для конкретного прикладу, який зображений на рис. 2.9.

Вершинами цієї ТМ є постачальники A_i , одержувачі B_j , а також проміжні пункти C_k транспортування однорідного вантажу ($i \in m; j \in n; k \in l; m = 3; n = 7; l = 2$). Довжини дуг (L_{RS}) між пунктами r і s дорівнюють відстаням (в км) і ці значення проставлені на цих дугах.

Запаси постачальників і заявки одержувачів проставлені у відповідних транспортних вузлах (ТВ). Треба зазначити на той факт, що проміжні пункти C_k не мають наявності і потреб у вантажі – це позначено на мережі нульовими значеннями у відповідних ТВ. Розв'язок проводимо методом потенціалів [88]. Порядок розв'язку за цим методом наступний:

– складається опорний (базовий) план перевезень, який передбачає задовольнити в першу чергу тих одержувачів вантажу, які розташовані найближче від постачальників, і уникнути при цьому, по можливості, зустрічних перевезень. Визначених правил його складання в сітьовій постановці не існує, окрім намагання уникнути замкнених контурів із завантажених дуг. На рис.2.9 опорний план перевезень показано пунктирними стрілками із вказівкою поряд з ними відповідних об'ємів перевезень (x_{RS});

– присвоїмо потенціали всім вузлам мережі. Для цього присвоїмо будь-якому з ТВ потенціал, який більший за *максимальну* відстань між вузлами (у нашому прикладі вузлу A_1 присвоїмо потенціал 12).

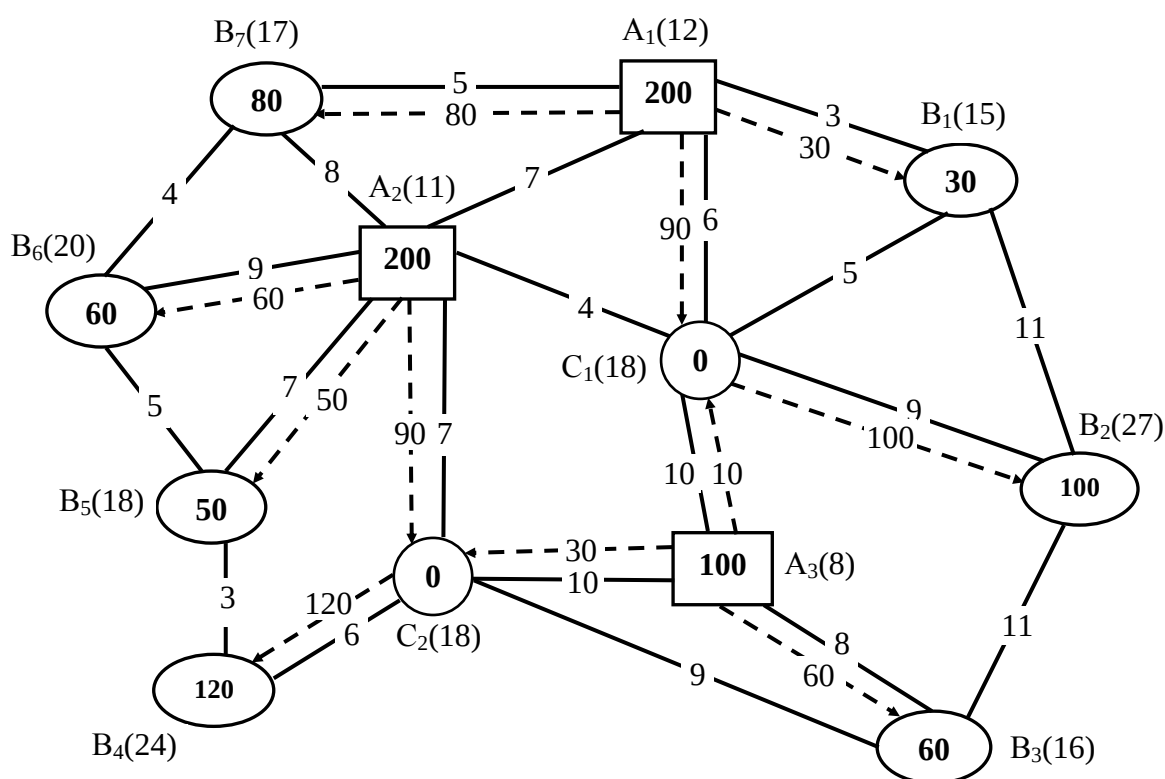


Рисунок 2.9 – Транспортна мережа

Рухаючись *завантаженими* дугами, визначаємо потенціали всіх інших вершин. За правилом присвоєння потенціалів при русі *в напрямку* перевезення до наступного потенціалу додається довжина завантаженої дуги. Якщо ж рух здійснюється *проти напрямку* перевезення – довжина дуги вираховується з попереднього потенціалу. Наприклад, потенціал B_1 по відношенню до A_1 дорівнює $(12 + 3) = 15$, потенціал A_3 по відношенню до C_1 дорівнює $(18 - 10) = 8$ і т.д.;

– перевіряємо базовий план на оптимальність. Для цього перевіряються різниці потенціалів всіх не завантажених дуг. Якщо різниця потенціалів менша за довжину

цієї дуги, то таке відгалуження не є потенційне для навантаження на нього перевезення вантажу, якщо більша – то потенційне. Шукаємо всі потенційні дуги. Їх є три:

$$A_2C_1 \Rightarrow 18 - 11 = 7 > 4; \quad B_1B_2 \Rightarrow 27 - 15 = 12 > 11; \quad B_4B_5 \Rightarrow 24 - 18 = 6 > 3.$$

Вибираємо найбільшу різницю (найбільше потенційне привабливу дугу). Таких дуг буде дві: $A_2C_1 \Rightarrow 18 - 11 = 7 > 4$ і $B_4B_5 \Rightarrow 24 - 18 = 6 > 3$.

Вибираємо будь-яку з них, наприклад, A_2C_1 і виконуємо перерозподіл поставок вантажу. Для цього оцінюємо замкнутий контур, що складається із завантажених дуг, крім однієї – A_2C_1 . Таким контуром буде $A_2 \rightarrow C_1 \rightarrow A_3 \rightarrow C_2 \rightarrow A_2$. Завантажуємо потенційну (не завантажену) дугу A_2C_1 , переміщуючи вантаж по даному контуру. Напрямок переміщення від меншого потенціалу відгалуження A_2C_1 до більшого, тобто від A_2 до C_1 і далі по контуру. Величина перерозподілу вантажу дорівнює найменшій величині зустрічного перевезення в даному контурі. Для даного контуру зустрічними будуть перевезення, рівні 10 і 90. Вибираємо величину завантаження, рівну 10 т. Зустрічні дуги побудованого контуру будуть зменшуватися на цю величину, супутні – збільшуватися. На цьому перше корегування плану завершено. Новий план перевезень представлено на рис. 2.10.

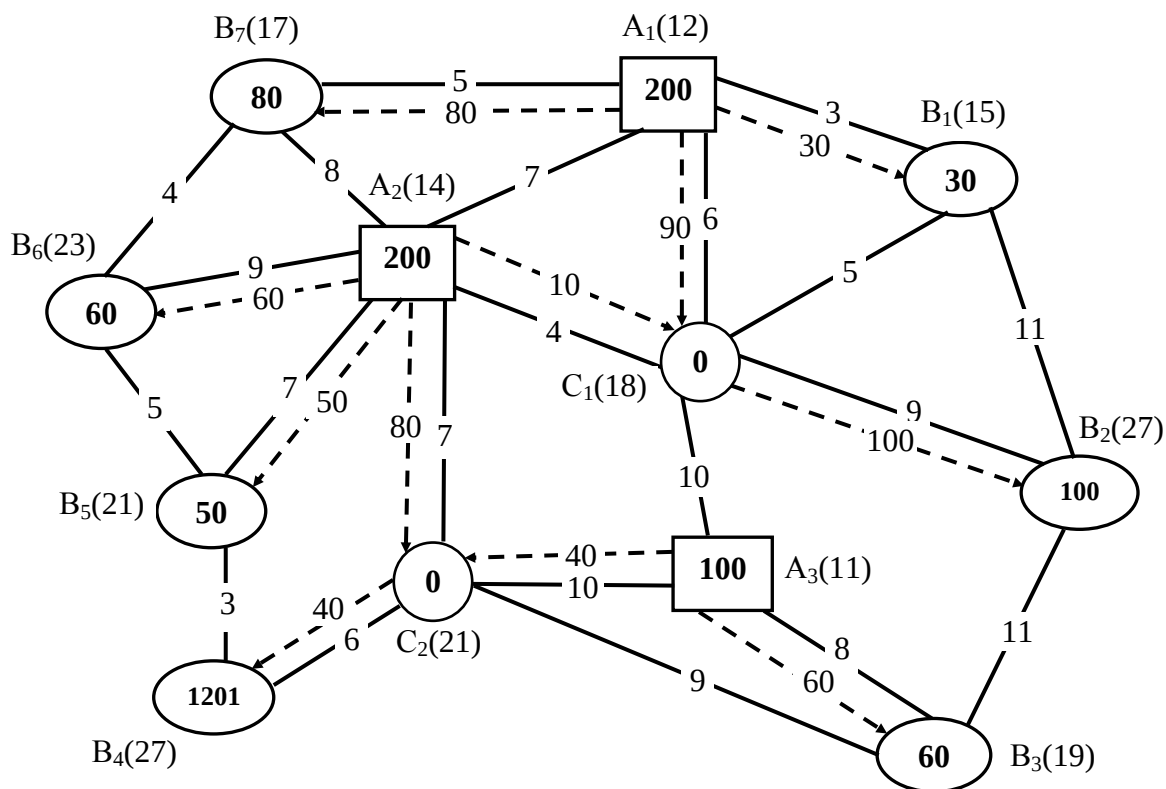


Рисунок 2.10– 1-е корегування плану перевезень

Для цього плану маємо одну потенційну не завантажену дугу $B_1B_2 \rightarrow 27 - 15 = 12 > 11$. Вибираємо напрямок переміщення вантажу по контуру: $B_1 \rightarrow B_2 \rightarrow C_1 \rightarrow A_1 \rightarrow B_1$. Від A_1 до C_1 мінімальний зустрічний потік дорівнює 30 т.

Будуємо новий план перевезень (рис. 2.13). Перевірка не завантажених дуг показує, що потенційних серед них немає, значить, отриманий план перевезень є оптимальним. Щоб перевірити ефективність проведеної оптимізації плану перевезень, потрібно підрахувати сумарні витрати на перевезення, прийнявши вартість 1 ткм рівною 1 у.з.о.

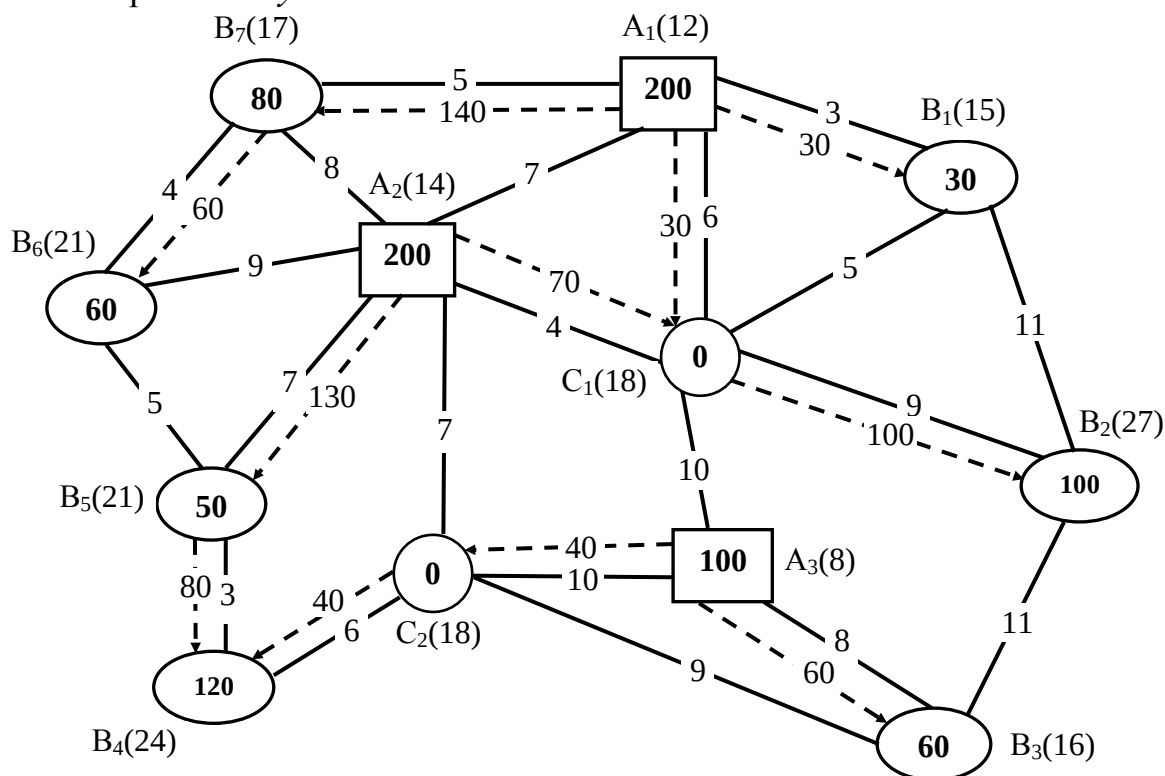


Рисунок 2.12– 3-є корегування плану перевезень

1. Для базового плану (див. рис. 2.9):

$$L_0 = 1 \text{ у.з.о.} \times (80 \times 5 + 30 \times 3 + 90 \times 6 + 100 \times 9 + 10 \times 10 + 60 \times 8 + 30 \times 10 + 120 \times 6 + 90 \times 7 + 50 \times 7 + 60 \times 9) = 5050 \text{ у.з.о.}$$

2. Після 1-го корегування плану перевезень (див. рис. 2.10):

$$L_1 = 1 \text{ у.з.о.} \times (80 \times 5 + 30 \times 3 + 90 \times 6 + 100 \times 9 + 10 \times 4 + 60 \times 9 + 50 \times 7 + 80 \times 7 + 120 \times 6 + 40 \times 10 + 60 \times 8) = 5020 \text{ у.з.о.}$$

3. Після 2-го корегування (див. рис. 2.11):

$$L_2 = 1 \text{ у.з.о.} \times (80 \times 5 + 30 \times 3 + 90 \times 6 + 100 \times 9 + 10 \times 4 + 60 \times 9 + 130 \times 7 + 80 \times 3 + 40 \times 6 + 40 \times 10 + 60 \times 8) = 4780 \text{ у.з.о.}$$

4. Після 3-го корегування плану перевезень (див. рис. 2.12):

$$L_3 = 1 \text{ у.з.о.} \times (60 \times 4 + 140 \times 5 + 30 \times 3 + 30 \times 6 + 100 \times 9 + 70 \times 4 + 130 \times 7 +$$

до будь-якої зв'язаної з ним точки мережі приймається заздалегідь більшою в порівнянні" з існуючими в мережі відстанями між вершинами.

2.4 Матрично-мережева модель управління вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах

Формування матрично-мережевої моделі (МММ) управління перевезеннями вантажів у ТС включає декілька етапів [11, 12, 89]. Розглянемо ці етапи на прикладі транспортній мережі (ТМ), яка представлена на рисунку 2.14. Вона включає 3 пункти відправлення вантажу (ПВ) – A_1 , A_2 і A_3 ; 7 пунктів призначення вантажу (ПП) – B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_6 і B_7 та 2 транзитних пунктів (ПТ) – C_1 і C_2 певного вантажу. Відстань між пунктами вказана на відповідних ребрах, обсяги поставок і заявок вантажу проставлені у відповідних графічних об'єктах – ТВ.

Першим етапом формування МММ буде складання масиву відстаней між сусідніми вузлами ТМ, причому достатньо вказати відстань від ПВ до ПП кожного ребра графу в одному напрямку, так як відстань в зворотному напрямку передбачається той же самою (табл. 2.6). Слід зазначити той факт, що цей етап припускає ручне складання масиву.

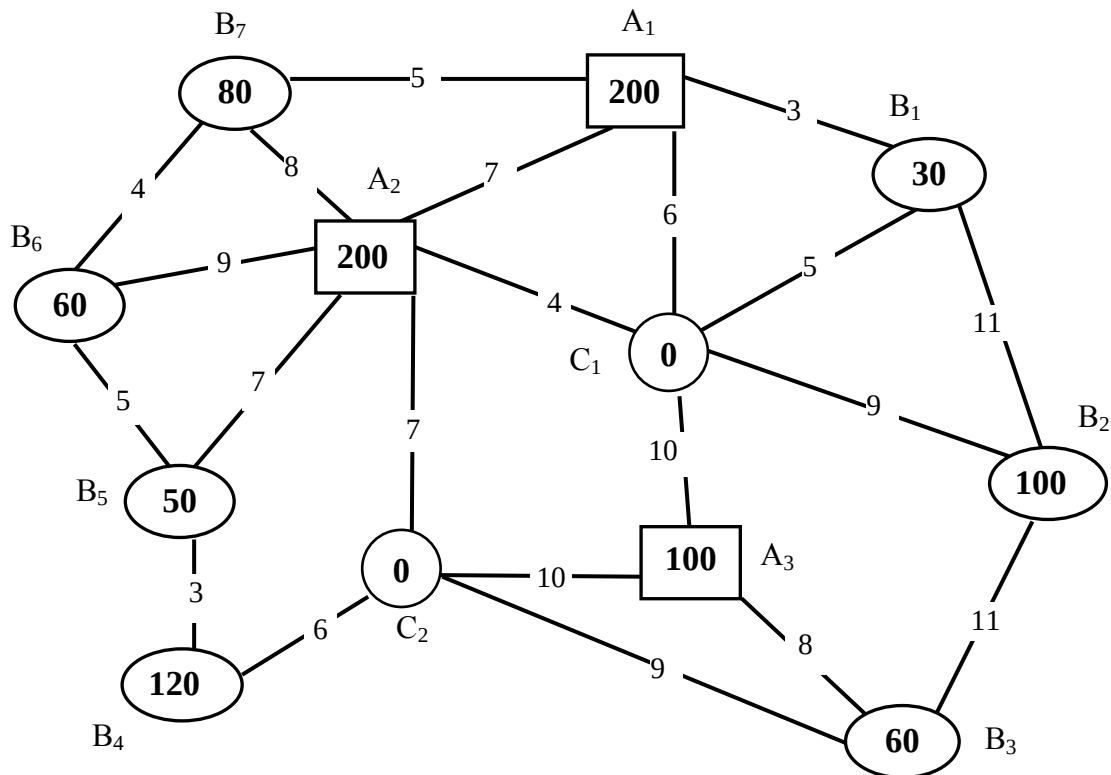


Рисунок 2.14– Транспортна мережа перевезень

Таблиця 2.6 – Масив відстаней між сусідніми вузлами ТМ

№ п/п	ПВ	ПП	Відстань	№ п/п	ПВ	ПП	Відстань
1	A ₁	B ₇	5	12	A ₃	B ₃	8
2	A ₁	A ₂	7	13	B ₁	C ₁	5
3	A ₁	C ₁	6	14	B ₁	B ₂	11
4	A ₁	B ₁	3	15	B ₂	C ₁	9
5	A ₂	B ₇	8	16	B ₂	B ₃	11
6	A ₂	B ₆	9	17	B ₃	C ₂	9
7	A ₂	B ₅	7	18	B ₄	C ₂	6
8	A ₂	C ₂	7	19	B ₄	B ₅	3
9	A ₂	C ₁	4	20	B ₅	B ₆	5
10	A ₃	C ₁	10	21	B ₆	B ₇	4
11	A ₃	C ₂	10				

На *другому етапі* автоматично (за допомогою відповідної програми) по масиву відстаней будується матриця транспортних кореспонденцій між всіма вузлами ТМ [13]. Відстань між не сусідніми (суміжними) вузлами проставляється рівним нескінченності (табл.2.7). Матриця щодо її головної діагоналі має симетричний характер, тому що ми маємо справу з неорієнтованою транспортною мережею. Слід зазначити той факт, що величина нескінченності в програмі моделюється свідомо більшим кожного з відстаней ТМ – звичайно ця величина може дорівнювати сумі всіх відстаней ТМ.

Таблиця 2.7 – Матриця транспортних кореспонденцій між всіма вузлами ТМ

	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	C ₁	C ₂
A ₁	∞	7	∞	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	6	∞
A ₂	7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	7	9	8	4	7
A ₃	∞	∞	∞	∞	∞	8	∞	∞	∞	∞	10	10
B ₁	3	∞	∞	∞	11	∞	∞	∞	∞	∞	5	∞
B ₂	∞	∞	∞	11	∞	11	∞	∞	∞	∞	9	∞
B ₃	∞	∞	8	∞	11	∞	∞	∞	∞	∞	∞	9
B ₄	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	3	∞	∞	∞	6
B ₅	∞	7	∞	∞	∞	∞	3	∞	5	∞	∞	∞
B ₆	∞	9	∞	∞	∞	∞	∞	5	∞	4	∞	∞
B ₇	5	8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	4	∞	∞	∞
C ₁	6	4	10	5	9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
C ₂	∞	7	10	∞	∞	9	6	∞	∞	∞	∞	∞

Метод найкоротших маршрутів (МНМ) є методом *третього етапу* формування МММ [14]. Цей метод, використовуючи дані матриці кореспонденцій (див. табл.

2.7), знаходить як значення найкоротших відстаней на ТМ від кожного постачальника вантажу до кожного його споживача (табл. 2.8), так і відповідні цим відстаням маршрути, які можуть містити проміжні пункти на шляхах переміщення вантажу (див. рис. 2.15).

Таблиця 2.8 – Матриця найкоротших відстаней на ТМ

	B₁	B₂	B₃	B₄	B₅	B₆	B₇
A₁	3	14	23	17	14	9	5
A₂	9	13	16	10	7	9	8
A₃	15	19	8	16	19	23	21

$$\begin{aligned}
 A_1 &\xrightarrow{3} B_1 & &= & 3; \\
 A_1 &\xrightarrow{3} B_1 \xrightarrow{11} B_2 & &= & 14; \\
 A_1 &\xrightarrow{7} A_2 \xrightarrow{7} C_2 \xrightarrow{9} B_3 & &= & 23; \\
 A_1 &\xrightarrow{7} A_2 \xrightarrow{7} B_5 \xrightarrow{3} B_4 & &= & 17; \\
 A_1 &\xrightarrow{7} A_2 \xrightarrow{7} B_5 & &= & 14; \\
 A_1 &\xrightarrow{5} B_7 \xrightarrow{4} B_6 & &= & 9; \\
 A_1 &\xrightarrow{5} B_7 & &= & 5; \\
 A_2 &\xrightarrow{4} C_1 \xrightarrow{5} B_1 & &= & 9; \\
 A_2 &\xrightarrow{4} C_1 \xrightarrow{9} B_2 & &= & 13; \\
 A_2 &\xrightarrow{7} C_2 \xrightarrow{9} B_3 & &= & 16; \\
 A_2 &\xrightarrow{7} B_5 \xrightarrow{3} B_4 & &= & 10; \\
 A_2 &\xrightarrow{7} B_5 & &= & 7; \\
 A_2 &\xrightarrow{9} B_6 & &= & 9; \\
 A_2 &\xrightarrow{8} B_7 & &= & 8; \\
 A_3 &\xrightarrow{10} C_1 \xrightarrow{5} B_1 & &= & 15; \\
 A_3 &\xrightarrow{8} B_3 \xrightarrow{11} B_2 & &= & 19; \\
 A_3 &\xrightarrow{8} B_3 & &= & 8; \\
 A_3 &\xrightarrow{10} C_2 \xrightarrow{6} B_4 & &= & 16; \\
 A_3 &\xrightarrow{10} C_2 \xrightarrow{6} B_4 \xrightarrow{3} B_5 & &= & 19; \\
 A_3 &\xrightarrow{10} C_1 \xrightarrow{4} A_2 \xrightarrow{9} B_6 & &= & 23; \\
 A_3 &\xrightarrow{10} C_1 \xrightarrow{6} A_1 \xrightarrow{5} B_6 & &= & 21;
 \end{aligned}$$

Рисунок 2.15 – Маршрути найкоротших відстаней

Четвертий етап полягає в складанні за вихідними даними ТМ (див. рис. 2.14) і отриманими даними табл. 2.8 класичної транспортної таблиці (ТТ) (табл. 2.13) і

розв'язання отриманої транспортної задачі стандартними методами – спочатку складання опорного плану перевезень (допустимо методом мінімального вузла відправлення вантажу (див. табл. 2.9)) і подальше його поліпшення (наприклад методом потенціалів (див. табл. 2.10)).

Таблиця 2.9 – Опорний план перевезень

	B₁	B₂	B₃	B₄	B₅	B₆	B₇	<i>Занаси a_i</i>	C_i
A₁	3 14	60 ₆ 23	120 ₇ 17	14 9	20 ₅ 5			200	85 ₂
A₂	9 30 ₃	13 16	10 50 ₁	7 40 ₄	9 80 ₂			200	72 ₁
A₃	15 40 ₉	19 60 ₈	8 16	19 23	21			100	121 ₃
<i>Заявки b_j</i>	30	100	60	120	50	60	80	500 500	
Вартість = 5920									

Після побудови опорного плану перевезень ми маємо збалансовану, не вироджену ТЗ. Вартість реалізації цього плану при вартості 1 ткм рівною 1 *у.г.о.* складе:

$$L_0 = 1 \text{ у.г.о.} \times (60 \times 14 + 120 \times 17 + 20 \times 9 + 30 \times 9 + 50 \times 7 + 40 \times 9 + 80 \times 8 + 40 \times 19 + 60 \times 8) = 5920 \text{ у.г.о.}$$

Таблиця 2.10 – ТТ з оптимальним планом перевезень і потенціалами

	B₁	B₂	B₃	B₄	B₅	B₆	B₇	U_i
A₁	3 30	14 30	23	17	14	9 60	5 80	0
A₂	9	13 30	16	10 120	7 50	9	8	-1
A₃	15	19 40	8 60	16	19	23	21	5
U_j	3	14	3	11	8	9	5	Вартість = 4630

Вартість реалізації оптимального плану перевезень вантажу складе:

$$L_{\text{орт}} = 1 \text{ у.г.о.} \times (30 \times 3 + 30 \times 14 + 60 \times 9 + 80 \times 5 + 30 \times 13 + 12 \times 10 +$$

$$+ 50 \times 7 + 40 \times 19 + 60 \times 8) = 4630 \text{ y.z.o.}$$

Побудуємо потенціали всіх рядків і стовпців ТТ або вершин ТМ (табл. 2.10) і перевіримо всі її вільні від перевезень клітки на предмет перерозподілу в них вантажопотоків:

$$\begin{aligned} A_1B_3: 0+3=3 < 23; & \quad A_1B_4: 0+11=11 < 17; & \quad A_1B_5: 0+8=8 < 14; \\ A_2B_1: -1+3=2 < 9; & \quad A_2B_3: -1+3=2 < 16; & \quad A_2B_6: -1+9=8 < 9; & \quad A_2B_7: -1+5=4 < 8; \\ A_3B_1: 5+3=8 < 15; & \quad A_3B_4: 5+11=16 = 16; & \quad A_3B_5: 5+8=13 < 19; & \quad A_3B_6: 5+9=14 < 23; \\ A_3B_7: 5+5=10 < 21. \end{aligned}$$

План є оптимальним, тому що усі вільні від перевезень вантажу клітки ТТ задовольняють умові оптимальності. Тому його подальше поліпшення за допомогою методу потенціалів є не доцільним.

Перейдемо до останнього *п'ятого етапу* формування МММ – етапу представлення результатів знайденого оптимального плану перевезень на ТМ [15].

Представлення результатів здійснюється двома способами – у вигляді відповідних маршрутів (див. нижче) і у графічному вигляді (рис. 2.16), причому оптимальні маршрути формуються автоматично за допомогою відповідної програми на підставі даних другого етапу:

По маршруту з A_1 до B_1 довжиною в 3 км веземо 30 т вантажу.

По маршруту з A_1 до B_1 довжиною в 3 км, потім з B_1 до B_2 довжиною в 11 км веземо 30 т вантажу.

По маршруту з A_1 до B_7 довжиною в 5 км, потім з B_7 до B_6 довжиною в 4 км веземо 60 т вантажу.

По маршруту з A_1 до B_7 довжиною в 5 км веземо 80 т вантажу.

По маршруту з A_2 до C_1 довжиною в 4 км, потім з C_1 до B_2 довжиною в 9 км веземо 30 т вантажу.

По маршруту з A_2 до B_5 довжиною в 7 км, потім з B_5 до B_4 довжиною в 3 км веземо 120 т вантажу.

По маршруту з A_2 до B_5 довжиною в 7 км веземо 50 т вантажу.

По маршруту з A_3 до B_3 довжиною в 8 км, потім з B_3 до B_2 довжиною в 11 км веземо 40 т вантажу.

По маршруту з A_3 до B_3 довжиною в 8 км веземо 60 т вантажу.

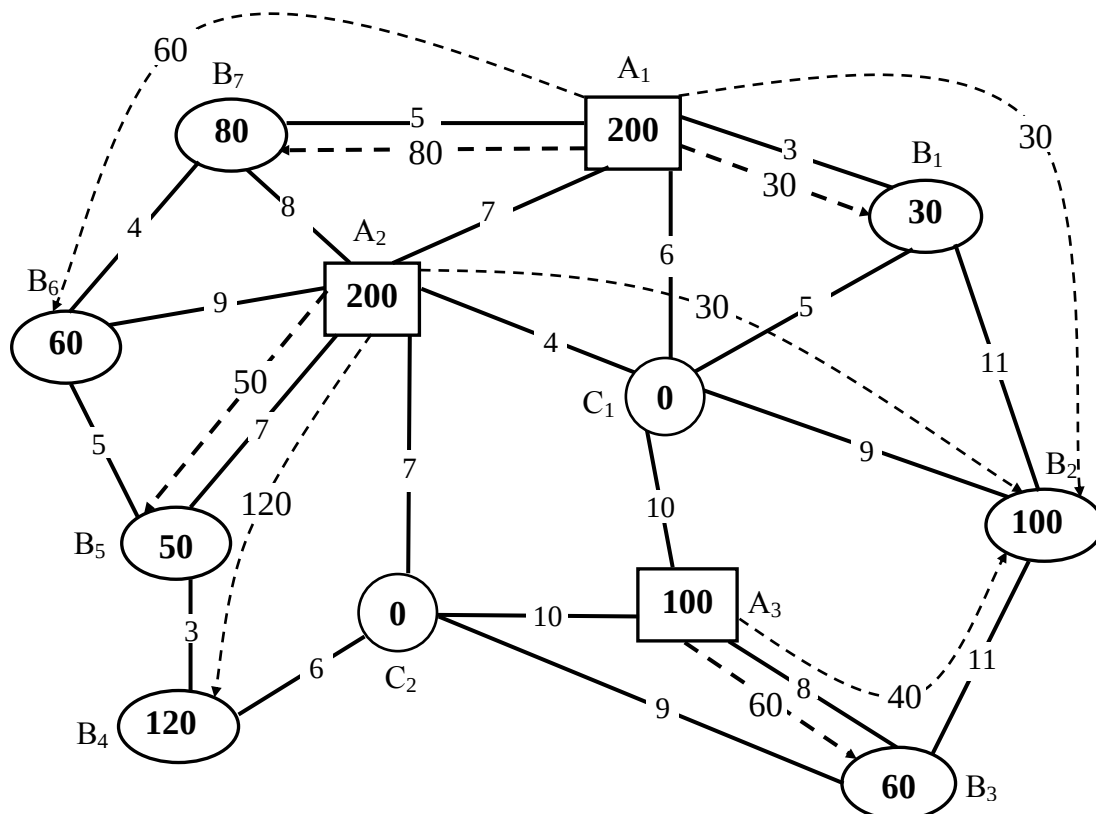


Рисунок 2.16 – Розподіл оптимальних маршрутів перевезення вантажу на ТМ (указаний пунктирними лініями)

То що у вільної від перевезень вантажу клітинки ТТ A_3B_4 (див. табл.2.10) умова оптимальності приймає граничне значення, тобто рівність, свідчить о існуванні альтернативного плану перевезень. І якщо ми побудуємо на основі цієї клітинки A_3B_4 наступний контур перерозподілу перевезень вантажу на ТТ:

	13	16	10
30	+		-120
			+
40	-19	8	16
		60	

і, відповідно, перерозподілимо 40 одиниць вантажу у цьому контурі, то отримаємо саме той оптимальний план перевезень вантажу (табл. 2.11, рис. 2.17).

Таблиця 2.11 – ТТ з альтернативним оптимальним планом перевезень вантажу

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	U_i
A_1	3 30	14 30	23	17	14	9 60	5 80	0
A_2	9	13 70	16	10 80	7 50	9	8	-1
A_3	15	19	8 60	16 40	19	23	21	5
C_j	3	14	3	11	8	9	5	

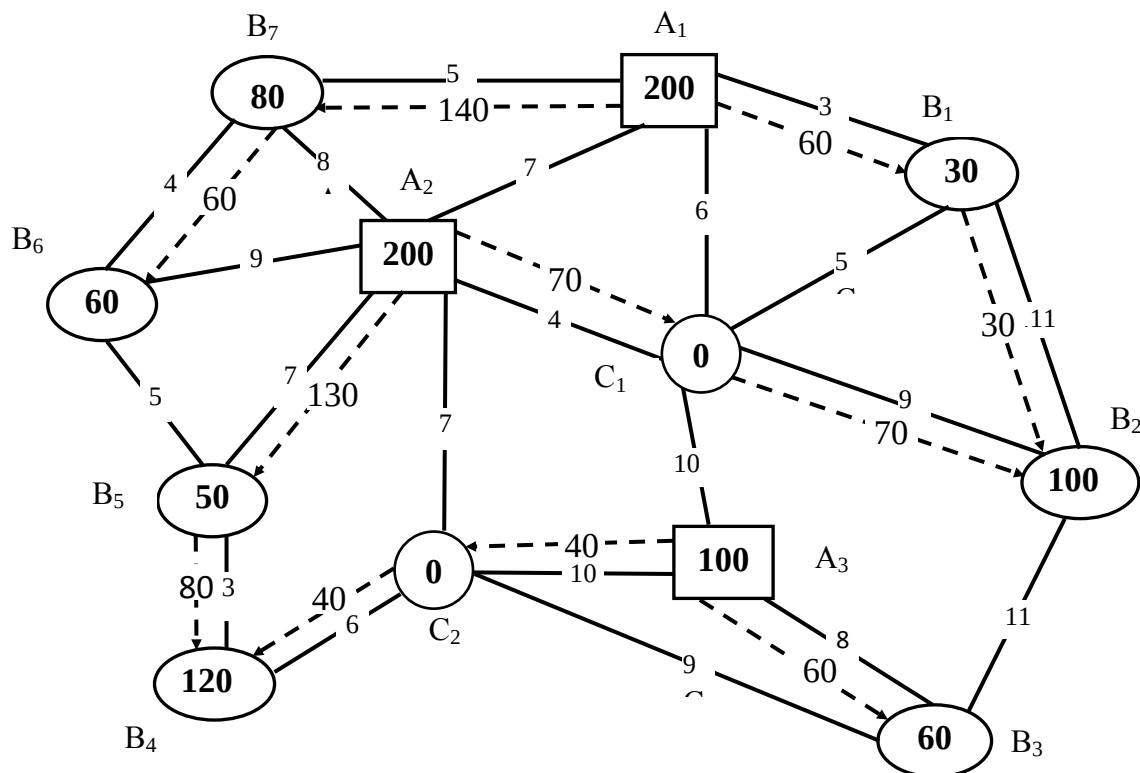


Рисунок 2.17 – Оптимальний план перевезень

2.5 Висновки по другому розділу

На основі аналізу теоретичних аспектів управління вантажними перевезеннями в міжнародних транспортних коридорах, отримані результати, які полягають в наступному:

1. У процесі функціонування різних складових транспортних систем постійно виникає необхідність рішення задач, пов'язаних з їх роботою як систем масового

обслуговування різного виду вимог. Це обумовлено тим, що їх призначенням, як правило, є саме обслуговування різноманітних споживачів транспортних послуг (замовлень). Тому вирішення задач аналізу й оптимізації режимів роботи різних ланок транспортних систем є досить актуальним і здатним значно підвищити ефективність використання транспорту в різних галузях народного господарства.

2. Аналіз матричної моделі представлення вантажних перевезень дозволив зробити наступні висновки:

- вантажні перевезення і заснована на них транспортна задача є частковим випадком загальної задачі лінійного програмування;
- зведення вантажних перевезень до системи лінійних рівнянь і далі до матричного представлення припускає використовувати до їх оптимізації стандартні матричні методи.

3. Мережева модель представлення вантажних перевезень є більш наочна і природна по відношенню до матричної моделі, але існуючі методи оптимізації перевезень вантажів на цієї моделі є досить складними і важко піддаються формалізації.

4. Оптимізація перевезень на транспортній мережі за допомогою методу потенціалів дозволяє розв'язати лише ТЗ невеликої розмірності, а сама процедура одержання кінцевого результату – оптимального плану перевезень вантажу безпосередньо на транспортній мережі, є достатньо громіздкою і слабо формалізованою.

5. Описана у роботі матрично-мережева модель перевезень вантажів дозволяє отримати нові результати по розв'язанню проблеми управління вантажними перевезеннями на транспортних мережах за рахунок широкого застосування методів і алгоритмів обчислювальної математики, сучасних інформаційних технологій і розв'язати ТЗ різної розмірності і конфігурації.

6. Результати досліджень даного розділу викладено у публікаціях [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛІ І МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ІНФРАСТРУКТУРОЮ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ

3.1 Модель оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів

Стратегічним завданням науково-технічної політики в області транспортної галузі держави є її вихід на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг, що реалізуються транспортом. У зв'язку з цим першочерговим і пріоритетним завданням у цьому напрямку є розширення наукових досліджень з проблем створення прогресивних технологій з раціональної організації вантажних перевезень, формування та функціонування ефективної транспортної системи, розробка принципово нових систем управління з використанням сучасних інформаційних технологій [16, 90].

Розробка ефективної організації доставки вантажів з узгодженістю всіх ланок транспортного процесу викликала необхідність великої кількості теоретичних і експериментальних досліджень з різних питань розвитку транспортних систем.

Актуальність досліджень у цьому напрямку визначається необхідністю підвищення ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення процесу раціональної організації міжнародних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

Вирішенню задач підвищення ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні присвячено багато наукових праць у галузі транспортних систем, логістики і дослідження операцій. До основних характеристик транспортних мереж відносять: максимальний потік на транспортній мережі і найкоротші відстані на транспортній мережі. Для вирішення задачі по оптимізації перевезень вантажів на транспортній мережі треба мати можливість звести мережеве представлення транспортної задачі до матричної форми, для якої існує практичний математичний апарат оптимізації перевезень [17, 91].

Існуючі методи для розв'язання задачі про максимальний потік на транспортній мережі зручно використовувати тільки для пласкої мережі. Приведений алгоритм для "максимального потоку" дозволяє оптимізувати рішення проблеми, але не враховує особливості транспортних мереж. Для вирішення проблеми треба розширити метод для вирішення задач по оптимізації транспортних мереж з обмеженням та без обмежень пропускної здатності.

Розроблені алгоритми математичного програмування для проектування транспортної мережі, які дозволяють знаходити оптимальні шляхи. Але такі алгоритми не враховують велику кількість проміжних пунктів в транспортній мережі. Запропоновані характеристики про транспорт в мультиплексній системі дають можливість оптимізації, але не дають можливість розрахунків найкоротших шляхів у разі великої кількості проміжних пунктів.

Транспортна задача в матричній і мережевій формах представлена за визначенням в еквівалентах. Однак іноді розв'язувати мережеву задачу зручніше в матричній формі. Але треба удосконалити ці методи для розв'язання складних сітьових транспортних задач з використанням орієнтованих графів.

У цілому проблема ефективного управління процесом міжнародних транспортних вантажних перевезень полягає в тому, що існуючі методи не в повному обсязі враховують специфічні особливості їх виконання і, як наслідок цього, не вироблено єдиного підходу до визначення методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж.

Розглянемо модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів на конкретному прикладі ТМ, яка включає сім н/п, які з'єднані між собою транспортними комунікаціями, з вказаними на них відстанями (рис. 3.1).

На рис. 3.1 також представлені маршрути двох умовних міжнародних транспортних коридорів (МТК) – МТК1 і МТК2. МТК1_v є водним, про що свідчить символ *v* в його назві, а МТК2_а є автомобільною і МТК_g залізничною ділянками МТК2. Для спрощення моделі відстані ділянок МТК відповідають відстаням

існуючих ділянок ТМ за винятком ділянок, які закінчуються у н/п 8, а саме це водна ділянка МТК1 (н/п 5 – н/п 8), залізнична (н/п 6 – н/п 8) і автомобільна (н/п 4 – н/п 8) ділянки МТК2. Відстань цих трьох ділянок дорівнює 30 умовним одиницям.

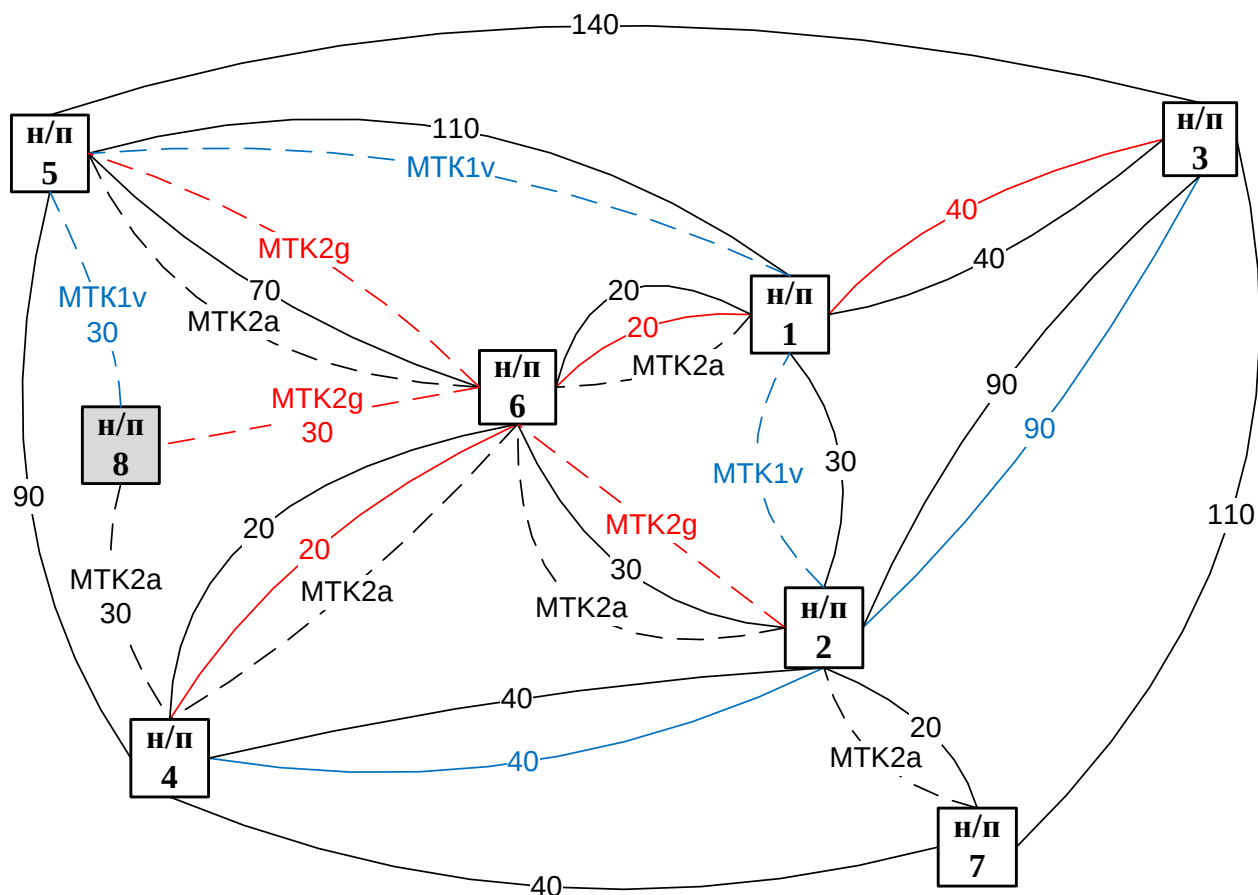


Рисунок 3.1 – Транспортна мережа

База даних (БД) включає 8 файлів: N_p – масив н/п, що лежать на автомагістралях (8 н/п) і Marsh_avto – масив ділянок автомагістралей (15 ділянок); V_p – масив річкових і морських портів (6 в/п), неодмінною умовою яких також є їхня наявність у масиві N_p; Marsh_voda – масив ділянок водних магістралей (5 ділянок); G_d – масив з/с (7 з/с), неодмінною умовою яких є їхня наявність у масиві N_p; Marsh_gd – масив ділянок залізничних магістралей (6 ділянок); МТК1 – масив водних ділянок МТК (3 ділянки), які додаються до масиву Marsh_voda і МТК2 – масив залізничних ділянок МТК (3 ділянки), які також додаються до масиву Marsh_gd і масив автомобільних ділянок (6 ділянок), які входять в масив N_p:

Файл N_p:

Файл Marsh_avto:

Ko	Naim	Kol_g
1	н/п 1	5000
2	н/п 2	16500
3	н/п 3	9000
4	н/п 4	2800
5	н/п 5	34500
6	н/п 6	56700
7	н/п 7	990000
8	н/п 8	3000

Файл V_p:

Ko	N_	Klass
1	н/п 2	2
2	н/п 3	2
3	н/п 4	2
4	н/п 1	1
5	н/п 5	1
6	н/п 8	1

Файл G_d:

Ko	N_P	Kol_g
1	н/п 1	5000
2	н/п 3	9000
3	н/п 4	2800
4	н/п 6	56700
5	н/п 5	34500
6	н/п 2	16500
7	н/п 8	3000

Файл MTK1:

Ko	I_N	P_O	P_N	I
1	M5-1	н/п 5	н/п 1	110
2	M1-2	н/п 1	н/п 2	30
3	M5-8	н/п 5	н/п 8	30

Ko	I_N	P_O	P_N	I
1	M-1	н/п 3	н/п 1	50
2	M-1	н/п 1	н/п 6	20
3	M-1	н/п 6	н/п 4	20
4	M-1	н/п 4	н/п 5	90
5	E-1	н/п 3	н/п 2	90
6	E-1	н/п 2	н/п 6	30
7	E-1	н/п 6	н/п 5	70
8	P-1	н/п 3	н/п 5	140
9	P-2	н/п 3	н/п 7	110
10	Г-1	н/п 1	н/п 5	110
11	Г-2	н/п 1	н/п 2	30
12	Г-3	н/п 2	н/п 7	20
13	Г-4	н/п 4	н/п 7	40
14	Г-5	н/п 2	н/п 4	40
15	Г-6	н/п 4	н/п 8	30

Файл Marsh_voda:

K	I_N	P_O	P_N	I
1	P-1	н/п 3	н/п 2	90
2	P-2	н/п 2	н/п 4	40
3	M-1	н/п 5	н/п 1	110
4	M-2	н/п 1	н/п 2	30
5	M-3	н/п 5	н/п 8	30

Файл Marsh_gd:

K	I_	P_O	P_N	I
1	Z-1	н/п 3	н/п 1	40
2	Z-2	н/п 1	н/п 6	20
3	Z-3	н/п 6	н/п 4	20
4	Z-4	н/п 5	н/п 6	70
5	Z-5	н/п 6	н/п 2	30
6	Z-6	н/п 6	н/п 8	30

Файл MTK2:

Ko	I_N	P_O	P_N	I	C
1	M5-6	н/п 5	н/п 6	70	70
2	M6-2	н/п 6	н/п 2	30	30
3	M6-8	н/п 6	н/п 8		30
4	M6-1	н/п 6	н/п 1	20	
5	M6-4	н/п 6	н/п 4	20	
6	M2-7	н/п 2	н/п 7	20	
7	M4-8	н/п 4	н/п 8	30	

Після запуску програмно-інструментального комплексу оптимізації перевезень (ПКОП) на транспортній системі України і Західної Європи [92] і відпрацювання

процедури перетворення баз даних видів транспорту у матриці транспортних кореспонденцій на екрані дисплею з'явиться матриця прямих зв'язків усіх н/п аналізованої ТМ (рис. 3.2).

	н/п 7	н/п 4	н/п 3	н/п 5	н/п 1	н/п 2	н/п 6	н/п 8
н/п 7	777777	40	110	777777	777777	20	777777	777777
н/п 4	40	777777	777777	90	777777	40	20	30
н/п 3	110	777777	777777	140	40	90	777777	777777
н/п 5	777777	90	140	777777	110	777777	70	777777
н/п 1	777777	777777	40	110	777777	30	20	777777
н/п 2	20	40	90	777777	30	777777	30	777777
н/п 6	777777	20	777777	70	20	30	777777	777777
н/п 8	777777	30	777777	777777	777777	777777	777777	777777

Рисунок 3.2 – Екранна форма з даними матриці зв'язків усіх н/п ТМ

Слід зазначити наступне: по-перше, матриця симетрична внаслідок не орієнтованості ТМ і ,по-друге, якщо н/п не мають безпосередніх транспортних зв'язків, то відстань між ними задається свідомо більшим кожного з наявних відстаней на ТМ (у нашому випадку це число 777777).

Потім процедура знаходження оптимальних маршрутів перевезень вантажів на транспортній мережі починає знаходити самі вигідні (у нашому випадку з точки зору вартості перевезень) комбінації застосування різних видів транспорту і формувати відповідний оптимальний маршрут перевезень вантажу.

Розглянемо дії цієї процедури по кроках і для цього спочатку розглянемо масив записів *mas_min: Array [1..3] Of min_str*, який має запис *min_str* наступної структури:

```
Type min_str = Record
    cel : Real;
    str : String;
End;
```

Цей масив записів, що складається із трьох елементів – по числу видів транспорту, у ході роботи ПКОП заповнюється мінімальною вартістю перевезення

1 тонни вантажу від поточного пункту постачання до пункту споживання (поле *cel*) і відповідної цієї вартості маршрутом транспортування (поле *sttr*):

```
mas_min[1].cel := voda;      mas_min[1].sttr := sttr_voda;
mas_min[2].cel := gd;        mas_min[2].sttr := sttr_gd;
mas_min[3].cel := avto;      mas_min[3].sttr := sttr_avto.
```

Для нашого прикладу вміст масиву *mas_min* буде наступним:

для постачальника н/п 7 і споживача н/п 3:

mas_min[1].cel := **134.00**; *mas_min[1].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 грн ПАРОПЛАВОМ з н/п 2 до н/п 3 за ціною = 90.00 грн’;

mas_min[2].cel := **179.00**; *mas_min[2].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 грн ПОЇЗДОМ з н/п 2 до н/п 6 за ціною = 45.00 грн з н/п 6 до н/п 1 за ціною = 30.00 грн з н/п 1 до н/п 3 за ціною = 60.00 грн’;

mas_min[3].cel := **198.00**; *mas_min[3].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 грн з н/п 2 до н/п 1 за ціною = 66.00 грн з н/п 1 до н/п 3 за ціною = 88.00 грн’.

для постачальника н/п 7 і споживача н/п 5:

mas_min[1].cel := **184.00**; *mas_min[1].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 ПАРОПЛАВОМ з н/п 2 до н/п 1 за ціною = 30.00 грн з н/п 1 до н/п 5 за ціною = 110.00 грн’;

mas_min[2].cel := **194**; *mas_min[2].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 ПОЇЗДОМ з н/п 2 до н/п 6 за ціною = 45.00 грн з н/п 6 до н/п 5 за ціною = 105.00 грн’;

mas_min[3].cel := **264.00**; *mas_min[3].sttr* := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 грн з н/п 2 до н/п 6 за ціною = 66.00 грн з н/п 6 до н/п 5 за ціною = 154.00 грн’.

для постачальника н/п 4 і споживача н/п 3:

mas_min[1].cel := **130.00**; *mas_min[1].sttr* := ‘ПАРОПЛАВОМ з н/п 4 до н/п 2 за ціною = 30.00 грн з н/п 2 до н/п 3 за ціною = 90.00 грн’;

mas_min[2].cel := **120.00**; mas_min[2].sttr := ‘ПОЇЗДОМ з н/п 4 до н/п 6 за ціною = 30.00 грн з н/п 6 до н/п 1 за ціною = 30.00 грн з н/п 1 до н/п 3 за ціною = 60.00 грн’;

mas_min[3].cel := **176.00**; mas_min[3].sttr := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 6 за ціною = 44.00 грн з н/п 6 до н/п 1 за ціною = 44.00 грн з н/п 1 до н/п 3 за ціною = 88.00 грн’.

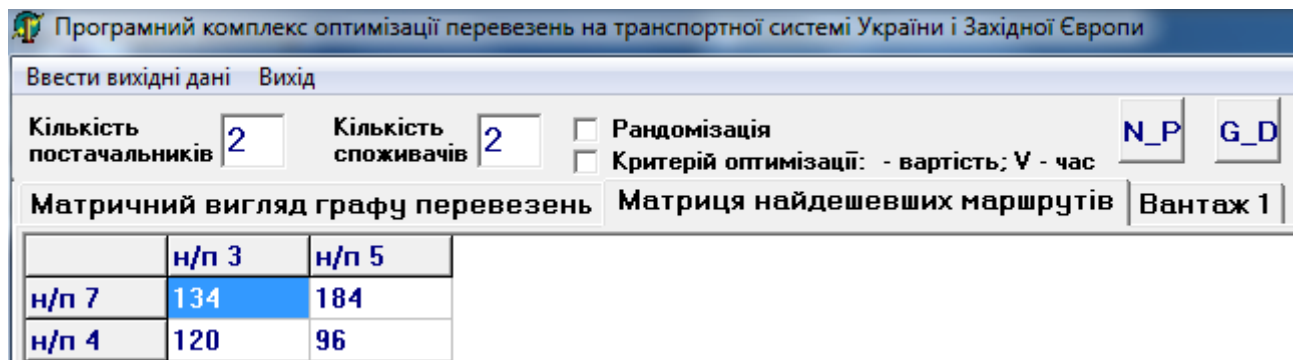
для постачальника н/п 4 і споживача н/п 5:

mas_min[1].cel := **96.00**; mas_min[1].sttr := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 8 за ціною = 66.00 грн ПАРОПЛАВОМ з н/п 8 до н/п 5 за ціною = 30.00 грн’;

mas_min[2].cel := **135.00**; mas_min[2].sttr := ‘ПОЇЗДОМ з н/п 4 до н/п 6 за ціною = 30.00 грн з н/п 6 до н/п 5 за ціною = 105.00 грн’;

mas_min[3].cel := **198.00**; mas_min[3].sttr := ‘АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 5 за ціною = 198.00 грн’.

У результаті застосування цієї процедури для кожної пари постачальників і споживачів вантажу формується матриця найдешевших маршрутів (рис. 3.3).



	н/п 3	н/п 5
н/п 7	134	184
н/п 4	120	96

Рисунок 3.3 – Екранна форма з даними матриці найдешевших маршрутів

Після чого до отриманої матриці, що у сукупності із заданими обсягами поставок і заявок вантажу являє собою не що інше, як транспортну таблицю, застосовується метод оптимізації транспортних перевезень (у цьому випадку метод диференціальних рент) і в остаточному підсумку ми одержуємо оптимальний план перевезень вантажу на заданій ТМ (рис. 3.4).

Програмний комплекс оптимізації перевезень на транспортній системі України і Західної Європи

Ввести вихідні дані Вихід

Кількість постачальників:
 Кількість споживачів:
☐ Рандомізація

☐ Критерій оптимізації: - вартість; V - час

☒ Матричний вигляд графу перевезень
☐ Матриця найдешевших маршрутів

	н/п 3	н/п 5
н/п 7	100	
н/п 4	20	180

Рисунок 3.4 – Екранна форма з даними оптимального плану перевезень вантажу

На рис. 3.5 представлена екранна форма з результатами розв'язання поставленої у нашому прикладі сітьової транспортної задачі (СТЗ), а саме:

Оптимальні плани перевезень

За поданими даними найбільш оптимальними перевезеннями будуть:

\$

АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 за ціною = 44.00 грн ПАРОПЛАВОМ з н/п 2 до н/п 3 за ціною = 90.00 грн
 Веземо 100 т вантажу
 Загальна вартість перевезення 1 т вантажу по маршруту складає : 134.00 грн

АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 20 км МТК №1 за ціною = 44.00 грн
 Загальна вартість перевезення 1 т вантажу по МТК складає : 44.00 грн
 Процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм вартості складає : 32.84 %

ПОЇЗДОМ з н/п 4 до н/п 6 за ціною = 30.00 грн з н/п 6 до н/п 1 за ціною = 30.00 грн з н/п 1 до н/п 3 за ціною = 60.00 грн Веземо 20 т вантажу
 Загальна вартість перевезення 1 т вантажу по маршруту складає : 120.00 грн

АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 8 за ціною = 66.00 грн ПАРОПЛАВОМ з н/п 8 до н/п 5 за ціною = 30.00 грн
 Веземо 180 т вантажу
 Загальна вартість перевезення 1 т вантажу по маршруту складає : 96.00 грн

АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 8 30 км МТК №1 за ціною = 66.00 грн ПАРОПЛАВОМ з н/п 8 до н/п 5 30 км МТК № 7 за ціною = 30.00 грн
 Загальна вартість перевезення 1 т вантажу по МТК складає : 96.00 грн
 Процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм вартості складає : 100.00 %

Мінімальна вартість виконання плану перевезень	=	33 080.00 грн
Сумарний час виконання плану перевезень	=	14.10 год
Час завершення виконання плану перевезень	=	9.20 год
Сумарний обсяг перевезеного вантажу	=	300.00 т

Загальний процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм вартості складає = 65.54 %

Рисунок 3.5 – Екранна форма з результатами розв'язання СТЗ

- маршрутами транспортування вантажу від кожного постачальника до кожного споживача з вказівкою видів транспорту, обсягів перевезень і вартості перевезення одиниці вантажу на кожному маршруті;
- мінімальної вартістю виконання плану перевезень (33080 грн);
- сумарним часом виконання плану перевезень (14.10 год);
- часом завершення виконання плану перевезень (9.20 год);
- сумарним обсягом перевезеного вантажу (300 т).

На рис. 3.5 перший маршрут транспортування вантажу частково проходить через автомобільну складову МТК 2 (32.84 %), а саме – АВТОМОБІЛЕМ з н/п 7 до н/п 2 20 км, а також третій маршрут транспортування вантажу повністю (100 %) проходить через автомобільну складову МТК 2, а саме – АВТОМОБІЛЕМ з н/п 4 до н/п 8 30 км і далі водною складовою МТК 1 – ПАРОПЛАВОМ з н/п 8 до н/п 5 30 км. Загальний процент використання маршрутів МТК при транспортуванні вантажу згідно з оптимальним планом за критерієм вартості складає 65,54 %.

Опишемо процедуру об'єднання існуючій транспортної мережі з маршрутами міжнародних транспортних коридорів [18], для цього розглянемо ТМ (див. рис. 3.1) з наступними характеристиками її інфраструктури, а саме:

NP – загальна множина н/п ТМ: {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7};

M_{NP} – множина автомобільних ділянок:

{1-2, 1-3, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-6, 2-7, 3-5, 3-7, 4-5, 4-6, 4-7, 5-6};

VP – множина н/п, у яких розташовані в/п: {2, 3, 4};

M_{VP} – множина водних ділянок: {3-2, 2-4};

GD – множина н/п, у яких розташовані з/с: {1, 3, 4, 6};

M_{GD} – множина залізничних ділянок: {3-1, 1-6, 6-4}.

Для наведених вище множин існують наступні співвідношення:

$$GD \subset NP; \quad VP \subset NP, \quad (3.1)$$

що означає наявність н/п, у яких розташовані або з/с або в/п, у загальній множині н/п ТМ.

Далі опишемо характеристики МТК, які додаються до існуючій ТМ:

M_1 – множина н/п МТК1, у яких розташовані в/п МТК: {1, 2, 5, 8};

M_{1VP} – множина водних ділянок МТК1: {5-1, 1-2, 5-8};

M_2 – загальна множина н/п МТК2; {1, 2, 4, 5, 6, 7, 8};

M_2^{GD} – множина н/п МТК2, у яких розташовані з/с МТК: {2, 5, 6, 8};

M_{2NP} – множина автомобільних ділянок МТК2: {5-6, 6-2, 6-1, 6-4, 2-7, 4-8};

M_{2GD} – множина залізничних ділянок МТК2: {5-6, 6-2, 6-8}.

Спробуємо об'єднати компоненти існуючої інфраструктури ТМ з компонентами інфраструктури МТК. Для цього зробимо наступні кроки:

Крок 1: Додаємо до загальної множини н/п ТМ, а саме NP, н/п з МТК, а саме множин M_1 та M_2 , яких в множині NP не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$NP \cup (M_1 \setminus (M_1 \cap NP)) \cup (M_2 \setminus (M_2 \cap NP)). \quad (3.2)$$

У нашому випадку множина NP буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

$$\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \mathbf{8}\}.$$

Крок 2: Додаємо до множини н/п, у яких розташовані в/п, а саме VP, н/п з МТК1, а саме множини M_1 , яких в множині VP не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$VP \cup (M_1 \setminus (M_1 \cap VP)). \quad (3.3)$$

У нашому випадку множина VP буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

$$\{2, 3, 4, \mathbf{1}, \mathbf{5}, \mathbf{8}\}.$$

Крок 3: Додаємо до множини н/п, у яких розташовані з/с, а саме GD, н/п з МТК2, а саме множини M_2 , яких в множині GD не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$GD \cup (M_2^{GD} \setminus (M_2^{GD} \cap GD)). \quad (3.4)$$

У нашому випадку множина GD буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

$$\{1, 3, 4, 6, \mathbf{2}, \mathbf{5}, \mathbf{8}\}.$$

Крок 4: Додаємо до множини автомобільних ділянок M_{NP} автомобільні ділянки з МТК2, а саме множини M_{2NP} , яких в множині M_{NP} не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$M_{NP} \cup (M_{2NP} \setminus (M_{2NP} \cap M_{NP})). \quad (3.5)$$

У нашому випадку множина M_{NP} буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

{1-2, 1-3, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-6, 2-7, 3-5, 3-7, 4-5, 4-6, 4-7, 5-6, **4-8**};

При цьому слід зазначити той факт, що при порівнянні ділянок розглядаються усі можливі комбінації обох напрямків руху на них (двосторонній рух), а саме:

$$(P_O(M_{NP}) = P_O(M_{2NP})) \text{ і } (P_N(M_{NP}) = P_N(M_{2NP}))$$

$$(P_N(M_{NP}) = P_O(M_{2NP})) \text{ і } (P_O(M_{NP}) = P_N(M_{2NP}))$$

$$(P_O(M_{NP}) = P_N(M_{2NP})) \text{ і } (P_N(M_{NP}) = P_O(M_{2NP}))$$

$$(P_N(M_{NP}) = P_N(M_{2NP})) \text{ і } (P_O(M_{NP}) = P_O(M_{2NP})).$$

Це в повній мірі відноситься як до водних, так і до залізничних ділянок МТК.

Крок 5: Додаємо до множини водних ділянок M_{VP} водні ділянки з МТК1, а саме множини M_{1VP} , яких в множині M_{VP} не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$M_{VP} \cup (M_{1VP} \setminus (M_{1VP} \cap M_{VP})). \quad (3.6)$$

У нашому випадку множина M_{VP} буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

{3-2, 2-4, **5-1, 1-2, 5-8**}.

Крок 6: Додаємо до множини залізничних ділянок M_{GD} залізничні ділянки з МТК2, а саме множини M_{2GD} , яких в множині M_{GD} не має. Це додавання буде задовольняти наступному співвідношенню:

$$M_{GD} \cup (M_{2GD} \setminus (M_{2GD} \cap M_{GD})). \quad (3.7)$$

У нашому випадку множина M_{VP} буде включати наступні елементи (елементи, які додаються виділені жирним шрифтом):

{3-1, 1-6, 6-4, **5-6, 6-2, 6-8**}.

3.2 Симплексний метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах

Однією з актуальних задач транспортної галузі на даний момент є задача оптимізації вантажних перевезень в умовах не відповідності обсягів їх пропозиції обсягам їх попиту. А так як вантажні перевезення, представлені у вигляді транспортної задачі (ТЗ) є окремим випадком загальної задачі лінійного програмування (ЗЛП), то до неї також цілком можливо застосувати найбільш відомий метод розв'язання ЗЛП – симплексний метод, попередньо прививши транспортну задачу до вигляду задачі лінійного програмування і врахувавши її специфічність [93].

Розглянемо застосування симплексного методу знаходження оптимальних планів перевезення вантажів для конкретного прикладу, який наведений у табл. 3.1. У правому верхньому куті кожної робочої клітинки транспортної таблиці проставлені c_{ij} – вартості перевезення одиниці продукції від кожного i -го постачальника вантажу до кожного його j -го споживача.

Таблиця 3.1 – Транспортна таблиця (приклад)

	B_1	B_2	B_3	Запаси a_i
A_1	3 $x_{1,1}$	2 $x_{1,2}$	3 $x_{1,3}$	5
A_2	4 $x_{2,1}$	3 $x_{2,2}$	2 $x_{2,3}$	7
Заявки b_j	3	3	6	

Спочатку зведемо вантажні перевезення до вигляду системи лінійних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{lcl} x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} & & = 5 \\ & x_{2,1} + x_{2,2} + x_{2,3} & = 7 \\ x_{1,1} + & x_{2,1} & = 3 \\ & x_{1,2} + & x_{2,2} & = 3 \\ & & x_{1,3} + & x_{2,3} & = 6 \end{array} \right.$$

Далі змінюємо $X_{1,1}$ на X_1 , $X_{1,2}$ на X_2 , ... , $X_{2,3}$ на X_6 і додаємо до кожного рівняння додаткові базові змінні $X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}$:

$$\left\{ \begin{array}{lcl} X_1+ & X_2+ & X_3+ & & X_7 & = 5 \\ & & & X_4+ & X_5+ & X_6+ & X_8 & = 7 \\ X_1+ & & & X_4+ & & & X_9 & = 3 \\ & X_2+ & & & X_5+ & & X_{10} & = 3 \\ & & X_3+ & & & X_6+ & X_{11} & = 6 \end{array} \right.$$

Для того, щоб отримана система рівнянь була лінійно незалежною і ми могли б отримати одне рішення, відкидаємо останнє рівняння:

$$\left\{ \begin{array}{lcl} X_1+ & X_2+ & X_3+ & & X_7 & = 5 \\ & & & X_4+ & X_5+ & X_6+ & X_8 & = 7 \\ X_1+ & & & X_4+ & & & X_9 & = 3 \\ & X_2+ & & & X_5+ & & X_{10} & = 3 \end{array} \right.$$

Будуємо нульову симплексну таблицю (CT_0) і пристосовуємо її до листа табличного процесора *Excel* [94]:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT_0			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7	5	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	10	9	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	10	10	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_0=$												

Обчислимо значення індексів у останньому рядку CT :

$$C_0 = A3 \times C3 + A4 \times C4 + A5 \times C5 + A6 \times C6 = 180.$$

$$1) \quad D7 = A3 \times D3 + A4 \times D4 + A5 \times D5 + A6 \times D6 - D2 = 17$$

$$2) \quad E7 = A3 \times E3 + A4 \times E4 + A5 \times E5 + A6 \times E6 - E2 = 18$$

$$3) \quad F7 = A3 \times F3 + A4 \times F4 + A5 \times F5 + A6 \times F6 - F2 = 7$$

...

$$10) \quad M7 = A3 \times M3 + A4 \times M4 + A5 \times M5 + A6 \times M6 - M2 = 0$$

Перенесемо отримані значення у CT :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT ₀			x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀
2	C _{6i}	X _{6i}	B _{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7	5	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	10	9	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	10	10	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	C ₀ =		180	17	18	7	16	17	8	0	0	0	0

Знайдемо максимальне значення індексу у нижньому рядку (max = 18). Таким чином, це є ключовий стовпчик.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT ₀			x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀
2	C _{6i}	X _{6i}	B _{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7	5	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	10	9	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	10	10	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	C ₀ =		180	17	18	7	16	17	8	0	0	0	0

Далі знайдемо мінімальне значення, яке буде відповідати ключовому рядку з наступного співвідношення:

$$\min\{B_{6i} / EKp_i\} = \{5/1; 3/1\} = 3, \quad (3.8)$$

де EKp_i – елемент ключового рядка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT ₀			x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	
2	C _{6i}	X _{6i}	B _{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7	5	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	10	9	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	10	10	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	C ₀ =		180	17	18	7	16	17	8	0	0	0	0

Елемент CT, який знаходиться на перетині ключових рядка і стовпця є ключовим елементом – Е6. Переходимо до наступної СТ.

Спочатку внесемо в базис змінну ключового стовпця (x_2) замість базової змінної ключового рядка – x_{10} (під базисом у СТ розуміються значення стовпчиків C_{6i} , X_{6i} , B_{6i}). Елементи 6-го рядка переносимо із попередньої СТ₀.

Елементи, що залишились підраховуємо за формулою Джордана:

$$HE = CE - \frac{EK_p \times EK_{ст}}{K} \quad (3.9)$$

де HE – новий елемент; CE – старий елемент; K – ключовий елемент;

EK_p – елемент ключового рядка; $EK_{ст}$ – елемент ключового стовпця.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	СТ ₁			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7											
4	10	8											
5	10	9											
6	2	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_1 =$												

Після цього обчислимо значення індексів у останньому рядку СТ₁:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	СТ ₁			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	10	7	2	1	0	1	0	-1	0	1	0	0	-1
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	10	9	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	2	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_1 =$			126	17	0	7	16	-1	8	0	0	-18

Процес оптимізації (у нашому випадку мінімізації) закінчується у тому разі, якщо усі індекси у останньому рядку СТ мають нульові значення або негативні.

У СТ₁ ключовим стовпцем виступає D-стовпчик (він має максимальне значення індексу у нижньому рядку, а саме 17), ключовим рядком 3-й, тому що $\min\{B_{6i} / EK_{pi}\} = \{7/1; 9/1\} = 7$. Таким чином елемент D3 є ключовим елементом СТ₁. Внесемо в базис змінну ключового стовпця (x_1) замість базової змінної ключового рядка – x_7 . Елементи 3-го рядка переносимо із попередньої СТ₁. Елементи, що

залишились підраховуємо за формулою Джордана і в кінці цього обчислимо значення індексів у останньому рядку CT_2 .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT_2			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	3	1	2	1	0	1	0	-1	0	1	0	0	-1
4	10	8	7	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
5	10	9	1	0	0	-1	1	1	0	-1	0	0	1
6	2	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_2=$		92	0	0	-10	16	16	8	-17	0	0	-1

У CT_2 ключовим стовпцем виступає G-стовпчик (він має максимальне значення індексу у нижньому рядку, а саме 16), ключовим рядком 5-й, тому що $\min\{B_{6i} / EK_{pi}\} = \{7/1; 1/1\} = 1$.

Таким чином елемент G5 є ключовим елементом CT_2 . Внесемо в базис змінну ключового стовпця (x_4) замість базової змінної ключового рядка – x_9 . Елементи 5-го рядка переносимо із попередньої CT_2 . Елементи, що залишились підраховуємо за формулою Джордана і в кінці цього обчислимо значення індексів у останньому рядку CT_3 :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT_3			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	3	1	2	1	0	1	0	-1	0	1	0	0	-1
4	10	8	6	0	0	1	0	0	1	1	1	-1	-1
5	4	4	1	0	0	-1	1	1	0	-1	0	1	1
6	2	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_3=$		76	0	0	6	0	0	8	-1	0	-16	-17

У CT_3 ключовим стовпцем виступає I-стовпчик (він має максимальне значення індексу у нижньому рядку, а саме 8), ключовим рядком 4-й, тому що $\min\{B_{6i} / EK_{pi}\} = \{6/1\} = 6$. Таким чином елемент I4 є ключовим елементом CT_2 . Внесемо в базис змінну ключового стовпця (x_6) замість базової змінної ключового рядка – x_8 . Елементи 4-го рядка переносимо із попередньої CT_3 . Елементи, що залишились

підраховуємо за формулою Джордана і в кінці цього обчислимо значення індексів у останньому рядку CT_4 :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CT_4			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
2	C_{6i}	X_{6i}	B_{6i}	3	2	3	4	3	2	10	10	10	10
3	3	1	2	-1	0	1	0	-1	0	1	0	0	-1
4	2	6	6	0	0	1	0	0	1	1	1	-1	-1
5	4	4	1	0	0	-1	1	1	0	-1	0	1	1
6	2	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
7	$C_4 =$		28	0	0	-2	0	0	0	-9	-8	-8	-9

Усі індекси у останньому рядку CT_4 мають нульові значення або негативні, тому процес оптимізації закінчився і ми отримали оптимальний план перевезення вантажу. Зведемо результати з цієї результуючої СТ у ТТ (табл. 3.2).

Розв'язання транспортних задач за допомогою табличного процесору *Excel* має значні обмеження по їх розмірності [95], тому був розроблений у середовищі *Delphi* програмний комплекс розв'язання транспортних завдань симплексним методом [96].

Таблиця 3.2 – ТТ з оптимальним планом перевезень вантажу

	B_1	B_2	B_3	Запаси a_i
A_1	3 2	2 3	3	5
A_2	4 1	3	2 6	7
Заявки b_j	3	3	6	

Після запуску програми користувач повинний обрати з завантаженої бази даних [97] міста, які є постачальниками вантажу і міста, які виступають у якості споживачів цього вантажу. При цьому вводяться обсяги його пропозиції і попиту (рис. 3.6). Далі, за допомогою процедури пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі [98], здійснюється їх знаходження.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАВДАННЯ СИМПЛЕКСНИМ МЕТОДОМ

Введення даних | Розрахунок оптимального плану

Міста-постачальники		Міста	Міста-споживачі	
Назва міста	Пропозиція		Назва міста	Попит
Одеса	150	Івано-Франківськ	Амстердам	100
Чернігів	150	Більбао	Мадрид	100
		Белосток	Рим	100
		Барселона		
		Белград	Всього	300
		Берлін		
		Берн		
		Бидгощ		
		Болонья		
		Бордо		
		Братислава		
		Бремен		
		Брест		
		Брно		
		Брюссель		
		Будапешт		
		Бургас		
		Бурж		
		Бухарест		

Рисунок 3.6 – Вікно введення параметрів транспортного завдання

Причому знаходяться найкоротші маршрути від кожного постачальника вантажу до кожного його споживача (рис. 3.7) із зазначенням величини відстані.

2469	Одеса -> Кишинів -> Чернівці -> Тернопіль -> Львів -> Люблін -> Варшава -> Лодзь -> Познань -> Берлін -> Ганновер -> Амстердам
4182	Одеса -> Кишинів -> Чернівці -> Івано-Франківськ -> Ужгород -> Кошице -> Братислава -> Відень -> Грац -> Клагенфурт -> Венеція -> Мілан -> Турин -> Гренобль -> Марсель -> Тулуза -> Сарагоса -> Мадрид
2651	Одеса -> Кишинів -> Чернівці -> Івано-Франківськ -> Ужгород -> Кошице -> Братислава -> Відень -> Грац -> Клагенфурт -> Венеція -> Болонья -> Флоренція -> Рим
2215	Чернігів -> Київ -> Житомир -> Рівне -> Луцьк -> Люблін -> Варшава -> Лодзь -> Познань -> Берлін -> Ганновер -> Амстердам
4101	Чернігів -> Київ -> Житомир -> Рівне -> Луцьк -> Люблін -> Варшава -> Лодзь -> Познань -> Берлін -> Ганновер -> Дюссельдорф -> Брюссель -> Париж -> Орлеан -> Тур -> Лімож -> Тулуза -> Сарагоса -> Мадрид
2668	Чернігів -> Київ -> Житомир -> Рівне -> Луцьк -> Львів -> Краків ->

Рисунок 3.7 – Вікно з найкоротшими маршрутами

На рисунку 3.8 показана сформована з введених і знайдених на попередньому кроці параметрів транспортна таблиця.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАВДАННЯ СИМПЛЕКСНИМ МЕТОДОМ

Введення даних | Розрахунок оптимального плану

Кількість постачальників: 2

Кількість споживачів: 3

	Амстердам	Мадрид	Рим
Одеса	100	100	100
Чернігів	150	150	150

	Амстердам	Мадрид	Рим
Одеса	2469	4182	2651
Чернігів	2215	4101	2668

Рисунок 3.8 – Вікно з заповненою транспортною таблицею

На наступному кроці відбувається заповнення нульової симплексної таблиці ST_0 (рис. 3.9). Отримане рішення не є оптимальним (про що свідчить відповідне повідомлення), тому що значення шести індексів у останньому рядку ST є позитивними.

Решение не оптимально

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1				2469	4182	2651	2215	4101	2668	9999	9999	9999	9999
2	9999	7	150	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
3	9999	8	150	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
4	9999	9	100	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
5	9999	10	100	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
6	4999500			17529	15816	7348	17783	15897	7331	0	0	0	0

Рисунок 3.9 – Вікно з заповненою нульовою симплексною таблицею

На рисунку 3.10 представлена симплексна таблиця з оптимальним планом перевезення вантажу. Про цей факт свідчить то, що усі індекси у останньому рядку ST мають нульові значення або негативні, тому процес оптимізації закінчився.

Решение оптимально произведено 4 итерации													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1				2469	4182	2651	2215	4101	2668	9999	9999	9999	9999
2	2651	3	100	0	0	1	0	0	1	1	1	-1	-1
3	4101	5	50	-1	0	0	0	1	1	0	1	-1	0
4	2215	4	100	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
5	4182	2	50	1	1	0	0	0	-1	0	-1	1	1
6	900750			-173	0	0	0	0	-98	-7348	-7429	-1035	-8468

Рисунок 3.10 – Вікно з симплексною таблицею, яка містить оптимальний план перевезення вантажу

В результаті отримуємо ТТ з оптимальним планом перевезення вантажу і маршрутами його транспортування (рис. 3.11). Слід зазначити, що у якості критерію оптимізації у розглянутому прикладі виступали обсяги транспортних робіт, які визначались добутком обсягу вантажу, який перевозиться на відстань транспортування і вимірювались у тонно-кілометрах.

	Амстердам	Мадрид	Рим
Одеса		50	100
Чернігів	100	50	

4182

Одеса -> Кишинів -> Чернівці -> Івано-Франківськ -> Ужгород -> Кошице -> Братислава -> Відень -> Грац -> Клагенфурт -> Венеція -> Мілан -> Турин -> Гренобль -> Марсель -> Тулуза -> Сарагоса -> Мадрид

2651

Одеса -> Кишинів -> Чернівці -> Івано-Франківськ -> Ужгород -> Кошице -> Братислава -> Відень -> Грац -> Клагенфурт -> Венеція -> Болонья -> Флоренція -> Рим

2215

Чернігів -> Київ -> Житомир -> Рівне -> Луцьк -> Люблін -> Варшава -> Лодзь -> Познань -> Берлін -> Ганновер -> Амстердам

4101

Чернігів -> Київ -> Житомир -> Рівне -> Луцьк -> Люблін -> Варшава -> Лодзь -> Познань -> Берлін -> Ганновер -> Дюссельдорф -> Брюссель -> Париж -> Орлеан -> Тур -> Лімож -> Тулуза -> Сарагоса -> Мадрид

Рисунок 3.11 – Транспортна таблиця з оптимальним планом перевезення вантажу і маршрутами його транспортування

3.3 Застосування задачі комівояжера при організації перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах

Історична довідка. В 1859 р. Вільям Гамільтон сформулював задачу під назвою «Навколосвітня подорож», метою якої було відшукати такий найкоротший маршрут, щоб одноразово відвідати кожний заданий населений пункт і повернутися у вихідний пункт. Вказана задача дала розвиток цілому напрямку в теорії графів, що відомий як пошук циклів Гамільтона на графах. Цикл Гамільтона для графа з n вершин може бути представлений множиною пар суміжних вершин графа: $\{(i_1, i_2); (i_2, i_3); \dots; (i_{n-1}, i_n); (i_n, i_1)\}$.

Задача про цикли Гамільтона в теорії графів отримала різні узагальнення [99]. Одне з цих узагальнень – задача комівояжера, що в різних модифікаціях досить часто виникає в транспортній логістиці при плануванні перевезень. Задача комівояжера є модифікованою задачею про призначення, однак, у цьому випадку прив'язка між пунктами повинна утворювати замкнений цикл.

Комівояжер (з франц. *commis voyageur* – мандрівний торговець) повинен вийти з першого міста, відвідати по одному разу кожне з n міст і повернутися в перше місто. Відстані між містами відомі. Необхідно шукати такий маршрут відвідування міст, щоб замкнутий шлях комівояжера був найкоротшим.

Існує кілька окремих випадків загальної постановки задачі, зокрема геометрична задача комівояжера (так звана планарна або евклідова, коли матриця відстаней відображає відстані між точками на площині), трикутна задача комівояжера (коли на матриці вартостей виконується нерівність трикутника), симетрична і асиметрична задачі комівояжера. Також існує узагальнення задачі, так звана узагальнена задача комівояжера [100].

Постановка задачі про комівояжера. Є n міст. Задано матрицю відстаней між ними $C = |C_{ij}|$. У загальному випадку $C_{ij} \neq C_{ji}$. Виїхавши з початково міста A_0 , комівояжер повинен відвідати всі міста по одному разу і повернутися в місто A_0 . Тому маршрут комівояжера утворює замкнений цикл без петель. Потрібно визначити, в якому порядку слід об'їжджати міста, щоб сумарна пройдена відстань була мінімальна. Далі опишімо математичну модель задачі комівояжера.

Введемо змінні: $x_{ij} = 1$, якщо комівояжер переїжджає з міста A_i в місто A_j ; $x_{ij} = 0$ – у протилежному випадку. Де $i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$. Знайти

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}, \quad (3.10)$$

при наступних умовах:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3.11)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.12)$$

$$u_i - u_j + n \cdot x_{ij} \leq n - 1 \quad i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j. \quad (3.13)$$

де u_i, u_j – довільні цілі невід'ємні числа.

Умова (3.11) означає, що комівояжер в'їжджає один раз у кожне місто. Умова (3.12) означає, що він виїжджає з кожного міста один раз. Умова (3.13) забезпечує замкненість маршруту, що містить n пунктів, і відсутність петель [101].

Інформатизація суспільства – це глобальний соціальний процес, особливість якого полягає в тому, що домінуючим видом діяльності в сфері суспільного виробництва є збір, накопичення, продукування, обробка, зберігання, передача та використання інформації, здійснювані на основі сучасних засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки, а також на базі різноманітних засобів інформаційного обміну [94].

Не можливо оцінити важливість застосування інформаційних технологій у галузі транспорту. Оптимізація схем доставки вантажів є однією з ключових у транспортній галузі та логістики [47, 48]. В більшості сегментів ринку доставка товару додає до його вартості суму, яка прирівнюється до вартості самого товару. Поряд із цим, варто зауважити, що використання сучасних засобів інформаційних технологій для оптимізації такої доставки виражається економією часто не менше 5–20 % від загальної його вартості.

В роботі одно з напрямків досліджень полягає у використанні сучасних засобів інформаційних технологій при розв'язанні задачі комівояжера для оптимізації

процесу складання схеми маршруту перевезення вантажу у міжнародному сполученні. Найголовнішими факторами, які необхідно враховувати при вирішенні поставленої задачі є:

- відстані між пунктами відправлення, призначення та митними постами;
- час обслуговування в пунктах пропуску (митне оформлення);
- час здійснення навантажувально-розвантажувальних операцій;
- середня швидкість руху транспортного засобу (ТЗ);
- час відпочинку за Європейською угодою щодо роботи екіпажів ТЗ (ЄУТР).

При розрахунках використовувались реальні дані про місця розташування пунктів відправлення, призначення та пунктів пропуску (ПП) через державний кордон України, відстані між ними, а також середні швидкості.

Вантаж, представлений для здійснення перевезення, обраний на основі аналізу даних Державної служби статистики України, законів та постанов, а також економічної та соціальної ситуації в нашій країні. Дослідження проводилось в Житомирській області. Вантаж, представлений для перевезення – деревні пелети, оскільки саме деревина і вироби з неї становить 23% від загального обсягу експорту Житомирщини. Вантаж, яким буде завантажуватися ТЗ в Польщі – дерев'яні меблі.

В Житомирській області було обрано 10 пунктів відправлення, де здійснюється виробництво деревних пелет у найбільших обсягах: 1) Дубрівка; 2) Романів; 3) Любар; 4) Малин; 5) Овруч; 6) Новоград-Волинський; 7) Житомир, 8) Коростень; 9) Бердичів; 10) Радомишль.

Для подальшого дослідження обрано 2 автомобільні ПП у Волинській області і 6 у Львівській області (рис. 3.12).

ПП в Польщі обрані відповідно до ПП в Україні (див. рис. 3.12), а саме:

1) Дорогуськ; 2) Зосін; 3) Долгобичув; 4) Гребенне; 5) Будомєж; 6) Корчова; 7) Медика; 8) Кросценко.

Пункти призначення (в Польщі) обрані, виходячи з того, що там знаходяться споживачі деревних пелет, а також меблеві фабрики, які здійснюють експорт своєї готової продукції в Україну. Таким чином пунктами призначення є наступні: 1) Слупськ; 2) Верушув; 3) Рацибуж; 4) Ельблонг; 5) Моронг; 6) Бродниця; 7) Варшава; 8) Кельце; 9) Островець-Свентокшиський; 10) Венгров.

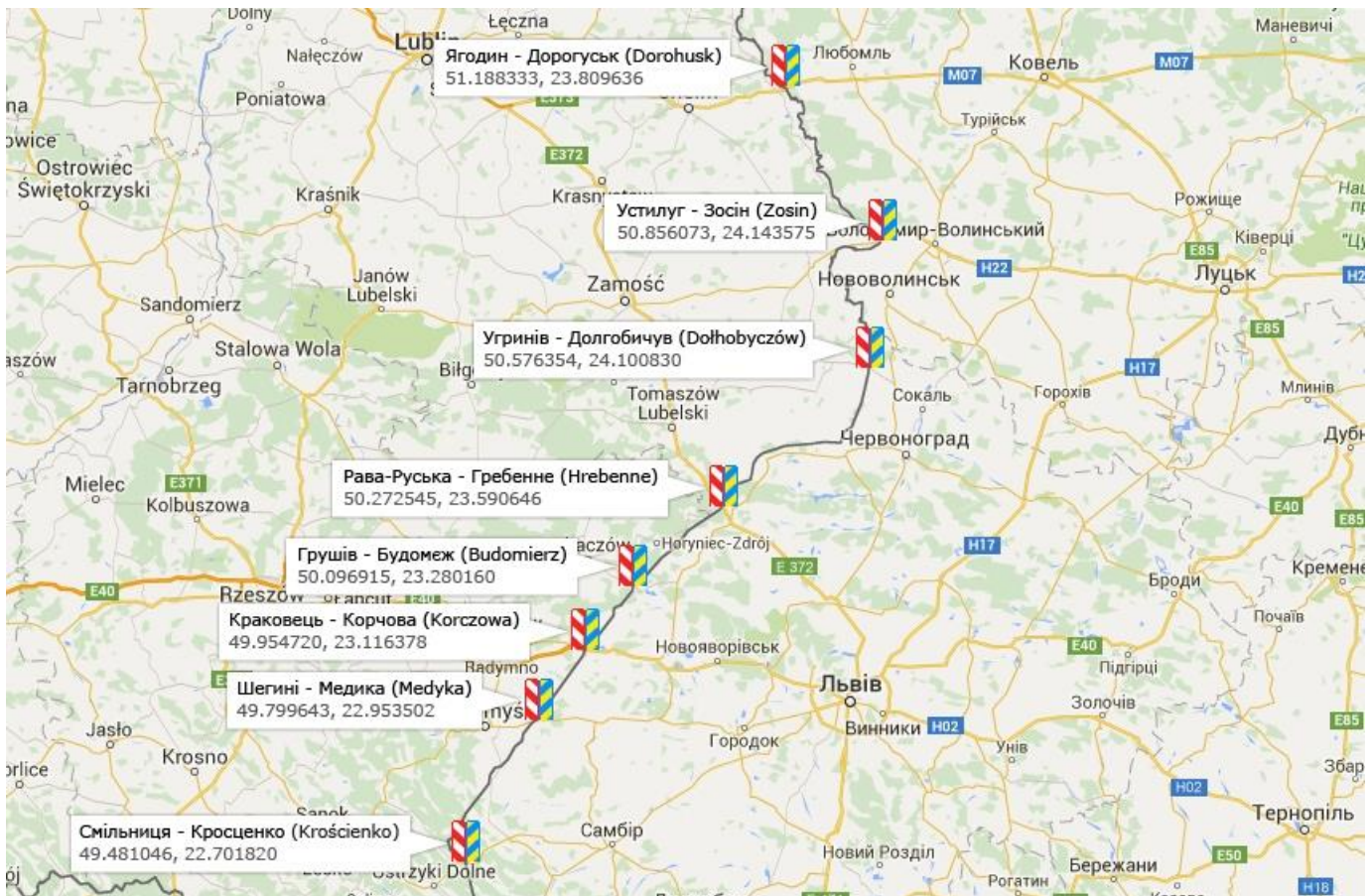


Рисунок 3.12 – Автомобільні пункти пропуску на українсько-польському кордоні

У середовищі СУБД Microsoft Access була створена база даних з відповідними відстанями між ПП, пунктами відправлення та пунктами відправлення (рис 3.13).

Маршрути				
Номер	Пункт відправлення	Пункт призначення	L	Щелкните с
1	Дубрівка	Романів	55	
2	Дубрівка	Любар	81	
3	Дубрівка	Малин	187	
4	Дубрівка	Овруч	161	
5	Дубрівка	Новоград-Волинський	39	
6	Дубрівка	Житомир	97	
7	Дубрівка	Коростень	130	
8	Дубрівка	Бердичів	127	
9	Дубрівка	Радомишль	200	
10	Дубрівка	Ягодин	338	
11	Дубрівка	Устилуг	314	
12	Дубрівка	Угринів	337	
13	Дубрівка	Рава-Руська	389	

Рисунок 3.13 – База даних відстаней між ПП, пунктами відправлення та пунктами призначення

Для зручності подальших розрахунків дані по цих відстанях автоматично переформатовуються у файл табличного процесора Microsoft Excel, як показано на рис. 3.14. Програмне забезпечення з розв'язання задачі комівояжера спроектовано за допомогою алгоритмічної мови програмування Delphi [102].

Для початку, створюємо сторінку для занесення вхідних даних для подальших обчислень, а саме часові характеристики навантажувально-розвантажувальних операцій на даному маршруті. Навантаження та розвантаження пелет та меблів буде здійснюватися механізованим способом. Задаємо про час обслуговування в ПП та середню технічну швидкість ТЗ ($V_t = 65$ км/год).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		МІСТО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	1	Дубрівка	0	55	81	187	161	39	97	130	127	200	338	314	337	389	432	417	426	455
3	2	Романів	55	0	50	152	182	73	64	136	63	137	381	357	368	443	445	460	457	486
4	3	Любар	81	50	0	174	219	112	84	173	69	157	395	343	329	378	407	393	413	447
5	4	Малин	187	152	174	0	94	146	88	58	128	36	404	405	442	508	537	532	557	591
6	5	Овруч	161	182	219	94	0	139	133	48	173	127	384	385	422	488	521	505	530	564
7	6	Новоград-Волинський	39	73	112	146	139	0	84	108	125	157	316	292	307	367	406	395	420	454
8	7	Житомир	97	64	84	88	133	84	0	87	41	74	392	368	403	454	483	471	496	530
9	8	Коростень	130	136	173	58	48	108	87	0	127	90	357	357	394	460	489	474	499	533
10	9	Бердичів	127	63	69	128	173	125	41	127	0	115	433	409	395	431	473	459	484	513
11	10	Радомишль	200	137	157	36	127	157	74	90	115	0	437	437	474	531	559	544	566	600
12	11	Ягодин (ПП)	338	381	395	404	384	316	392	357	433	437	0	83	120	212	239	256	283	325
13	12	Устилуг (ПП)	314	357	343	405	385	292	368	357	409	437	83	0	60	148	179	196	218	265
14	13	Угринів (ПП)	337	368	329	442	422	307	403	394	395	474	120	60	0	103	134	150	173	220
15	14	Рава-Руська (ПП)	389	443	378	508	488	367	454	460	431	531	212	148	103	0	32	55	93	162
16	15	Грушів (ПП)	432	445	407	537	521	406	483	489	473	559	239	179	134	32	0	26	82	151
17	16	Краковець (ПП)	417	460	393	532	505	395	471	474	459	544	256	196	150	55	26	0	33	89
18	17	Шегині (ПП)	426	457	413	557	530	420	496	499	484	566	283	218	173	93	82	33	0	57
19	18	Смільниця (ПП)	455	486	447	591	564	454	530	533	513	600	325	265	220	162	151	89	57	0

Рисунок 3.14 – Відстані між ПП, пунктами відправлення та пунктами призначення у форматі файлу Microsoft Excel

Розглянемо приклад задачі комівояжера з одним пунктом відправлення в Україні, чотирма ПП (двома в Україні та двома в Польщі), чотирма пунктами призначення у Польщі. Тобто, в одному з міст Житомирської області завантажуюмо 20 т деревних пелет. Навантаження здійснюється механізованим способом. У 4 містах Польщі розвантажуюмо по 5 т вантажу, а в останньому завантажуюмо 20 куб. м меблів (також приблизно 20 т). Як деревні пелети, так і меблі належать до 1 класу вантажів, тобто коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автомобіля дорівнює одиниці ($\gamma_{cm} = 1$). Слід зауважити, що стосовно додавання до

маршруту ПП, то програма працює в двох режимах: ручному та автоматичному. Тобто, ПП можна визначати самостійно, або програма це робить автоматично, вибираючи найближчі до пункту відправлення.

Програма формує відповідно таблицю, яка чітко показує відстані між вказаними містами та ПП. Завдяки чому ми зможемо побудувати можливі замкнуті маршрути і мати змогу обрати із всіх варіантів найкоротший (рис. 3.15).

Дубрівка	0	314	0	0	338	0	0
Устилуг (ПП)	314	0	5	0	83	0	0
Зосін (ПП/РЛ)	0	5	0	48	0	307	515

Дубрівка → Устилуг (ПП) → Зосін (ПП/РЛ) → Слупськ → Верушув → Ельблонг → Варшава → Дорогуськ (ПП/РЛ) → Ягодин (ПП) → Дубрівка → = 2938
Дубрівка → Устилуг (ПП) → Зосін (ПП/РЛ) → Слупськ → Ельблонг → Варшава → Верушув → Дорогуськ (ПП/РЛ) → Ягодин (ПП) → Дубрівка → = 2655
Дубрівка → Устилуг (ПП) → Зосін (ПП/РЛ) → Слупськ → Ельблонг → Верушув → Варшава → Дорогуськ (ПП/РЛ) → Ягодин (ПП) → Дубрівка → = 2623

= Самий найкоротший замкнутий маршрут з 24 можливих =

Дубрівка → Устилуг (ПП) → Зосін (ПП/РЛ) → Варшава → Ельблонг → Слупськ → Верушув → Дорогуськ (ПП/РЛ) → Ягодин (ПП) → Дубрівка → = 2390 км
36,76 год на транспортування
45 хв на проходження 1-го пункту пропуску - Устилуг (ПП)
40 хв на проходження 2-го пункту пропуску - Зосін (ПП/РЛ)
35 хв на проходження 3-го пункту пропуску - Дорогуськ (ПП/РЛ)
40 хв на проходження 4-го пункту пропуску - Ягодин (ПП)
760 хв на розвантаження/навантаження

52,10 год на виконання всього маршруту !!!

Рисунок 3.15 – Результат роботи програми

Встановлено, що використовуючи комбінаторний метод [103] програма автоматично обчислює сумарну відстань маршруту і обирає той, де відстань між містами – найкоротша. Картосхема визначеного маршруту представлена на рис. 3.16.

Отже, визначено, що із обраних програмою двадцяти чотирьох можливих маршрутів найефективнішим буде Дубрівка (Україна) → Устилуг (ПП, Україна) → Зосін (ПП, Польща) → Варшава (Польща) → Ельблонг (Польща) → Слупськ (Польща) → Верушув (Польща) → Дорогуськ (ПП, Польща) → Ягодин (ПП, Україна) → Дубрівка (Україна). Довжина маршруту становить 2390 км. Загальний час транспортування складає 36,76 год., час обслуговування у першому ПП (Устилуг) – 45 хв., у другому (Зосін) – 40 хв., у третьому (Дорогуськ) – 35 хв., у четвертому (Ягодин) – 40 хв. Витрати часу на навантажувально-розвантажувальні роботи – 760 хв. Враховуючи всі вищевказані часові показники, загальний час на

виконання маршруту без урахування часових характеристик на сон водія (за ЄУТР) становить 52,10 год.

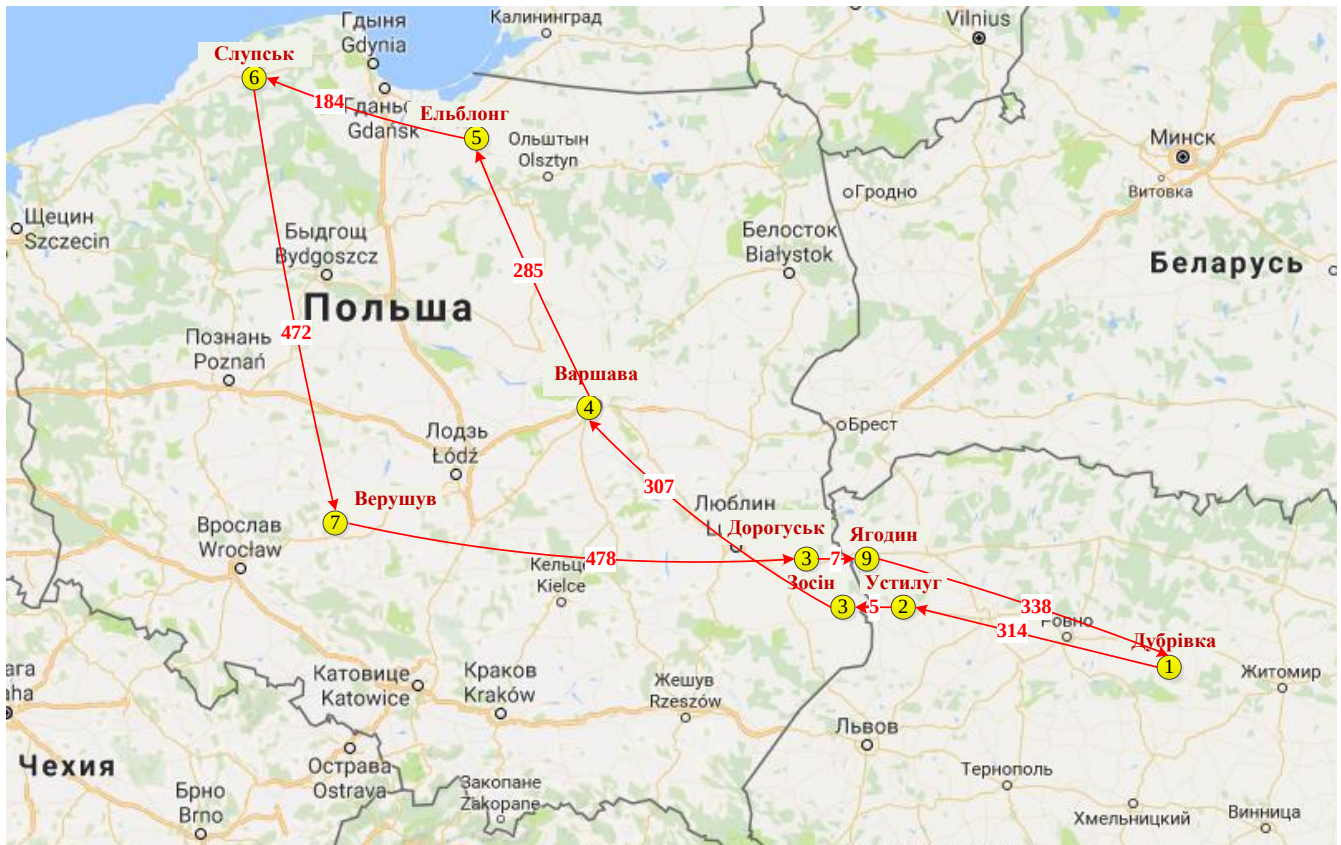


Рисунок 3.16 – Картосхема визначеного замкнутого маршруту

Детальний аналіз застосування моделі про оптимальне призначення до задачі комівояжера показав, що у цій моделі крім $n!$ гамільтонових (повних) контурів є ще й багато неповних (ізолюваних) контурів, які охоплюють лише певні групи міст. Саме це суттєво ускладнило розв'язання задачі комівояжера і змусило дослідникам шукати для неї інші більш ефективні методи [19, 104].

3.6 Висновки по третьому розділу

В результаті проведених досліджень сформульовані основні теоретичні положення, стосовно розв'язання проблеми управління вантажними перевезеннями в межах функціонування міжнародних транспортних коридорів за рахунок використання матрично-мережевої моделі перевезення вантажів у міжнародному сполученні, а саме:

1. Для вирішення задачі по оптимізації перевезень вантажів на транспортній мережі необхідно звести мережеве представлення транспортного завдання до матричного вигляду, для якого існує ефективний математичний апарат оптимізації вантажних перевезень. Актуальність досліджень у цьому напрямку визначається необхідністю підвищення ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення процесу раціональної організації міжнародних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

2. Розроблена модель оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів концептуально базується на принципах побудови матрично-мережевої моделі перевезення вантажів з урахуванням специфіки здійснення міжнародних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів.

3. Виходячи з того, що процес перевезення вантажів, який наглядно представлений у вигляді транспортної задачі є окремим випадком загальної задачі лінійного програмування, то до неї також цілком можливо застосувати найбільш відомий метод розв'язання ЗЗЛП – симплексний метод. Для цього необхідно привести транспортну задачу до вигляду задачі лінійного програмування і врахувавши її специфічність, а саме наявність одиничних коефіцієнтів при змінних.

4. Виявилось, що розв'язання транспортних задач за допомогою табличного процесору *Excel* має значні обмеження по їх розмірності, тому був розроблений у середовищі *Delphi* програмний комплекс розв'язання транспортних завдань симплексним методом. Симплексний метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів в міжнародних транспортних коридорах показав свою ефективність і універсальність на багатьох практичних прикладах.

5. У ході виконання даного наукового дослідження доведена можливість автоматизації процесу розв'язування задачі комівояжера за допомогою сучасних засобів інформаційних технологій, а саме: програмного середовища *Delphi* та функції «Пошук рішення» в табличному процесорі *Microsoft Office Excel*, враховуючи існуючі вимоги та обмеження на специфіку і розмірність задачі.

6. Результати досліджень даного розділу викладено у публікаціях [16, 17, 18, 19].

РОЗДІЛ 4

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Склад та основні компоненти баз даних інфраструктури транспорту України і Західної Європи та їх міжнародних транспортних коридорів

Структура бази даних автомобільного транспорту. База даних (БД) автомобільного транспорту включає 2 файли: N_p – масив населених пунктів України та Західної Європи, що лежать на автомагістралях міжнародного, європейського, державного й міського значення (794 н/п) і Marsh_avto – масив ділянок автомагістралей України та Західної Європи міжнародного, європейського, державного й міського значення, котрий використовує масив N_p (875 автомобільних ділянок) (зміст файлів представлений у Додатку Е). Структури файлів N_p і Marsh_avto представлені, відповідно, у таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 – Структура файлу N_p

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	Naim	Текстовий	Найменування населеного пункту
3.	Kol_g	Числовий	Кількість жителів

Таблиця 4.2 – Структура файлу Marsh_avto

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	I_N	Текстовий	Індекс і номер дороги
3.	P_O	Текстовий	Пункт (н/п) відправлення
4.	P_N	Текстовий	Пункт (н/п) призначення
5.	L	Числовий	Відстань між пунктами відправлення і призначення

Слід зазначити, що символ *M* у індексі дороги означає міжнародний статус, символ *E* – європейський, символ *P* – державний і символ *G* – міський.

Структура бази даних залізничного транспорту. БД залізничного транспорту включає 2 файли: G_d – масив залізничних станцій України та Західної Європи, неодмінною умовою яких є їхня наявність у масиві N_p (566 з/с) і Marsh_gd – масив ділянок залізничних магістралей України та Західної Європи, котрий використовує масив G_d (654 залізничні ділянки) (зміст файлів представлений у Додатку Е). Структури файлів G_d і Marsh_gd представлені, відповідно, у таблицях 4.3 і 4.4.

Таблиця 4.3 – Структура файлу G_d

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	N_P	Текстовий	Найменування населеного пункту
3.	Kol_g	Числовий	Кількість жителів

Таблиця 4.4 – Структура файлу Marsh_gd

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	I_N	Текстовий	Номер ділянки залізничної магістралі
3.	P_O	Текстовий	Пункт (з/с) відправлення
4.	P_N	Текстовий	Пункт (з/с) призначення
5.	L	Числовий	Відстань між пунктами відправлення і призначення

Структура бази даних водного транспорту. БД водного транспорту включає 2 файли: V_p – масив річкових і морських портів України та *Західної Європи*, неодмінною умовою яких також є їхня наявність у масиві N_p (119 в/п) і Marsh_voda – масив ділянок водних магістралей України та *Західної Європи*, котрий використовує масив V_p (123 водні ділянки) (зміст файлів представлений у Додатку Е). Структури файлів V_p і Marsh_voda представлені, відповідно, у таблицях 4.5 і 4.6.

Таблиця 4.5 – Структура файлу V_p

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	N_P	Текстовий	Найменування водного порту
3.	Klass	Числовий	Клас порту

Таблиця 4.6 – Структура файлу Marsh_voda

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	I_N	Текстовий	Номер ділянки водної магістралі
3.	P_O	Текстовий	Пункт (в/п) відправлення
4.	P_N	Текстовий	Пункт (в/п) призначення
5.	L	Числовий	Відстань між пунктами відправлення і призначення

Також у БД транспортної системи України (ТСУ) та *Західної Європи* присутні ще два допоміжних файли, а саме: Tarifu – масив тарифів на перевезення вантажів по Україні по усіх видах транспорту (автомобільного, залізничного, авіаційного й водного), що включає вартість перевезення 1 т вантажу на 1 км, а також час перевезення вантажу на 1 км кожним видом транспорту і Propusk – масив пропускних здатностей по усіх видах транспорту у тонах за 1 годину. Структури файлів Tarifu і Propusk представлені, відповідно, у таблицях 4.7 і 4.8.

Таблиця 4.7 – Структура файлу Tarifu

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Vid_Trans	Текстовий	Вид транспорту
2.	Suma_grn	Числовий	Вартість перевезення 1 т вантажу на 1 км
3.	Suma_chas	Числовий	Час перевезення вантажу за 1 км

Таблиця 4.8 – Структура файлу Propusk

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Vid_Trans	Текстовий	Вид транспорту
2.	Prop_spos	Числовий	Пропускна здатність у тонах за 1 годину

Структура бази даних міжнародних транспортних коридорів . БД МТК включає 10 файлів: МТК_1 (18 ділянок загальною довжиною 1137 км), МТК_2 (39 ділянок загальною довжиною 2359 км), МТК_3 (36 ділянок загальною довжиною 2375 км), МТК_4 (36 ділянок загальною довжиною 2798 км), МТК_5 (31 ділянок загальною довжиною 1911 км), МТК_6 (11 ділянок загальною довжиною 742 км), МТК_7 (31 ділянок загальною довжиною 1953 км), МТК_8 (17 ділянок загальною довжиною 1170 км), МТК_9 (29 ділянок загальною довжиною 2238 км), МТК_10 (24 ділянок загальною довжиною 1721 км) (зміст файлів представлений у Додатку Ж). Структури файлів представлені у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Структура файлів МТК_1÷МТК_10

№ п/п	Ім'я поля	Тип даних	Опис поля (його смислове значення)
1.	Kod	Лічильник	Лічильник записів
2.	P_O	Текстовий	Пункт (в/п) відправлення
3.	P_N	Текстовий	Пункт (в/п) призначення
4.	L	Числовий	Відстань між пунктами відправлення і призначення, яка приходить на автомобільну або водну складову МТК
5.	Z	Числовий	Відстань між пунктами відправлення і призначення, яка приходить на залізничну складову МТК

Слід зазначити, що для міжнародного транспортного коридору МТК № 7 (дунайського) залізнична складова відсутня, тобто усі записи дорівнюють нулю.

4.2. Застосування нового підходу до управління перевезеннями вантажів в міжнародних транспортних коридорах на прикладі транспортної системи України та Західної Європи

Представлена у даній роботі транспортна система України та Західної Європи включає 794 транспортних вузла (ТВ) – населених пунктів (н/п), що з'єднані між собою відповідними транспортними комунікаціями [105]. Необхідною умовою приналежності ТВ до цієї множини є наявність автомобільних доріг, що з'єднують цей н/п у загальну ТС. Причому в н/п можуть бути розташовані або залізничні станції (з/с), або водні порти (в/п), або їхні різні комбінації, які можна класифікувати наступним образом:

- | | |
|---|---------------------|
| – 156 н/п без транспортних вузлів (з/с або в/п) | – (множина M_1); |
| – 520 н/п, у яких розташована тільки з/с | – (множина M_2); |
| – 75 н/п, у якому розташований тільки в/п | – (множина M_3); |
| – 43 н/п, у яких розташовані з/с і в/п | – (множина M_4), |

причому ми маємо наступне співвідношення

$$M \in M_i, \quad i = \overline{1,4}, \quad (4.1)$$

де M – множина всіх н/п (належність н/п до відповідних множин представлені у Додатку В).

Виходячи з того, що перевезення між н/п можуть здійснюватися або з використанням одного виду транспорту, або декількох, ми маємо наступні варіанти перевезення вантажу:

1) перевезення автомобільним транспортом здійснюються від н/п постачальника будь-якого типу до н/п споживача також будь-якого типу, тобто за наступною схемою

$$н/п \ I \div 4 \ \text{типу} \rightarrow н/п \ I \div 4 \ \text{типу}$$

і дорівнює відповідно до (1.4) $K_1 = 8147053046958 \times 10^{1947}$;

Примітка: знак $\rightarrow$ означає процес перевезення;

2) перевезення залізничним транспортом припускають наявність у н/п постачальника й споживача вантажу з/с і здійснюються за наступною схемою

н/п 2,4 типу → н/п 2,4 типу

і дорівнює відповідно до (1.5) $K_2 = 172637797254905 \times 10^{1292}$;

3) перевезення водним транспортом припускають наявність у н/п постачальника й споживача вантажу в/п і здійснюються за наступною схемою

н/п 3,4 типу → н/п 3,4 типу

і дорівнює відповідно до (1.6) $K_3 = 127338614923338 \times 10^{181}$;

перевезення автомобільним і залізничним видами транспорту мають три різновиди:

4) перевезення спочатку автомобільним, а потім залізничним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від н/п постачальника будь-якого типу автомобільним транспортом до найближчої до нього з/с і потім залізничним транспортом до н/п споживача вантажів, що має з/с і здійснюються за наступною схемою

н/п 1 ÷ 4 типу → н/п 2,4 типу → н/п 2,4 типу

і дорівнює відповідно до (1.7) $K_4 = 140648929214569 \times 10^{3252}$;

5) перевезення спочатку залізничним, а потім автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від н/п постачальника, що має з/с залізничним транспортом до найближчої до н/п споживача вантажу з/с і потім автомобільним транспортом до н/п споживача вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

н/п 2,4 типу → н/п 2,4 типу → н/п 1 ÷ 4 типу

і дорівнює відповідно до (1.8) $K_5 = 140648929214569 \times 10^{3252}$;

6) перевезення спочатку автомобільним, після залізничним, а потім знову автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу автомобільним транспортом спочатку від н/п постачальника будь-якого типу до найближчої до нього з/с, після залізничним транспортом до найближчої до н/п споживача вантажу з/с і потім автомобільним транспортом до н/п споживача вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

н/п 1 ÷ 4 типу → н/п 2,4 типу → н/п 2,4 типу → н/п 1 ÷ 4 типу

і дорівнює відповідно до (1.9) $K_6 = 1145874287308935434048285091153 \times 10^{5196}$;
перевезення автомобільним і водним видами транспорту мають три різновиди:

7) перевезення спочатку автомобільним, а потім водним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від н/п постачальника будь-якого типу автомобільним транспортом до найближчого до нього в/п і потім водним транспортом до н/п споживача вантажів, що має в/п і здійснюються за наступною схемою

$$н / н \ 1 \div 4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 3,4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 3,4 \ \text{типу}$$

і дорівнює відповідно до (1.10) $K_7 = 103743445070659 \times 10^{2141}$;

8) перевезення спочатку водним, а потім автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу спочатку від н/п постачальника, що має в/п водним транспортом до найближчого до н/п споживача вантажу в/п і потім автомобільним транспортом до н/п споживача вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

$$н / н \ 3,4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 3,4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 1 \div 4 \ \text{типу}$$

і дорівнює відповідно до (1.11) $K_8 = 103743445070659 \times 10^{2141}$;

9) перевезення спочатку автомобільним, після водним, а потім знову автомобільним видами транспорту припускають переміщення вантажу автомобільним транспортом спочатку від н/п постачальника будь-якого типу до найближчого до нього в/п, після водним транспортом до найближчого до н/п споживача вантажу в/п і потім автомобільним транспортом до н/п споживача вантажу будь-якого типу й здійснюються за наступною схемою

$$н / н \ 1 \div 4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 3,4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 3,4 \ \text{типу} \rightarrow н / н \ 1 \div 4 \ \text{типу}$$

і дорівнює відповідно до (1.12) $K_9 = 845203350264883 \times 10^{4100}$;

Виходячи з вище викладеного (1.13) загальна кількість варіантів перевезення вантажів буде становити

$$K \approx \sum_{i=1}^9 K_i = 114308105226 \times 10^{5215} \quad (i = \overline{1,9}). \quad (4.2)$$

Слід зазначити той факт, що ці перевезення можуть здійснюватися обов'язково найкоротшими шляхами через декілька проміжних (транзитних) н/п. Показниками якості перевезень при цьому є час або вартість їхнього виконання. Перевізний процес при такій вихідній постановці транспортної задачі може здійснюватися наступними чотирма способами:

I-й спосіб – перевезення здійснюються одним видом транспорту (1, 2, і 3 варіанти перевезень) безпосередньо від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до його *споживача*, причому загальна кількість варіантів перевезень відповідно до (1.14) складе:

$$K_I = K_1 + K_2 + K_3 \approx 8147053046958 \times 10^{1947};$$

II-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою автомобільного транспорту до найближчого від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу транспортного вузла, а потім до *споживача* цього виду вантажу відповідним видом транспорту, що має відповідний транспортний вузол (4 і 7 варіанти перевезень), причому загальна кількість варіантів перевезень відповідно до (1.15) складе:

$$K_{II} = K_4 + K_7 \approx 140648929214569 \times 10^{3252};$$

III-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою відповідного виду транспорту від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до найближчого від *споживача* цього ж виду вантажу відповідного транспортного вузла, а потім до *споживача* автомобільним транспортом (5, і 8 варіанти перевезень), причому загальна кількість варіантів перевезень відповідно до (1.16) складе:

$$K_{III} = K_5 + K_8 \approx 140648929214569 \times 10^{3252};$$

IV-й спосіб – перевезення здійснюються спочатку за допомогою автомобільного виду транспорту від *постачальника* одного з *k-видів* вантажу до найближчого до нього відповідного транспортного вузла, потім відповідним видом транспорту до найближчого до *споживача* цього ж виду вантажу транспортного вузла і в кінці автомобільним транспортом (6, і 9 варіанти перевезень), причому загальна кількість варіантів перевезень відповідно до (1.17) складе:

$$K_{IV} = K_6 + K_9 \approx 1145874287308935434048285091153 \times 10^{5196}.$$

Щодо наведених вище способів перевезень варто зробити кілька зауважень, а саме:

- при усіх способах перевезення вантажів найкоротші шляхи можуть пролягати через н/п, у яких вимагаються ці ж самі вантажі;
- також при усіх способах перевезення вантажів можуть здійснюватися через декілька проміжних н/п, що мають запаси цих вантажів;
- при усіх способах одночасно перевозитися можуть кілька видів вантажу;
- додатковими обмеженнями перевізного процесу виступають пропускні можливості н/п (транспортних вузлів) і пропускні здатності транспортних магістралей.

Розглянемо використання описаного підходу на прикладі ТС України (ТСУ) та Західної Європи, інформаційне забезпечення якої (див. підрозділ 4.1) реалізовано у середовищі системи управління базами даних MS Access.

4.3 Результати оптимізації перевезень вантажів маршрутами міжнародних транспортних коридорів

Програмно-інструментальний комплекс (ПІК) оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів (ОВПМТК), який реалізований на основі мультимодальної моделі оптимізації перевезень у ТС, крім перерахованих вище 9 технологій комбінованого перевезення вантажів різними видами транспорту, ураховує пропускні здатності транспортних вузлів і комунікацій ТС, а також може вирішувати транспортні завдання (ТЗ) за умови незбалансованості обсягів перевезення неоднорідних вантажів [106].

ПІК функціонує у двох режимах оптимізації перевезення вантажів – за критерієм вартості й за критерієм часу. Природно в обох випадках результатом оптимізації є мінімальне значення відповідного критерію.

На наступних рисунках представлені результати роботи ПІК ОВПМТК по першому (вартісному) критерію оптимізації, а саме:

- екранна форма по введенню вихідних даних ТЗ (рис. 4.1);
- екранна форма з повідомленням о незбалансованості ТЗ по обсягам перевезень (рис. 4.2);

– екранна форма з повідомленням об обмеженості пропускної здатності маршруту (рис. 4.3);

Рисунок 4.1 – Екранна форма по введенню вихідних даних ТЗ

Рисунок 4.2 – Екранна форма з повідомленням о незбалансованості ТЗ по обсягам перевезень

Рисунок 4.3 – Екранна форма з повідомленням об обмеженості пропускної здатності маршруту

– екранна форма з даними матриці зв'язків усіх н/п ТС України та Західної Європи (рис. 4.4);

Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі України і Західної Європи

Ввести вихідні дані Балансувати Вихід

Матричний вигляд графу перевезень				Матриця найдешевших маршрутів				Вантаж 1
	Харьков	Одесса	Киев	Жешув	Авейру	Авеццані	Айзенах	Айнажи
Харьков	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Одесса	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Киев	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Жешув	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Авейру	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Авеццані	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Айзенах	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777
Айнажи	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777	777777

Рисунок 4.4 – Екранна форма з даними матриці зв'язків усіх н/п ТС України

– екранна форма з даними матриці найдешевших маршрутів розв'язуваної ТЗ (рис. 4.5);

Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі України і Західної Європи

Ввести вихідні дані Балансувати Вихід

Матричний вигляд графу перевезень		Матриця найдешевших маршрутів	
	Пловдив	Жешув	
Одесса	1048,8	1326	
Киев	1534,3	1078,5	

Рисунок 4.5 – Екранна форма з даними матриці найдешевших маршрутів розв'язуваної ТЗ

– екранна форма з даними оптимального плану перевезень вантажу розв'язуваної ТЗ (рис. 4.6);

– екранна форма з остаточними результатами розв'язання СТЗ на ТС України та Західної Європи по першому (вартісному) критерію оптимізації (рис. 4.7).

Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі України і Західної Європи

Ввести вихідні дані Балансувати Вихід

Матричний вигляд графу перевезень		Матриця найдешевших маршрутів		Вантаж 1
	Пловдив	Жешув		
Одесса	150	30		
Киев		120		

Рисунок 4.6 – Екранна форма з даними оптимального плану перевезень вантажу розв'язуваної ТЗ

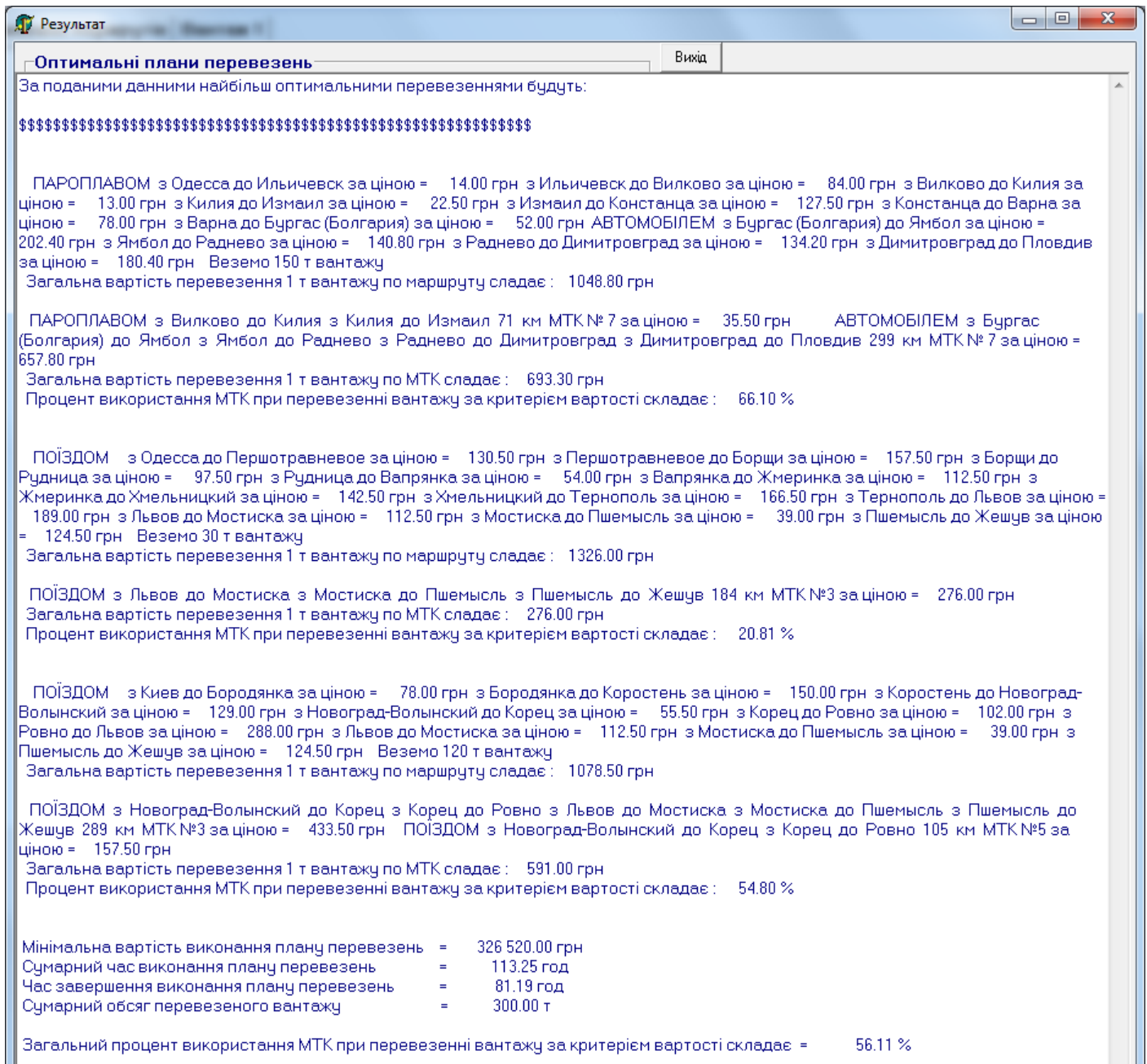


Рисунок 4.7 – Екранна форма з результатами розв'язання сітьової транспортної задачі на ТС України та Західної Європи по вартісному критерію оптимізації

У нашому прикладі вантажні перевезення здійснюються із двох н/п України – Одеси (повинне відправиться 180 тонн вантажу) і Києва (120 тонн вантажу), відповідно, у два закордонних н/п – Пловдива (повинне надійти 160 тонн вантажу) і Жешува (160 тонн вантажу). Однак у зв'язку з незбалансованістю обсягів перевезень вантажу і наявністю певних обмежень на пропускні здатності транспортних вузлів і сполучень ТС України та Західної Європи, вантажні перевезення будуть здійснені не у повному обсязі (див. рис. 4.6).

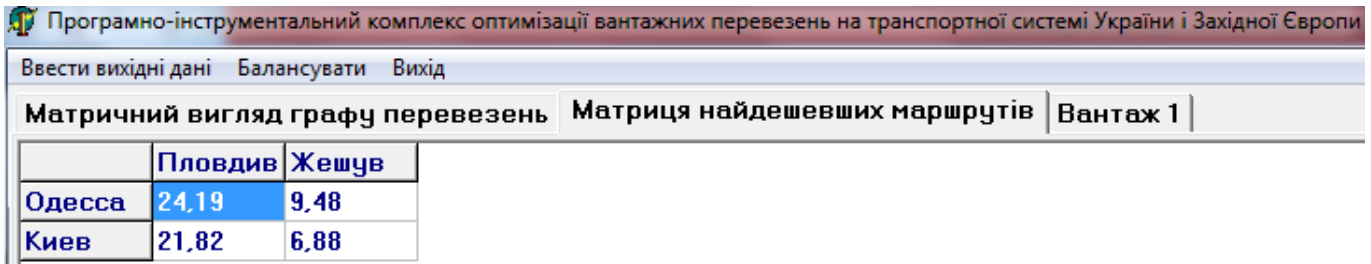
Перевезення в основному здійснюються самими “дешевими” за вартістю видами транспорту – водним (ПАРОПЛАВОМ) і залізничним (ПОЇЗДОМ), але й самими не швидкісними. Про це свідчать отримані результати (див. рис. 4.7).

На рис. 4.8 наведені результати прорахунку цього ж самого прикладу, але за критерієм часу. Аналізуючи отримані результати, можна зробити наступні висновки: час завершення перевезень скоротився приблизно в 2 рази, але при цьому вартість перевезень, відповідно, збільшилася в 3 рази, тому що в основному всі перевезення здійснювалися автомобільним транспортом (АВТОМОБІЛЕМ).

Оптимальні плани перевезень		Вихід
За поданими даними найбільш оптимальними перевезеннями будуть:		
АВТОМОБІЛЕМ з Одеса до Умань за часом = 2.77 год з Умань до Христиновка за часом = 0.23 год з Христиновка до Вінниця за часом = 1.34 год з Вінниця до Хмельницький за часом = 1.20 год з Хмельницький до Тернополь за часом = 1.12 год з Тернополь до Ходоров за часом = 1.07 год з Ходоров до Стрий за часом = 0.40 год з Стрий до Сколе за часом = 0.38 год з Сколе до Воловец за часом = 0.46 год з Воловец до Мукачево за часом = 0.54 год з Мукачево до Халмеу за часом = 0.65 год з Халмеу до Сату-Маре за часом = 0.33 год з Сату-Маре до Залезу за часом = 0.77 год з Залезу до Клуж-Напока за часом = 0.69 год з Клуж-Напока до Турда за часом = 0.29 год з Турда до Тыргу-Муреш за часом = 0.72 год з Тыргу-Муреш до Сигишоара за часом = 0.43 год з Сигишоара до Брашов за часом = 1.10 год з Брашов до Плоешти за часом = 0.97 год з Плоешти до Бухарест за часом = 0.55 год з Бухарест до Лехлиу-Гарз за часом = 0.65 год з Лехлиу-Гарз до Фетешть за часом = 0.86 год з Фетешть до Констанца за часом = 0.79 год з Констанца до Шабла за часом = 0.79 год з Шабла до Варна за часом = 0.80 год з Варна до Обзор за часом = 0.61 год з Обзор до Бургас (Болгария) за часом = 0.69 год з Бургас (Болгария) до Ямбол за часом = 0.92 год з Ямбол до Раднево за часом = 0.64 год з Раднево до Димитровград за часом = 0.61 год з Димитровград до Пловдив за часом = 0.82 год Веземо 150 т вантажу Загальний час перевезення 1 т вантажу по маршруту складає: 24.19 год АВТОМОБІЛЕМ з Бухарест до Лехлиу-Гарз з Лехлиу-Гарз до Фетешть з Фетешть до Констанца з Констанца до Шабла 309 км МТК № 4 за часом = 3.09 год АВТОМОБІЛЕМ з Стрий до Сколе з Сколе до Воловец з Воловец до Мукачево 138 км МТК № 5 за часом = 1.38 год АВТОМОБІЛЕМ з Обзор до Бургас (Болгария) з Бургас (Болгария) до Ямбол з Ямбол до Раднево з Раднево до Димитровград з Димитровград до Пловдив 368 км МТК № 7 за часом = 3.68 год Загальний час перевезення 1 т вантажу по МТК складає: 8.15 год Процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм часу складає: 33.69 % АВТОМОБІЛЕМ з Одеса до Умань за часом = 2.77 год з Умань до Христиновка за часом = 0.23 год з Христиновка до Вінниця за часом = 1.34 год з Вінниця до Хмельницький за часом = 1.20 год з Хмельницький до Тернополь за часом = 1.12 год з Тернополь до Львов за часом = 1.28 год з Львов до Яворов за часом = 0.51 год з Яворов до Краковец за часом = 0.18 год з Краковец до Радимно за часом = 0.23 год з Радимно до Жешув за часом = 0.62 год Веземо 30 т вантажу Загальний час перевезення 1 т вантажу по маршруту складає: 9.48 год АВТОМОБІЛЕМ з Киев до Житомир за часом = 1.31 год з Житомир до Ровно за часом = 1.87 год з Ровно до Дубно за часом = 0.45 год з Дубно до Радивилів за часом = 0.56 год з Радивилів до Буск за часом = 0.60 год з Буск до Львов за часом = 0.55 год з Львов до Яворов за часом = 0.51 год з Яворов до Краковец за часом = 0.18 год з Краковец до Радимно за часом = 0.23 год з Радимно до Жешув за часом = 0.62 год Веземо 120 т вантажу Загальний час перевезення 1 т вантажу по маршруту складає: 6.88 год АВТОМОБІЛЕМ з Ровно до Дубно з Дубно до Радивилів з Радивилів до Буск з Буск до Львов 216 км МТК № 3 за часом = 2.16 год АВТОМОБІЛЕМ з Ровно до Дубно з Дубно до Радивилів з Радивилів до Буск з Буск до Львов 216 км МТК № 5 за часом = 2.16 год Загальний час перевезення 1 т вантажу по МТК складає: 4.32 год Процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм часу складає: 62.79 % Мінімальний час виконання плану перевезень = 24.19 год Сумарний час виконання плану перевезень = 40.55 год Вартість виконання плану перевезень = 1 042 470.00 грн Сумарний обсяг перевезеного вантажу = 300.00 т Загальний процент використання МТК при перевезенні вантажу за критерієм часу складає = 30.75 %		

Рисунок 4.8 – Екранна форма з результатами розв'язання сітьової транспортної задачі на ТС України та Західної Європи по часовому критерію

Слід зазначити ще той факт, що матриця найдешевших маршрутів розв'язуваної транспортної задачі за критерієм часу (рис. 4.9) буде відрізнятися від аналогічної матриці, побудованої за критерієм вартості (див. рис. 4.5).



Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі України і Західної Європи			
Ввести вихідні дані Балансувати Вихід			
Матричний вигляд графу перевезень		Матриця найдешевших маршрутів	
		Вантаж 1	
	Пловдив	Жешув	
Одесса	24.19	9.48	
Київ	21.82	6.88	

Рисунок 4.9 – Екранна форма з даними матриці найдешевших маршрутів розв'язуваної ТЗ за критерієм часу

ПК ОВПМТК дозволяє здійснювати оптимізацію перевезень не тільки одного, а одночасно декількох вантажів на одній і тій ж ТМ. Про це свідчить наявність закладки з написом “Вантаж 1” на рис. 4.9.

Також слід зазначити, що ПК дозволяє вивести на екран дисплея інформацію довідкового характеру, а саме:

- зміст файлу N_p – масиву населених пунктів України та Західної Європи, що лежать на автомагістралях міжнародного, європейського, державного й міського значення (794 н/п) (рис. 4.10);
- зміст файлу Marsh_avto – масиву ділянок автомагістралей України та Західної Європи міжнародного, європейського, державного й міського значення, котрий використовує масив N_p (875 автомобільних ділянок);
- зміст файлу G_d – масиву залізничних станцій України та Західної Європи (566 з/с);
- зміст файлу Marsh_gd – масив ділянок залізничних магістралей України та Західної Європи, котрий використовує масив G_d (654 залізничні ділянки);
- зміст файлу V_p – масиву річкових і морських портів України та Західної Європи (119 в/п);
- зміст файлу Marsh_voda – масив ділянок водних магістралей України та Західної Європи, котрий використовує масив V_p (123 водні ділянки);
- зміст БД міжнародних транспортних коридорів, яка включає 10 файлів: МТК_1 (18 ділянок загальною довжиною 1137 км) (рис. 4.11), МТК_2 (39 ділянок

загальною довжиною 2359 км), МТК_3 (36 ділянок загальною довжиною 2375 км), МТК_4 (36 ділянок загальною довжиною 2798 км), МТК_5 (31 ділянок загальною довжиною 1911 км), МТК_6 (11 ділянок загальною довжиною 742 км), МТК_7 (31 ділянок загальною довжиною 1953 км), МТК_8 (17 ділянок загальною довжиною 1170 км), МТК_9 (29 ділянок загальною довжиною 2238 км), МТК_10 (24 ділянок загальною довжиною 1721 км).

Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі

Ввести вихідні дані Балансувати Рахувати Вихід

Кількість постачальників: Критерій оптимізації: ☐ - вартість; ☒ V - час

Кількість споживачів: Рандомізація: ☐

Програма запущена 02.06.2019 11:40:02

Список населених пунктів

1	Авейру	62	Биарриц (F)	126	Віго (Испан.)
2	Авеццано	63	Бигано	127	Видин
3	Айзенах	64	Биепо-Поле	128	Визеу
4	Айнажи	65	Бильбао	129	Вила-Франка-ди-Шира
5	Айсфельд	66	Бихаркерестеш	130	Вилар-Формозу
6	Александрия	67	Благовград	131	Вилково
7	Александрия (Рум.)	68	Блаж	132	Вильгельмсхафен (Герм.)
		69	Бобринец	133	Вильдесхаузен
		70	Бобушов	134	Вильяфранка-дель-Пенед
		71	Болград	135	Винковцы

Рисунок 4.10 – Екранна форма з списком населених України та Західної Європи

Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на транспортній системі України і Західної Європи

Ввести вихідні дані Балансувати Рахувати Вихід

Кількість постачальників: Критерій оптимізації: ☐ - вартість; ☒ V - час

Кількість споживачів: Рандомізація: ☐

Програма запущена 02.06.2019 13:38:31

Список населених пунктів

Список автомобілів

МІЖНАРОДНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ КОРИДОР № 1

№ п/п	Пункт відправлення	Пункт призначення	Автомобільна відстань	Залізнична відстань
1	Хельсинки	Таллін	88	88
2	Таллін	Марьямаа	55	55
3	Марьямаа	Пярну	79	79
4	Пярну	Айнажи	77	77
5	Айнажи	Саулкрасти	70	70
6	Саулкрасти	Рига	46	46
7	Рига	Иецава	47	47
8	Иецава	Пасвалис	70	70
9	Пасвалис	Паневежис	40	40
10	Паневежис	Кейдайняй	80	80
11	Кейдайняй	Каунас	67	67
12	Каунас	Марьямполе	57	57
13	Марьямполе	Сувалки	68	68
14	Сувалки	Граево	75	75
15	Граево	Ломжа	64	64
16	Ломжа	Ружан	62	62
17	Ружан	Пултуск	32	32
18	Пултуск	Варшава	60	60
	Ітого:		1137	1137

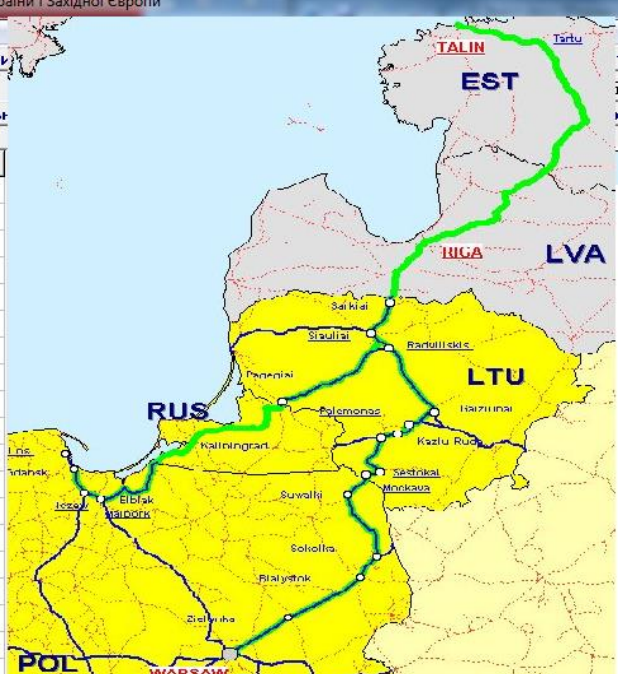


Рисунок 4.11 – Екранна форма по МТК № 1

Опис моделі комплексних перевезень у ТС дає можливість системно підійти до задачі оптимізації транспортних перевезень вантажів за комбінованою схемою

використання різних видів транспорту (автомобільного, водного і залізничного) з урахуванням усього спектра обмежень, що існують у системах подібного роду. Приведена опис структури і змісту бази даних різних видів транспорту у цілому представляє інфраструктуру транспортної системи України і Західної Європи, яка за допомогою спеціальної процедури перетворює відповідні БД у матриці транспортних кореспонденцій. Матричне представлення перевізного процесу, у свою чергу, дозволяє описати його у вигляді відповідної математичної моделі і застосувати при її аналізі методи і засоби сучасних інформаційних технологій. Процедура знаходження оптимальних планів перевезень вантажів на ТМ дозволяє з усіх існуючих варіантів перевезення вантажів вибрати найбільш дешеві по двох режимах оптимізації перевезення вантажів – або за критерієм вартості, або за критерієм часу. Використання в процесі знаходження оптимального плану вантажних перевезень маршрутів міжнародних транспортних коридорів дозволяє значною мірою підвищити якість рішень, які приймаються.

Слід також зазначити той факт, що при оптимізації вантажних перевезень за критерієм вартості (див. рис. 4.7), деяка частина маршрутів оптимального плану перевезень вантажу (56.11 %) проходить маршрутами міжнародних транспортних коридорів, що значно покращить якість і надійність його виконання.

4.4. Адекватність результатів дисертаційних досліджень

Результати експериментальних досліджень дозволяють оцінити достовірність гіпотез та адекватність теоретичних моделей об'єкта дослідження експериментальним даним. У практиці оцінки адекватності застосовують дві групи статистичних критеріїв згоди: 1) параметричні критерії; 2) непараметричні, або порядкові критерії [107].

Застосування параметричних критеріїв базується на використанні вибірових характеристик $\bar{x}$ (середнє арифметичне значення) і S (середнє квадратичне

відхилення) вимірюваної величини, виходячи із припущення про нормальність розподілу оцінюваних рядів.

Для застосування же непараметричних критеріїв не потрібно використання перерахованих вище вибірових параметрів і вони рівною мірою придатні для аналізу розподілів оцінюваних рядів будь-якого вигляду, але для їх використання необхідне впорядкування у вигляді кумулят емпіричних і теоретичних розподілів, тобто одержання рядів накопичених частот.

У даному дисертаційному дослідженні як аналізовані ряди величин будуть виступати різні значення вартостей вантажних перевезень, які не піддаються опису за допомогою яких-небудь законів розподілу. Отже можна стверджувати про доцільність використання для оцінки адекватності теоретичних моделей об'єкта дослідження експериментальним даним одного з непараметричних критеріїв, а саме T -критерію Вілкоксона [108].

Обробка статистичних даних виконувалась за методикою наведеною в [109, 110], при цьому обсяг вибірки складав 25 спостережень, а результати емпіричних (дослідних) і експериментальних даних представлені у вигляді статистичних рядів у таблиці 4.10 (для автотранспортних підприємств АсМАП України).

Сума негативних різностей між парами емпіричних і експериментальних значень всіх 25 спостережень (-864,15), без урахування її знаку, для цього випадку також менше відповідної суми позитивних різностей (3832,31). Виходячи з цього фактична величина T -критерію T_ϕ дорівнює сумі рангів відповідних негативних різностей між парами емпіричних і експериментальних значень, а саме – 92.

Знайдену таким способом фактичну величину T -критерію порівнюємо з табличним (дивись Додаток К) значенням T_T для прийнятого рівня значимості і числа парних спостережень, яке береться без нульових різностей. Це значення дорівнює 89 (для самого високого рівня значимості).

У нашому випадку гіпотеза адекватності приймається, тому що $T_\phi \geq T_T$.

Таблиця 4.10 – Результати статистичної обробки вартостей вантажних перевезень для автотранспортних підприємств АсМАП України

№	Вартість вантажних перевезень (грн)		$C_i^{ем} - C_i^{ек}$	Ранжирувана $C_i^{ем} - C_i^{ек}$	Ранг $C_i^{ем} - C_i^{ек}$
	Емпірична	Експериментальна			
	$C_i^{ем}$	$C_i^{ек}$			
1	1 555 123,67	1 554 103,44	1020,23	-9,75	1
2	2 301 090,67	2 301 011,13	79,54	-11,8	2
3	7 455 786,32	7 455 544,31	242,01	17,98	3
4	2 111 505,66	2 111 605,6	-99,94	19,96	4
5	1 287 451,78	1 287 350,13	101,65	-40,67	5
6	444 207,89	444 105,83	102,06	55,19	6
7	1 456 235	1 456 275,67	-40,67	65,06	7
8	250 456,18	250 400,99	55,19	79,54	8
9	180 415,5	180 215,54	199,96	-97,85	9
10	1 501 456	1 501 154,99	301,01	-99,94	10
11	134 517,86	134 499,88	17,98	100,02	11
12	256 634,77	256 837,87	-203,1	-100,97	12
13	117 456,91	117 557,88	-100,97	101,65	13
14	5 123 347,17	5 123 544,97	-197,8	102,06	14
15	918 389,76	918 187,96	201,8	-102,27	15
16	1 567 890,14	1 567 899,89	-9,75	105,5	16
17	444 135,77	444 035,75	100,02	-197,8	17
18	245 789,18	245 589,14	200,04	199,96	18
19	650 123,45	650 103,49	19,96	201,8	19
20	175 342,99	175 354,79	-11,8	200,04	20
21	414 4567,32	4 143 547,02	1020,3	-203,1	21
22	825 890,65	825 785,15	105,5	242,01	22
23	366 089,17	366 191,44	-102,27	301,01	23
24	715 789,56	715 724,5	65,06	1020,23	24
25	218 389,76	218 487,61	-97,85	1020,3	25

Резюмуючи отримані вище результати можна зробити загальний висновок о том, що побудована у дисертаційної роботі математична модель повністю адекватна її фізичній моделі, а саме процесу здійснення вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів на транспортних системах України та Західної Європи з незбалансованістю обсягів транспортування вантажів і обмеженнями на пропускні здатності її транспортних вузлів і комунікацій [111-113].

4.5 Висновки по четвертому розділу

1. Приведений у розділі опис основних компонентів і змісту бази даних усіх видів транспорту та міжнародних транспортних коридорів у цілому представляє транспортну інфраструктуру України та Західної Європи. Відповідні БД цієї системи за допомогою процедури перетворюються у матриці транспортних кореспонденцій. Матричне представлення перевізного процесу, у свою чергу, дозволяє описати його у вигляді відповідної математичної моделі, що у подальшому дозволяє застосувати при її аналізі і обробці методи і засоби сучасних інформаційних технологій.

2. Опис моделі оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами МТК дає можливість системно підійти до задачі оптимізації транспортних перевезень вантажів за комбінованою схемою використання різних видів транспорту (автомобільного, водного і залізничного) з урахуванням усього спектра обмежень, що існують у системах подібного роду. Виходячи з вище викладеного загальна кількість варіантів (комбінацій) перевезення вантажів буде складати величезне число, а саме $114308105226 \times 10^{5215}$.

3. Процедура знаходження оптимальних планів перевезень вантажів на ТМ дозволяє з усіх існуючих варіантів перевезення вантажів вибрати найбільш дешеві по двох режимах оптимізації перевезення вантажів – або за критерієм вартості, або за критерієм часу. Використання в процесі знаходження оптимального плану вантажних перевезень маршрутів міжнародних транспортних коридорів дозволяє значною мірою підвищити якість рішень, які приймаються.

4. Спільне використання при рішенні задачі комплексних вантажних перевезень таких методів як:

- методи зведення не збалансованих за обсягами перевезень ТЗ до закритого виду;
- методи знаходження найкоротших шляхів у мережевих моделях ТЗ;
- методи усунення виродження плану перевезень у ТЗ;
- методи оптимізації перевезень неоднорідних вантажів при наявності обмежень на пропускну здатність комунікацій і самих транспортних пунктів, а

також обмежень на час перевезень дозволить значно ефективніше організувати перевізний процес у транспортних системах різного призначення, розмірності і структури.

5. За допомогою непараметричного T -критерію Вілкоксона був доказаний той факт, що побудована у дисертаційній роботі математична модель перевізного процесу повністю адекватна її фізичній моделі, а саме процесу здійснення вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів з незбалансованістю обсягів транспортування вантажів і обмеженнями на пропускні здатності транспортних вузлів і комунікацій.

6. Акти впровадження наукових і практичних результатів дисертаційної роботи, список свідоцтв про реєстрацію авторського права на науковий твір наведені у Додатку Л, список публікацій здобувача за темою дисертації у Додатку М. Основні матеріали наукових досліджень були включені у заключний звіт по кафедральній науково-дослідній роботі на тему "Підвищення ефективності функціонування інтегрованих транспортних систем у міжнародному сполученні" (державний реєстраційний номер: 0112U008415).

7. Результати досліджень даного розділу викладено у публікаціях [111, 112, 113].

ВИСНОВКИ

Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-прикладної задачі розробки теоретичних основ та практичних методів оптимальної маршрутизації вантажопотоків в МТК на прикладі організації комплексних перевезень вантажів на автомобільному, залізничному та водному видах транспорту.

Основні результати, отримані у даної дисертаційної роботі, полягають у наступному:

1. З проведеного дослідження функціонування транспортної галузі України був зроблений висновок про необхідність розроблення нових підходів до управління окремими її елементами, зокрема вантажопотоками в МТК. МТК забезпечують перевезення вантажів і пасажирів на рівні, якій відповідає вимогам країн ЄС. Вони, порівнюючи з діючими в Україні, надто високі, і передбачають, зокрема, щоб пропускна здатність автомобільних доріг була не менш, як 20 тис. од./добу при мінімальної швидкості 120 км/год, а для залізниці – 100 км/год. Норматив для перетину кордону легковим автомобілем становить 15 хв., для потягів – 20 хв., для вантажівок – 60 хв. Це досягається шляхом створення пільгових умов вантажоперевезень маршрутами МТК, коли на його кордонах діють спрощені правила і порядок митного та інших видів контролю і оформлення; застосовуються пільгові (знижені на 25–50 %) тарифи на всі види послуг і зборів; існує єдиний орган управління; діє стабільна правова база; забезпечено надійний захист і безпеку пасажирів і вантажів.

2. Аналіз матричної моделі представлення вантажних перевезень дозволив зробити висновки о том, що вантажні перевезення і заснована на них транспортна задача є частковим випадком загальної задачі лінійного програмування. Зведення вантажних перевезень до системи лінійних рівнянь і далі до матричного представлення припускає використовувати до їх оптимізації стандартні матричні методи. Мережева модель представлення вантажних перевезень є більш наочна і природна по відношенню до матричної моделі, але існуючи методи оптимізації перевезень вантажів на цієї моделі є досить складними і важко піддаються формалізації. Виходячи з цього було запропоновано використовувати матрично-мережеву модель представлення вантажних перевезень, яка поєднує переваги

наочності мережевих моделей і простоти оптимізації перевезень вантажів у матричному вигляді.

3. Розроблена модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами МТК концептуально базується на принципах побудови матрично-мережевої моделі перевезення вантажів з урахуванням специфіки здійснення міжнародних вантажних перевезень маршрутами МТК. В роботі удосконалено метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів маршрутами МТК, який враховує незбалансованість обсягів перевезень вантажів, а також дозволяє додатково до них отримувати відповідні маршрути транспортування вантажу, а також метод розв'язання задачі комівояжера при здійсненні вантажних перевезень у міжнародному сполученні, який при визначенні оптимального маршруту додатково враховує час проходження митних процедур при перетині державного кордону і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

4. Розроблена методика об'єднання транспортних інфраструктур 10 пан'європейських МТК та транспортних систем України та Західної Європи дозволяє поєднати в єдине ціле 794 транспортних вузла (з 875 автомобільними ділянками), серед яких 566 залізничних вузлів (з 654 залізничними ділянками) і 119 водних портів (з 123 водними ділянками). У відповідності до цієї методики розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати процес цього об'єднання.

5. Проведена апробація розроблених моделей і методів по оптимальній маршрутизації вантажопотоків в МТК України та Західної на прикладі організації міжнародних вантажних перевезень автотранспортними підприємствами АсМАП України. Спроекований у роботі програмно-інструментальний комплекс управління вантажопотоками маршрутами МТК, який реалізований на основі моделі мультимодальних вантажних перевезень маршрутами МТК, дозволяє з усіх існуючих варіантів перевезення вантажів вибрати найбільш дешеві по двох режимах оптимізації перевезення вантажів – або за критерієм вартості, або за критерієм часу. Слід також зазначити той факт, що при оптимізації вантажопотоків за критерієм вартості, деяка частина маршрутів оптимального плану перевезень вантажу (до 50 %) проходить маршрутами МТК, що значно покращить якість і надійність їх виконання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Пелих В.Ю. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей*. Київ: НТУ, 2016. С. 234.
2. Пилипенко Ю.В. Прокудін Г.С., Гілевська К.Ю. та інші. Визначення оптимальних параметрів, які впливають на продуктивність та якість автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях / Звіт о НДР № 171 “Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях”, (заключний етап), № ДО 0216U002813: Націон. транс. ун-т. – № ДР 0114U003950. К.: НТУ, 2016. 115 с.
3. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О., Ремех І.О., Омаров Д.М., Прокудін О.Г. Приклад побудови імітаційних моделей у транспортних системах. *Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика»*. Київ: НТУ, 2016. Вип. 17. Част. 1: «Технічні науки». С. 67–79.
4. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Ремех І.О., Чупайленко О.А. Особливості моделювання вантажних перевезень на транспортній мережі. *Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика»*. Київ: НТУ, 2018. Вип. 18. Част. 1: «Технічні науки». С. 101–114.
5. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Визначення ефективності застосування системи тягових плечей у міжміських перевезеннях вантажу. *VII Міжнародна науково–практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, 24-27 квітня 2017 року): тези доповідей*, т. 2. Чернігів: ЧНТУ, 2017. С. 146–148.
6. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Застосування імітаційного моделювання для підвищення ефективності роботи міських автобусів. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей*. Київ: НТУ, 2017. С. 258.

7. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Ефективність застосування системи тягових плечей в міжміських перевезеннях. *Науково-технічний збірник «Вісник Національного транспортного університету»*. Київ: НТУ, 2017. Вип. 1 (37). Серія «Технічні науки». С. 346–357.

8. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Дудник О.С. Перетворення мережевих моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі. *IX Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (м. Херсон, 23-25 травня 2017 року): тези доповідей*. Херсон: ХДМА, 2017. С. 239–240.

9. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Аналіз і шляхи реформування транспортної галузі України. *Науково-технічний збірник «Транспортні системи і технології»*. Київ: ДЕТУТ, 2017. С. 244-254.

10. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Ремех І.О. Ефективність застосування системи тягових плечей при перевезеннях вантажів у міжнародному. *Systemy i srodki transportu samochodowego: Monografia nr 10. [monographia] pod redakcja naukowa K. Lejdy*. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2017. S.79–86.

11. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupailenko O., Dudnyk O. Nowy model zarządzania transportem towarów w systemach transportowych. *Kwartalne międzynarodowe czasopismo naukowe “Area nauku”*. Lublin: Fundacja Ośrodek rozwoju kompetencji akademickich, 2017. P. 70–78.

12. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Підвищення ефективності функціонування транспортних систем. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.: тези доповідей*. Київ: НТУ, 2018. С. 272.

13. Pylypenko Yu. , Prokudin G., Chupaylenko O. Traveling Salesman Problem in the Function of Freight Transport Optimization. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2018. N. 3(1). P. 29–36. DOI:10.14254/jsdtl.2018.3-1.3. <https://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/issue/current>.

14. Pylypenko Yu., Prokudin G., Dudnik O. Optimization of Transport Processes with the Use of Information Technologies. *Open Access Peer-reviewed Journal «European Journal of Intelligent Transportation Systems»*, 1(1)., Warsaw: Publisher RS

Global Sp. z O.O., 2018. P. 15–17. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30112018/6217.

15. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Удосконалення методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: монографія з міжнародною участю за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. Дніпро: Журфонд, 2018. С. 5–20.

16. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Вдосконалення методів пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі. *Третя Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками в напрямі їх розв'язання», 28-30 березня 2019 року*: тези доповідей. Дрогобич: “Посвіт”, 2019. С. 46–47.

17. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. Київ: НТУ, 2019. С. 266.

18. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Прокудін О.Г. Оптимізація мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *Науковий журнал «Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля»*. Сєверодонецьк: СХУ ім. В. Даля. Вип. № 2 (250), 2019. С. 65–73.

19. Пилипенко Ю.В. Приклад оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *IX Міжнародна науково-практична конференція «Транспорт і логістика»*: збірник наукових праць. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 180–182.

20. Воркут А.И. Автомобильные перевозки партионных грузов. Київ: Вища школа, 1974. 252 с.

21. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Київ: Вища школа, 1986. 447 с.

22. Четверухін Б.М. Методи лінійного програмування та їх застосування.

Дослідження операцій в транспортних системах. Київ: УТУ, 2000. Ч. 1. 91 с.

23. Четверухін Б.М., Бакулич О.О., Радкевич С.Д. Системи масового обслуговування. Дослідження операцій в транспортних системах. Київ: НТУ, 2001. Ч. 2. 141 с.

24. Поліщук В.П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах. Київ: КАДИ, 1983. 95 с.

25. Левковець П.Р., Товкун Д.Л. Управління перевезеннями вантажів і логістика. Київ: НТУ, 2002. 145 с.

26. Левковець П.Р., Маруніч В.С. Міжнародні перевезення і транспортне право. Київ: Арістей, 2006. 418 с.

27. Хабутдінов Р.А. Системне формування технологій автомобільних перевезень за критеріями енерго- і ресурсовіддачі: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01. Київ: НТУ, 2003. 380 с.

28. Коцюк О.Я. Взаємодія видів транспорту. Київ: УТУ, 1999. 107 с.

29. Лебідь І.Г. Обґрунтування системи перевезень з використанням терміналів передачі вантажних модулів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.01. Київ, 1998. 145 с.

30. Миротин Л.Б. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах. Москва: Юрист, 2002. 414 с.

31. Курганов В.М. Логистические транспортные потоки. Москва: Изд.-торг. корпорация „Дашков и Ко”, 2003. 252 с.

32. Милославская С.В., Плужников К.И. Мультимодальные и интермодальные перевозки. Москва: РосКонсульт, 2001. 368 с.

33. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом. Москва: Транспорт, 1987. 287 с.

34. Меликов А. З. Методы и модели анализа оптимизации процессов обслуживания в многопотоковых системах: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01. Київ, 1992. 380 с. іл. бібліогр. С. 360–380.

35. Эйдес М.Е. Организация перевозок грузов автомобилями оборудованными сменными кузовами. Москва: Транспорт, 1986. 89 с.

36. Кирпа Г.Н. Организация контейнерных перевозок в Украине.

Днепропетровск: Арт-Пресс, 1998. 132 с.

37. Зайончик Л.Г. Логистика – технология транспортного процесса. Київ: Кий, 2000. 358 с.

38. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов. пер. с англ. В.В. Сильянова. Москва: Транспорт, 1990. 279 с.

39. Бронштейн О.И. Модели приоритетного обслуживания в информационно-вычислительных системах. Москва: Наука, 1976. 220 с.

40. Бронштейн О.И., Розенталь Г.О. Приоритетная система обслуживания с зонами прерывания. Автоматика и телемеханика: підручник. Москва: 1971. №7. С. 163–167

41. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Москва: Наука, 1978. 399 с.

42. Майзер Х., Эйджин Н., Тролл Р. Исследование операций: в 2 т. ред. Дж. Маузера, С. Элмаграби. пер. с англ. И.М. Маркова, И.М. Бескровного. Москва: Мир, 1981. Т.2. 667 с.

43. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. пер. с англ. И.В. Иноземцева. Москва: Машиностроение, 1979. 432 с.

44. Кендэлл М.Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды. пер. с англ. О.С. Правдина. М.: Наука, 1976. 736 с.

45. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. Москва: МАДИ, 1990. 168 с.

46. Флешиман В.С. Основы системологии. Москва: Наука, 1982. 524 с.

47. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах. Київ: НТУ, 2006. 224 с. іл. бібліогр. С. 217–222

48. Прокудін Г.С. Моделі та методи оптимізації вантажних перевезень в транспортних системах: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01. Київ, 2009. 299 с.

49. Дмитриченко М.Ф., Кельман І.І., Вільковський Є.К., Пеклич З.І., Мельниченко О.І. Загальний курс транспорту: підручник для студ. напряму підгот. “Транспортні технології”. Львів: Львівська політехніка, 2011. 524 с.

50. Прейгер Д.К., Собкевич О.В., Ємельянова О.Ю. Реалізація потенціалу транспортної інфраструктури України в стратегії посткризового економічного

розвитку. Київ: НІСД, 2011. 37 с.

51. Офіційний сайт Державної фіскальної служби України // www.sfs.gov.ua.

52. Кулаев Ю.Ф. Экономика гражданской авиации Украины. Київ: “Фенікс”, 2004. 667 с.

53. Лановий О.Т. Єдина транспортна система України та її соціально-економічна значимість. *Проблеми транспорту*: зб. наук. праць. Київ: НТУ, 2006. Вип.3. С. 3–7.

54. Козлюк І.О. Транспортна стратегія як інструмент розвитку економіки України. *Проблеми транспорту*: зб. наук. праць. Київ: НТУ, 2006. Вип.3. С. 27–35

55. Зеркалов Д.В. Транспорт України. Київ: Основа, 2002. 416 с.

56. Белый О.В. Транспорт как фактор глобальной конкурентоспособности. *Транспорт и экономический рост*: Сб. научн. трудов. Санкт-Петербург: Эра, 2004. С. 33–35.

57. Офіційний сайт Держкомстату України // www.ukrstat.gov.ua.

58. Акуленко А.А., Кранц Й.М., Левчук М.Н. МТК ТРАСЕКА (Європа-Кавказ-Азія) у світовій транспортній системі та існуюча географія перевезень. *Науково-технічний збірник «Вісник ТАУ та УТУ»*. Київ: НТУ, 2012. № 7. С. 254–258.

59. Прокудін Г.С., Прокудін О.Г., Шахрай М.С., Алексейчук А.Л. Застосуванням ІТ для підвищення ефективності роботи транспортної логістики виробничого підприємства. *LXVII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. Київ: НТУ, 2011. С. 308–309.

60. Прокудин Г.С. Методы решения открытых транспортных / *Научно-технический сборник «Вестник ХНАДУ»*. Харьков: ХНАДУ, 2004. №24. С. 84–86.

61. Дмитрієв М.М., Прокудін Г.С. Новий метод знаходження найкоротших шляхів на графі. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: зб. наук. праць. Київ: Мінтрансв'язку України, 2006. С. 105–110.

62. Прокудін Г.С., Данчук В.Д., Прокудін О.Г. Новий підхід до розв'язання не стандартних транспортних задач про призначення. *Науково-технічний збірник «Вісник НТУ»*. Київ: НТУ, 2009. Вип.19. С. 147 – 151.

63. Прокудін Г.С., Данчук В.Д., Прокудін О.Г. Особливості оптимізації вантажних перевезень в транспортних. *Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика»*. Київ: НТУ, 2009. Вип. 6. С. 202–208.
64. Прокудін Г.С. Організація вантажних перевезень на транспортних мережах з обмеженнями на їх пропускні можливості. *Науковий журнал «Електроніка та системи управління»*. Київ: НАУ, 2011. № 1(27). С. 115–121.
65. Прокудін Г.С., Дзюба О.М., Білоус С.О. Приклад розв'язання транспортної задачі за критерієм часу. *Науково-технічний збірник «Вісник НТУ»*. Київ: НТУ, 2006. Вип. 11. С. 367–373.
66. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. Учебник для студентов транспортных Вузов. Москва: Транспорт, 1984. 438 с.
67. Смехов А.А. Основы транспортной логистики. Москва: Транспорт, 1995. 160 с.
68. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении. Москва: Финансы и статистика, 2003. 368 с.
69. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Системный анализ в логистике. Москва: Экзамен, 2002. 480 с.
70. Новосельцев В.И. Теоретические основы системного анализа. Москва: Майор, 2006.– 351 с.
71. Головніна О.Г., Горілий С.В. Аналіз ринку вантажних автомобільних перевезень в Україні. *Науково-технічний збірник «Вісник НТУ»*. Київ: НТУ, 2003. Вип. 8. С. 164–167.
72. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. – Київ: ЗАТ “ВІПОЛ”, 2000. 688 с.
73. Чернов В.П., Ивановский В.Б. Теория массового обслуживания. Москва: ИНФРА, 2000. 158 с.
74. Гульяев А.К. Имитационное моделирование в среде Windows. Санкт-Петербург: КОРОНА, 1999. 288 с.
75. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. Санкт-Петербург: Питер, 2001. 376 с.
76. 1 Всероссийская научно-практическая конференция "Опыт практического применения языков и программных систем имитационного моделирования в

промышленности и прикладных разработках". в 2 т.: материалы. Санкт-Петербург: ЦНИИ технологии судостроения, 2003. Т.1–2. 455 с.

77. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. Москва: Бестселлер, 2003. 416 с.

78. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. пер. с англ. И.И. Корчагина. Москва: Машиностроение, 1980. 592 с.

79. Bobiller P.A., Kahan B.S., Probst A.R. Simulation with GPSS and GPSS. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. N.J., 1976. 495 p.

80. Gordon G. The Application of GPSS to Discrete System Simulation. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. N.J., 1975. 389 p.

81. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. Москва: Альтекс–А, 2004. 384 с.

82. Дехтярук М.Т., Прокудін Г.С. Імітаційне моделювання у транспортних системах. *Науково-технічний збірник «Вісник НТУ»*. Київ: НТУ, 2004. Вип. 9. С. 181–189.

83. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Москва: Высш. шк., 1998. 320 с.

84. Дехтярук М.Т., Прокудін Г.С. Методологічні основи імітаційного моделювання у транспортних системах. *Науково-практична конференція «Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти»*: Зб. научн. праць. Київ: ЄУ, 2005. С. 72–78.

85. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. Москва: Прогресс, 1966. 600 с.

86. Вентцель Е.С. Исследование операций. Москва: Сов. Радио, 1972. 552 с.

87. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике. Москва: ЮНИТИ, 1997. 407 с.

88. Бідняк М.Н. Математические основы управления. Київ: КАДИ, 1977. 127 с.

89. Дудник О.С., Прокудін Г.С., Іщенко М.Г. Комп'ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації пасажирських та вантажних перевезень в транспортних системах України і Західної Європи”: Свідectво про реєстрацію авторського права на твір. № 48530. Київ: Державна служба

інтелектуальної власності України, 2013. 67 с.

90. Чупайленко О.А., Прокудін Г.С., Дудник О.С., Дудник А.А. Модель організації мультимодальних вантажних перевезень. *International research and practice conference “Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences”*: conference proceedings. Radom: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2017. 220 p.

91. Дудник О.С., Прокудін Г.С., Іщенко М.Г. Літературний письмовий твір наукового характеру “Математична модель організації пасажирських та вантажних перевезень”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 48531. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. 35 с.

92. Дудник О.С., Прокудін Г.С., Іщенко М.Г. Літературний письмовий твір наукового характеру “База даних транспортно-дорожнього комплексу України і Західної Європи”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 48532. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. 157 с.

93. Прокудін О.Г. Застосування симплекс методу при оптимізації вантажних перевезень. *Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика»*. Київ: НТУ, 2014. Вип. 13. С. 147–155.

94. Данчук В.Д., Прокудін Г.С., Цуканов О.І., Цимбал Н.М. Комп’ютерні технології статистичного аналізу на транспорті: навч. посібн. для студент. спец. 8.05010101–Інформаційні управляючі системи та технології. Київ.: НТУ, 2013. 280 с.

95. Дмитрієв М.М., Прокудін Г.С. Програмний комплекс оптимізації вантажних перевезень симплексним методом: Свідоцтво про внесення суб’єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення. Серія ВР. № 00933. Київ: МОН, 2008. 10 с.

96. Дудник О.С., Прокудін Г.С., Іщенко М.Г. Комп’ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації пасажирських та вантажних перевезень в транспортних системах України і Західної Європи”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 48530. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. 67 с.

97. Дудник О.С., Прокудін Г.С., Іщенко М.Г. Літературний письмовий твір наукового характеру “База даних транспортно-дорожнього комплексу України і

Західної Європи”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 48532. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. 157 с.

98. Дмитрієв М.М., Прокудін Г.С. Програма пошуку найкоротших відстаней на транспортній мережі за допомогою методу графів: Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення. Серія ВР. № 00935. Київ: МОН, 2008. 13 с.

99. . Козаченко Д.М., Вернигора Р.В., Малашкін В.В. Основи дослідження операцій у транспортних системах. Приклади та задачі: навч. посібник для ВНЗ. Дніпро: Дніпр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. 277 с.

100. . Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах: навч. посібник для студентів напряму «Транспортні технології» ВНЗ. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2008. 400 с.

101. Лащених О.А., Кузькін О.Ф. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем: навчальний посібник. Запоріжжя: Імпульс, 2006. 435 с.

102. Johnson D.S. Локальная оптимизация и проблема коммивояжера. Труды 17-го коллоквиума по алгоритмическим языкам программирования. [конспект лекций в области компьютерных наук]. Berlin: Springer-Verlag, 1990. С. 446461.

103. Прокудін Г.С., Білоус С.О. Комбінаторний спосіб рішення транспортних задач про призначення. *Науковий журнал «Безпека дорожнього руху України»*. Київ: ТОВ “Журнал “Радуга”, 2003. № 3-4(16). С. 105–108.

104. Кузьмичов А.І., Медведєв М.Г. Математичне програмування в Excel: навч. посібник. Київ: Вид-во Європ. ун-ту, 2005. 320 с.

105. Прокудін Г.С. Приклад організації вантажних перевезень на транспортній мережі України. *Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика»*. Київ: НТУ, 2008. Вип. 5. С. 150–158.

106. Дудник О.С. Комп'ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації пасажирських та вантажних перевезень в транспортних системах України і Західної Європи”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 48530. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. 67 с.

107. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та інш. Системологія на

транспорті. Основи теорії систем і управління. Київ: Знання України, 2005. 344 с.

108. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та інш. Системологія на транспорті. Технологія наукових досліджень і технічної творчості. Київ: Знання України, 2005. 352 с.

109. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. Київ: Вища шк., 1976. 232 с.

110. Завадский Ю.В. Методика статистической обработки экспериментальных данных. Москва: МАДИ, 1981. 116 с.

111. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С. Розвиток міжнародного транзитного потенціалу України. *Open Access Peer-reviewed Journal «European Journal of Intelligent Transportation Systems»*, 1(2), Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2019. P. 26–30. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/31072019/6580.

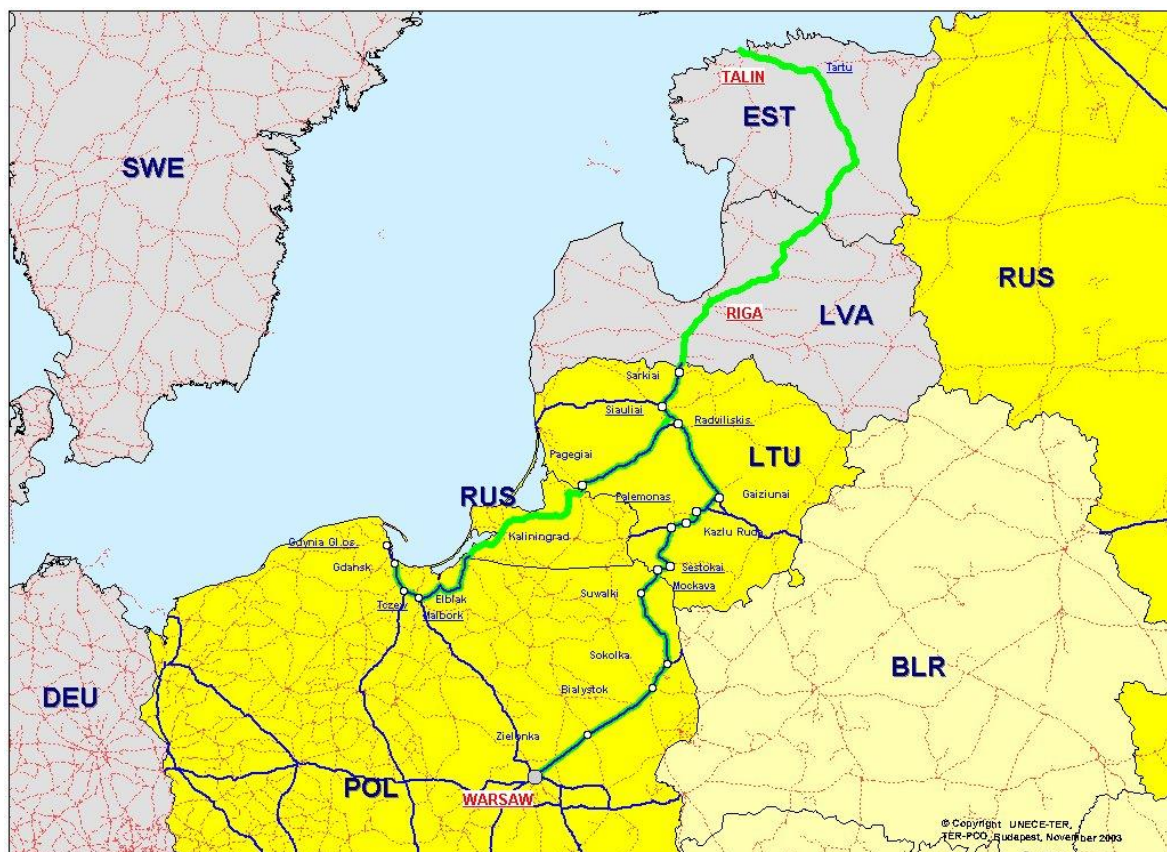
112. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Прокудін О.Г. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 89418 «Математична модель організації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів». Київ: Мінекономрозвитку України, 2019. 22 с.

113. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Прокудін О.Г. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 89419 «Програмно-інструментальний комплекс оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів». Київ: Мінекономрозвитку України, 2019. 44 с.

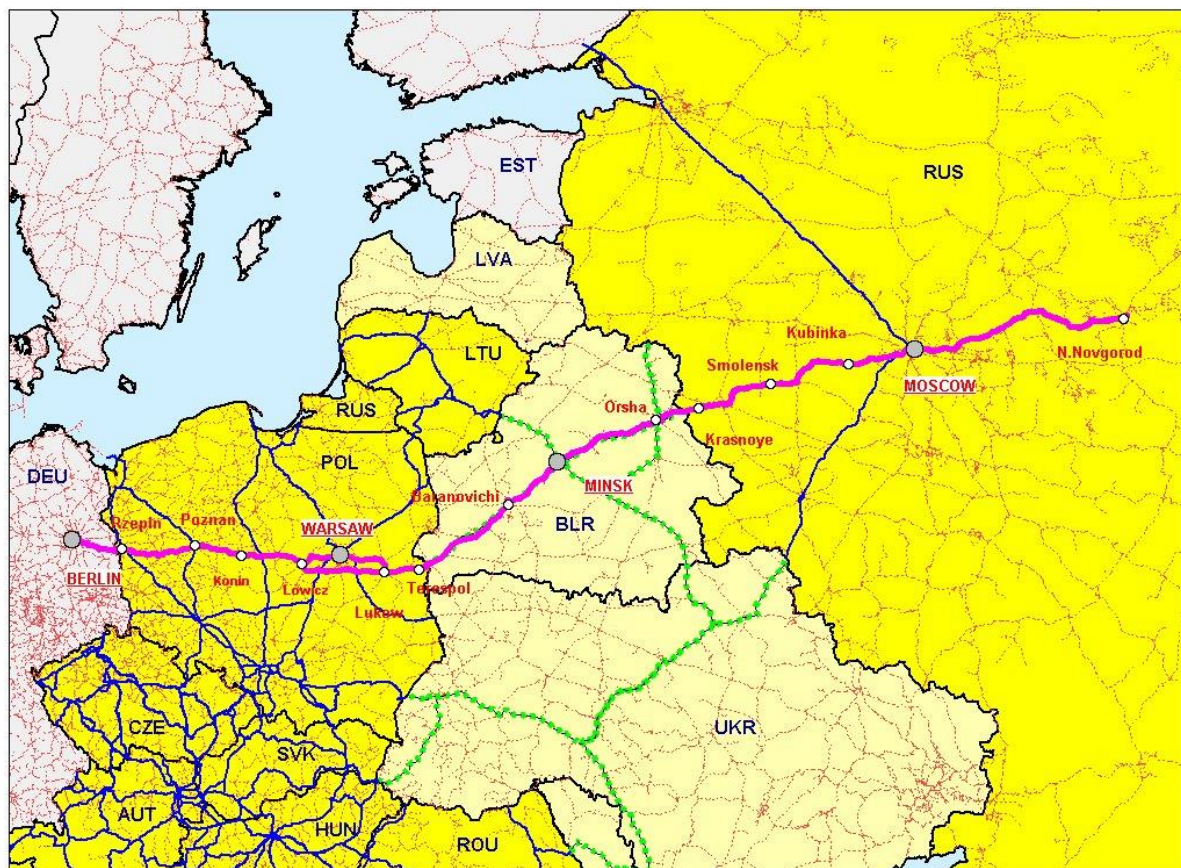
ДОДАТКИ

Додаток А. Схеми міжнародних транспортних коридорів	171
Додаток Б. Карта міжнародних автомобільних доріг і МТК України	176
Додаток В. Належність ТВ різних типів до відповідних множин транспортних вузлів	177
Додаток Д. Структура взаємозв'язку основних комплексів задач дослідження.....	182
Додаток Е. Зміст файлів бази даних транспорту України та Західної Європи.....	183
Додаток Ж. Зміст файлів бази даних міжнародних транспортних коридорів	219
Додаток К. Критичне значення критерію Вілкоксона для сполучених пар.....	223
Додаток Л. Акти впровадження результатів дисертаційної роботи, свідоцтва про реєстрацію авторського прова на твір	224
Додаток М. Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи	230

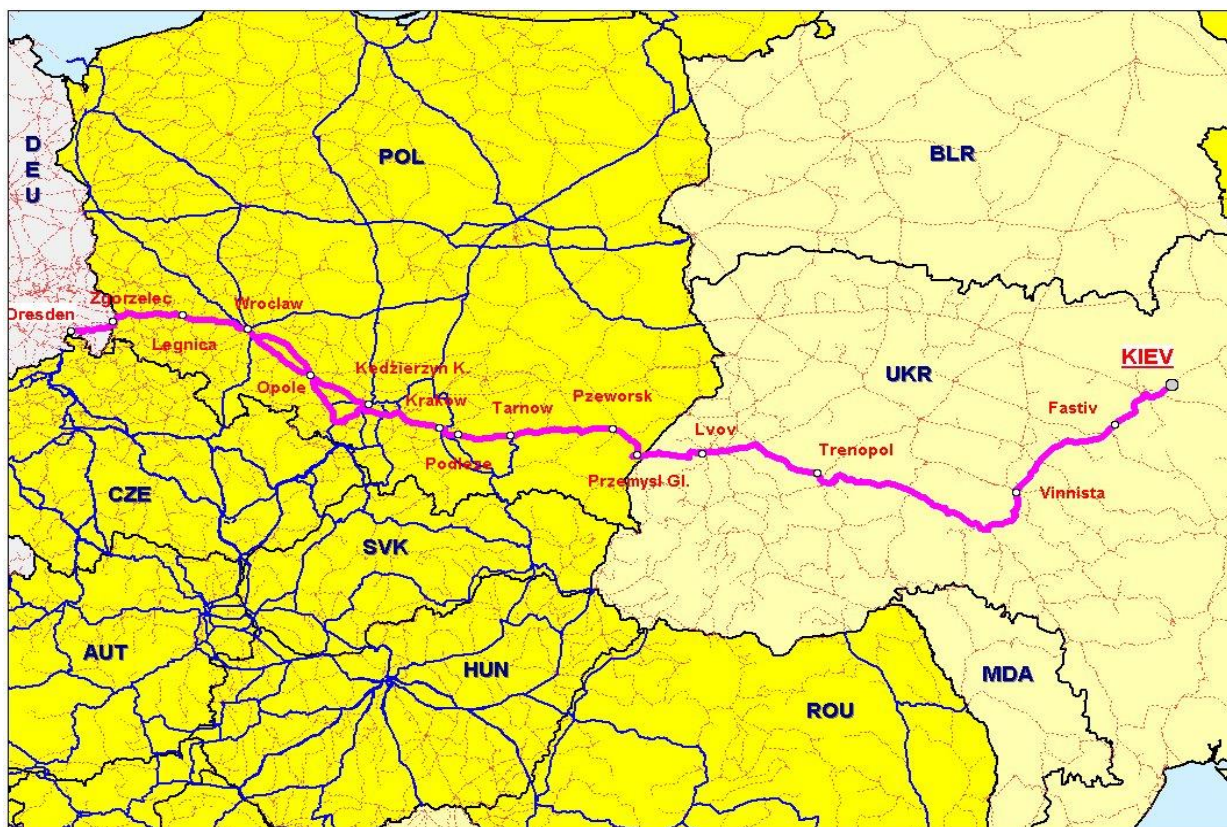
Додаток А.1
МТК № 1. Естонія, Латвія, Литва, Росія, Польща



Додаток А.2
МТК № 2. Німеччина, Польща, Білорусь, Росія



Додаток А.3
МТК № 3. Німеччина, Польща, Україна



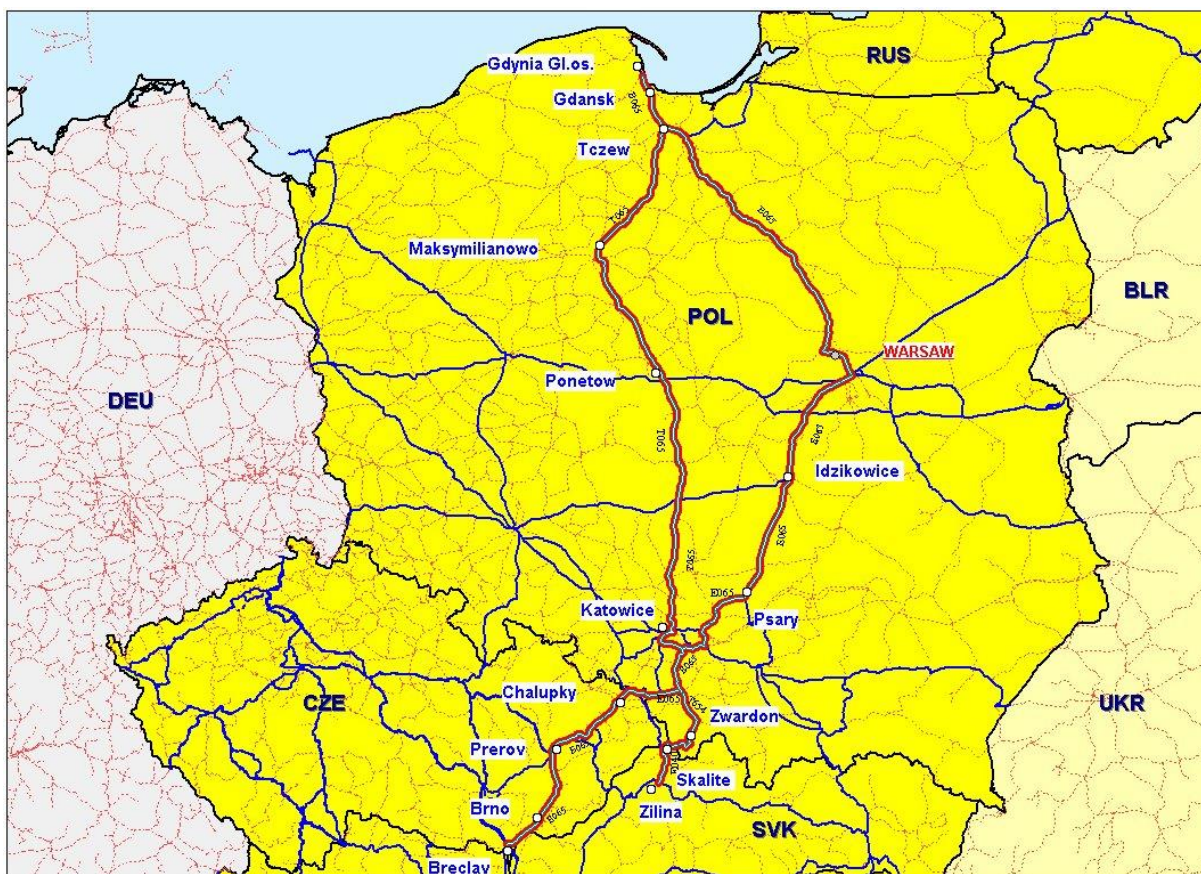
Додаток А.4
МТК № 4. Німеччина, Чехословаччина, Словаччина, Угорщина, Румунія, Греція



Додаток А.5
МТК № 5. Італія, Словенія, Угорщина, Словаччина, Україна



Додаток А.6
МТК № 6. Польща, Словаччина, Чехословаччина



Додаток А.7

МТК № 7. Австрія, Угорщина, Югославія, Болгарія, Румунія, Молдова, Україна



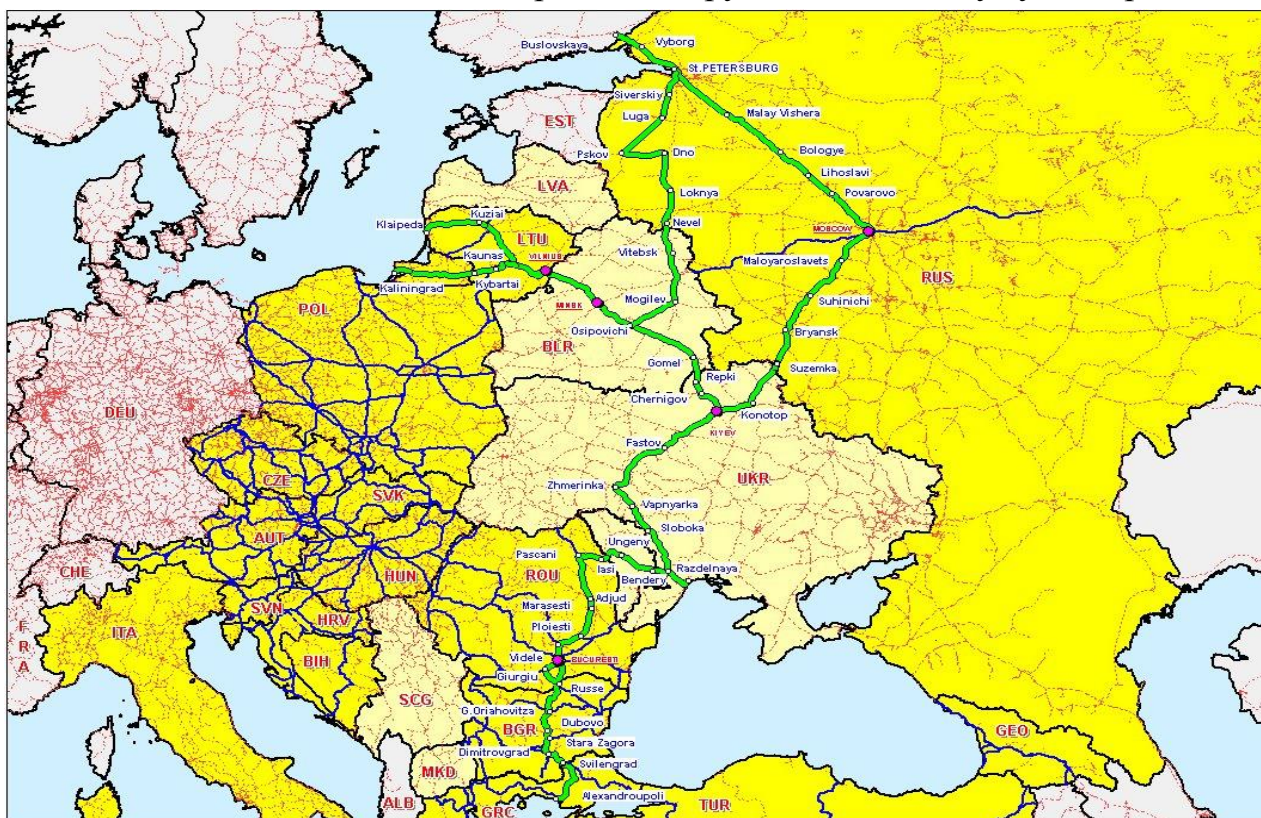
Додаток А.8

МТК № 8. Албанія, Македонія, Болгарія



Додаток А.9

МТК № 9. Фінляндія, Росія, Україна, Білорусь, Молдова, Румунія, Греція



Додаток А.10

МТК № 10. Австрія, Словенія, Хорватія, Сербія, Македонія, Угорщина, Болгарія, Греція



Додаток Б

Карта міжнародних автомобільних доріг і МТК України



Додаток В

Множина **М₁** н/п без транспортних вузлів (з/с або в/п)

1. Айсфельд	(Испания)	(Испания)	(Словения)
2. Александровка	43. Игуменица (GR)	84. Мурсия (Испания)	124. Старобельск
3. Алессандрия	44. Изюм	85. Мюнхен (D)	125. Судак
4. Алушта	45. Казерта (Италия)	86. Нёрдлинген	126. Тайнген (S)
5. Альбасете	46. Калатаюд	87. Нагольд	127. Татарбунары
(Испания)	47. Карловы Вары	88. Неаполь (Италия)	128. Тоужим
6. Ампоста (Испания)	48. Кассель	89. Немиров	129. Трухильо
7. Амьен	49. Кастельон-де-ла-	90. Нечаянное	130. Тульчин
8. Ахтырка	Плана (Испания)	91. Новоазовск	131. Тылява
9. Бамберг	50. Кельце	92. Новые Ярыловичи	(Польша)
10. Батурин	51. Клермон	93. Нортхайм	132. Ульм
11. Бачевск	52. Клодзко	94. Обухов	133. Устилуг
12. Баштановка	53. Козина (Словения)	95. Окантя	134. Фильяте
13. Бенсхайм	54. Конисполи (AL)	96. Ольденбург	135. Франкфурт-на-
14. Блаж	55. Копти	97. Оструда	Майне
15. Бобринец	56. Край (Хорватия)	98. Петровац	136. Фюзешабонь (H)
16. Бобушов	57. Краковец	99. Петровка	137. Хаслах
17. Болград	58. Красноперекопск	100. Платоново	138. Херес-де-ла-
18. Борисполь	59. Кролевец	101. Плонськ	Фронтера (Испания)
19. Бровары	60. Купянск	102. Подгора	139. Хильдесхайм
20. Брюгге (Бельгия)	61. Кучурган	(Хорватия)	140. Хорол
21. Брюли (Бельг.)	62. Лёррах (D)	103. Пфраймд	141. Чепрано (Италия)
22. Васильевка	63. Лежа	104. Равич	142. Червонознаменка
23. Вестерстедде	64. Лейрия	105. Ратно	143. Ческе-Будеёвице
24. Вильдесхаузен	65. Летовице	106. Регенсбург	144. Чигирин
25. Витшток	66. Лешно	107. Ретель	145. Чугуев
26. Вознесенск	67. Линдау (D)	108. Рогатин	146. Шапьяне
27. Выступовичи	68. Лос-Барриос	109. Роттердам	(Хорватия)
28. Гайзинг (Герм.)	(Испания)	(Нидер.)	147. Шарлеруа
29. Гельмязов	69. Лудеак (F)	110. Руланд	148. Шарниц (A)
30. Гиралтовце	70. Люббенау	111. Сайяда	149. Шкодер
31. Городище	71. Мальхов	112. Саки	150. Штутгарт
(Черн.обл.)	72. Мамалыга	113. Сантьяго-де-	151. Щербаковка
32. Груец	73. Марбелья	Компостела (Испания)	152. Эль-Вендрель
33. Гуарда	(Испания)	114. Саранда	(Испания)
34. Дольни-	74. Меловое	115. Сафра	153. Эльблонг
Дворжиште (CZ)	75. Мер	(Испания)	154. Эпиналь
35. Доманово	76. Микулов (CZ)	116. Севилья	155. Эрланген
36. Дубровник	77. Мироновка	(Испания)	156. Юнаковка
(Хорватия)	78. Миттенвальд	117. Сент-Омер	
37. Дукля	79. Мишкольц	118. Сеня (SK)	
38. Завала (Хорватия)	80. Млава	119. Сирет	
39. Зинген (D)	81. Монестерио	120. Скубокин (MNE)	
40. Золотоноша	(Испания)	121. Слано (Хорватия)	
41. Зольтау	82. Монтижу (Португ.)	122. Совата	
42. Игера-ла-Реаль	83. Мота-дель-Куэрво	123. Старад	

Множина M_2 н/п, у яких розташована тільки з/с

1. Авеццано	42. Биело-Поле	86. Винтертур	130. Дубровица
2. Айзенах	43. Бихаркерестеш	87. Витебск	131. Дьёр
3. Айнажи	44. Благоевград	88. Владимир-	132. Езерище
4. Александрия	45. Бон	Волынский	133. Електросталь
5. Александрия	46. Бородянка	89. Воловец	134. Ерфурт
(Рум.)	47. Борш (RO)	90. Волчанск	135. Жашков
6. Алькамо	48. Борщи	91. Вроцлав	136. Жешув
7. Альсфельд	49. Бранденбург	92. Вршац	137. Жилина
8. Анже	50. Брауншвейг	93. Выборг	138. Житомир
9. Анкона	51. Брашов	94. Вязники	139. Жмеринка
10. Антрацит	52. Брегенц	95. Вязьма	140. Жовтень
11. Апостолово	53. Брежице	96. Гёрлиц	141. Жодзина
12. Арад	54. Брест	97. Гаага (NL)	142. Загреб
13. Арисгойти	55. Брешиа	98. Гайворон	(Хорватия)
14. Арль	56. Брив-ла-Гайард	99. Ганновер	143. Залещики
15. Арциз	57. Бриндизи	100. Гауда	144. Зальцбург
16. Ахен	58. Брно	101. Гент	(Австрия)
17. Бад-Бентхайм	59. Брюссель	102. Гера	145. Залэу
(D)	60. Бургос	103. Гисен	146. Заречное
18. Бад-	61. Буск	104. Гливице	147. Заттледт
Райхенхалль	62. Бухарест	105. Глухов	148. Зволен
19. Бад-Херсфельд	63. Бяла-Подляска	106. Гомель	149. Згожелец
20. Бад-Эйнхаузен	64. Бяроза	107. Горни-Милановац	150. Зелов
21. Бадахос	65. Вёргль	108. Городище	151. Зиген
(Испан.)	66. Вальядолид	(Ров.обл.)	152. Знаменка
22. Базель (S)	67. Ванн	109. Гостивар	153. Золино
23. Байонна	68. Вапрянка	110. Граево	154. Ивано-Франковск
24. Барановичи	69. Варшава	111. Грац	155. Ивацевичи
25. Бари	70. Вашвар	112. Гребенка	156. Иецава
26. Батьево	71. Велес	113. Гребенки	157. Изварино
27. Баутцен	72. Вена (A)	114. Гроссето	158. Инсбрук
28. Бахмач	73. Вендаш-Новаш	115. Гусино	159. Ирун
29. Безансон	74. Венеция	116. Дебальцево	160. Йена
30. Белая Церковь	75. Вентимилья (I)	117. Дева	161. Йиглава
31. Белград	76. Верона	118. Деревины	162. Кёльн
(Сербия)	77. Вертиевка	119. Джанкой	163. Каменец-
32. Белгородка	78. Веспрем	120. Дзяржинськ	Подольский
33. Бельско-Бяла	79. Вжесня	121. Димитровград	164. Камень-
34. Бельфор	80. Визеу	122. Добрянка	Каширский
35. Бердичев	81. Вила-Франка-ди-	123. Довжанский	165. Карансебеш
36. Березовка	Шира	124. Довск	166. Кастро-Урдиалес
37. Берлин	82. Вилар-Формозу	125. Долинская	167. Катандзаро
38. Бетансос	83. Вильяфранка-	126. Доль	168. Катовице
39. Бжег	дель-Пенедес	127. Донецк	169. Каунас
40. Биарриц (F)	84. Винковцы	128. Дрезден	170. Кейдайняй
41. Бигано	85. Винница	129. Дубно	171. Кельн

172.	Кемпер	214.	Кутина	259.	Метапонто	302.	Орлеан
173.	Кесарево	215.	Кутно	260.	Мец	303.	Орша
174.	Кечкемет	216.	Куфштайн	261.	Минск	304.	Осер
175.	Килкис	217.	Кымпия-Турзи	262.	Миранда-де-Эбро	305.	Оснабрюк
176.	Кировоград	218.	Кюстендил	263.	Митровица	306.	Остров
177.	Кисак	219.	Ла-Корунья (Е)	(Серб.)		307.	Павлоград
178.	Киферсфельд ден (D)	220.	Лакинск	264.	Могилёв	308.	Пальманова
179.	Кичево	221.	Ландек	265.	Могилев- Подольский	309.	Панагюриште
180.	Клермон- Ферран	222.	Лапово	266.	Модан	310.	Паневежис
181.	Клуж-Напока	223.	Ле-Ман	267.	Можайск	311.	Парачин
182.	Кобрин	224.	Ле-Релеко- Керюон (F)	268.	Мокраны	312.	Париж
183.	Ковель	225.	Легница	269.	Монако	313.	Пасвалис
184.	Козелец	226.	Лехлиу-Гарэ	270.	Монпелье	314.	Перигё
185.	Коимбра	227.	Лион	271.	Монтаржи	315.	Перник
186.	Коломыя	228.	Липовац	272.	Монфальконе	316.	Першотравневое
187.	Конин	229.	Ловийса	273.	Моравица (Рум.)	317.	Пескара
188.	Конотоп	230.	Лович	274.	Москва	318.	Петрила
189.	Копычинцы	231.	Лодзь	275.	Мостиска	319.	Пиза
190.	Корец	232.	Лозовая	276.	Мошонмадьярова	320.	Пирот
191.	Коростень	233.	Ломжа	р (Н)		321.	Пирятин
192.	Коростышев	234.	Луга	277.	Мукачево	322.	Питешти
193.	Коруши	235.	Луганск	278.	Надлак	323.	Пловдив
194.	Кошице	236.	Лудони	279.	Нарбонна	324.	Плоешти
195.	Крайова	237.	Луцк	280.	Нежин	325.	Плочице
196.	Краков	238.	Львов	281.	Нижний-Новгород	326.	Пльзень
197.	Кралево	239.	Льеж	282.	Никкельсдорф	327.	Пневи
198.	Краматорск	240.	Любашевка	283.	Ницца	328.	По (F)
199.	Крань	241.	Любляна	284.	Ниш	329.	Подгорица (MNE)
200.	Красноармейск	242.	Любомль	285.	Нова-Градишка	330.	Познань
201.	Красноград	243.	Люшня	286.	Новая Каховка	331.	Пологи
202.	Кременец	244.	Магдебург	287.	Нове	332.	Полтава
203.	Кривое Озеро	245.	Мадзара-дель- Валло (I)	288.	Ново место	333.	Польгар
204.	Кривой Рог	246.	Мадрид	289.	Новоалексеевка	334.	Помбал
205.	Кротоне	247.	Мангейм	290.	Новоград- Волынский	335.	Помошная
206.	Крупки	248.	Марибор	291.	Ньиредьхаза	336.	Попешть
207.	Крутово	249.	Мариуполь	292.	Нюрнберг	337.	Постояна
208.	Кубинка	250.	Марьямаа	293.	Обзор	338.	Постояна (SLO)
209.	Кузнецово	251.	Марьямполье	294.	Овруч	339.	Прага
210.	Куйбышево	252.	Мединасели	295.	Овьедо	340.	Преняс
211.	Кукуруки	253.	Мелитополь	296.	Олдензал	341.	Прешов
212.	Куманово	254.	Мендзихуд	297.	Омуртаг	342.	Припять
213.	Куновице (PL)	255.	Ментона	298.	Ополе	343.	Псков
		256.	Мерида	299.	Опочка	344.	Пултуск
		257.	Мессина	300.	Орадя	345.	Пустошка
		258.	Местре	301.	Ореховск	346.	Пшемысль
						347.	Пюшпёкладань
						348.	Пярну

349. Рава-Русская	390. Сватово	433. Сумы	477. Хайльбронн
350. Радивиллов	391. Свободзин	434. Табор	478. Халмеу
351. Радинац	392. Себеш	435. Талавера-де-ла-Рейна	479. Хамина
352. Раднево	393. Северодонецк	436. Таллин	480. Харьков
353. Радомско	394. Севлиево	437. Таранто	481. Хатван
354. Радштадт	395. Сегед	438. Тарнув	482. Хеб
355. Радымно	396. Седльце	439. Татабанья	483. Хелмно
356. Рахов	397. Секейра	440. Тельфс	484. Хельсинки
357. Реджо-ди-Калабрия	398. Сен-Бриё	441. Теплице	485. Хемниц
358. Реймс	399. Сен-Луи	442. Терблече	486. Хмельницкий
359. Ренн	400. Сен-Поль-Лес-Дакс	443. Тернополь	487. Ходоров
360. Рибадео	401. Сент-Этьен	444. Тимишоара	488. Хорн
361. Рига	402. Середина-Буда	445. Тирана	489. Храмцово
362. Рим	403. Серпневое	446. Тиргу-Жиу	490. Христиновка
363. Ровно	404. Сибиу	447. Титово-Ужице (Серб.)	491. Хыршова
364. Рожает	405. Сигишоара	448. Товарник	492. Цавтат
365. Розадов	406. Сидирокастро	449. Толочин	493. Целе
366. Розенхайм	407. Симферополь	450. Торрелавега	494. Цюрих
367. Ромны	408. Синт-Трейден	451. Тортон	495. Чадца
368. Ромодан	409. Сколе	452. Торунь	496. Ченстохова
369. Рошиорий-де-Веде	410. Скопье	453. Тренчин	497. Червоноград
370. Роцино	411. Славонски-Брод	454. Троицкое	498. Чернигов
371. Рудница	412. Славянск	455. Тршебонь	499. Черновцы
372. Ружан	413. Слатина	456. Тулуза	500. Чефалу
373. Рыбоцице	414. Слобозия	457. Тур	501. Чоп
374. Саарбрюккен	415. Смедеревска-Паланка	458. Турда	502. Чорна
375. Савона	416. Смела	459. Турин (I)	503. Шабла
376. Саламанка (I)	417. Смоленск	460. Тыргу-Муреш	504. Шамбери
377. Салоники	418. Снигиревка	461. Удово	505. Шегини
378. Самбор	419. Сокиряны	462. Ужгород	506. Шепетовка
379. Сан-Себастьян	420. Сольё	463. Ульяновка	507. Шпитталь-ан-дер-Драу
380. Сандански	421. Сольнок	464. Умань	508. Шумен
381. Санкт-Галлен	422. София	465. Урзичени	509. Эвора
382. Санкт-Маргретен	423. Специя	466. Утрехт	510. Экс-ан-Прованс
383. Санкт-Пёльтен	424. Сремска-Митровица	467. Фастов	511. Эль-Ферроль
384. Санкт-Петербург	425. Ставице	468. Фельдкирх	512. Энергодар
385. Сантарен	426. Старое	469. Фетешти	513. Эрфурт
386. Сарагоса	427. Староконстантинов	470. Фетешть	514. Эштремош
387. Сарны	428. Стовбци	471. Филиаши	515. Ябланица
388. Сату-Маре	429. Стрый	472. Франкфурт-на-Одере	516. Яворов
389. Саулкрасти	430. Стрыкув	473. Фурнари	517. Ягодин
	431. Сувалки	474. Фюзешабонь	518. Ямполь
	432. Суленцин	475. Фюрстенфельд	519. Ярцево
		476. Хёхст (А)	520. Ярцево

Множина M_3 н/п, у яких розташований тільки в/п

1. Альмерия (Испания)	18. Гамбург (Герм.)	39. Копенгаген (Дания)	58. Сен-Назер (Франц.)
2. Амстердам (Голан.)	19. Гдыня (Поль.)	40. Коринф (Греция)	59. Сетубал (Португалия)
3. Антверпен (В)	20. Геническ	41. Кремс-на-Дунае	60. Силистра
4. Апатин	21. Гиндерешть	42. Ливорно (Италия)	61. Скадовск
5. Бая	22. Голубац	43. Малага (Испания)	62. Смедерево
6. Браила	23. Горностаевка	44. Марсель (Франция)	63. Сплит (Хорватия)
7. Бремен (Герм.)	24. Груя	45. Никопол	64. Стамбул (Турция)
8. Бремерхафен (Герм.)	25. Джела (Италия)	46. Нови-Сад	65. Тарифа (Испания)
9. Валенсия (Испания)	26. Джурджу	47. Нововоронцовка	66. Тутракан
10. Великая Лепетиха	27. Днепродзержинск	48. Оряхово	67. Уэльва (Испания)
11. Верхнеднепровск	28. Доньи Милонавац	49. Очаков	68. Фредериксхавн (Дания)
12. Виго (Испан.)	29. Дунауйварош	50. Патры (Греция)	69. Хихон (Испан.)
13. Видин	30. Зебрюгге (Бельг.)	51. Плоче (Хорватия)	70. Чанаккале (Турция)
14. Вилково	31. Ибс-на-Дунае	52. Рени	71. Чернаводэ
15. Вильгельмсхафен (Герм.)	32. Ильичевск	53. Риека (Хорватия)	72. Щецин (Поль.)
16. Вышгород	33. Каменка- Днепровская	54. Росток (Герм.)	73. Эмден (Герм.)
17. Гавр (Франц.)	34. Катания (Италия)	55. Роттердам (Голан.)	74. Эстергон
	35. Каховка	56. Салерно (Италия)	75. Ялта
	36. Керкира (Греция)	57. Свиштов	
	37. Килия		
	38. Комарно		

Множина M_4 н/п, у яких розташовані з/с і в/п

1. Авейру (Болгария)	12. Вена	22. Измаил	33. Нант
2. Бар	13. Влѐра	23. Кале	34. Николаев
3. Барселона	14. Гданьск (Поль.)	24. Канев	35. Никополь
4. Бердянск	15. Генуя	25. Канны	36. Одесса
5. Бильбао	16. Днепропетровск	26. Керчь	37. Остенде
6. Бордо	17. Дробета-Турну- Северин	27. Киев	38. Севастополь
7. Братислава	18. Дубровник (ZG)	28. Констанца	39. Триест
8. Брест-Ф.	19. Дуррес	29. Кременчуг	40. Феодосия
9. Будапешт	20. Евпатория	30. Линц	41. Херсон
10. Бургас (Болгария)	21. Запорожье	31. Лиссабон (Португ.)	42. Черкассы
11. Варна		32. Лорьян (F)	43. Южное

Додаток Д

Структура взаємозв'язку основних комплексів задач дослідження



Додаток Е

Зміст файлу N_P

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
1	Каховка	42600
2	Северодонецк	130300
3	Краматорск	191300
4	Измаил	91500
5	Болград	17600
6	Киля	25700
7	Баштановка	900
8	Вилково	10800
9	Южное	24000
10	Очаков	19100
11	Нечаянное	800
12	Скадовск	22500
13	Геническ	23100
14	Ново-алексеевка	10600
15	Вышгород	22400
16	Верхне-Днепровск	19100
17	Никополь	152000
18	Каменка-Днепровская	17500
19	Васильевка	16800
20	Ново-воронцовка	7600
21	Великая Лепетиха	10400
22	Горностаевка	7100
23	Любомль	10300
24	Камень-Каширский	12600
25	Ратно	8600
26	Владимир-Волынский	40200
27	Червоноград	75300
28	Заречное	8100
29	Дубровица	10800
30	Кременец	24000
31	Шепетовка	51700
32	Припять	700
33	Бородянка	13000
34	Новоград-Волынский	57000
35	Вертиевка	500

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
36	Нежин	80200
37	Белая Церковь	215200
38	Гребенка	13100
39	Добрянка	4000
40	Деревини	700
41	Бахмач	22200
42	Городище (Черн.обл.)	600
43	Конотоп	102000
44	Батурин	3800
45	Ромны	55200
46	Середина-Буда	9100
47	Ромодан	4500
48	Лозовая	71600
49	Павлоград	130000
50	Троицкое	8700
51	Антрацит	67000
52	Волчанск	23100
53	Красноармейск	71600
54	Куйбышево	10300
55	Пологи	25200
56	Энергодар	57800
57	Снигиревка	17300
58	Апостолово	19100
59	Долинская	24600
60	Помошная	11700
61	Серпневое	2600
62	Татарбунары	11700
63	Арциз	19600
64	Березовка	15400
65	Червоно-знаменка	800
66	Першо-травневое	600
67	Рудница	1900
68	Борщи	700
69	Петровка	900
70	Христиновка	13400
71	Вапрянкa	9100
72	Гайворон	16400
73	Жашков	16600

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
74	Фастов	53700
75	Сокиряны	11500
76	Каменец-Подольский	108000
77	Коломыя	67700
78	Залещики	11200
79	Копычинцы	7300
80	Ходоров	12700
81	Батьево	3000
82	Мостиска	9193
83	Самбор	40400
84	Яворов	14200
85	Купянск	34500
86	Сватово	22300
87	Старобельск	23600
88	Меловое	5800
89	Выступовичи	800
90	Овруч	18700
91	Могилев-Подольский	36500
92	Бердичев	92100
93	Немиров	12000
94	Тульчин	17000
95	Ямполь	12800
96	Обухов	33900
97	Мироновка	16400
98	Канев	29500
99	Гельмязов	500
100	Черкаскы	310600
101	Чигирин	126000
102	Бобринец	13600
103	Александровка	13300
104	Ахтырка	53200
105	Красноград	27200
106	Киев	2620900
107	Чернигов	310800
108	Новые Ярыловичи	400
109	Копти	600
110	Кролевец	26600

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
111	Глухов	36100
112	Бачевск	800
113	Пирятин	19400
114	Хорол	16700
115	Полтава	317300
116	Харьков	1521400
117	Изюм	61900
118	Славянск	129600
119	Дебальцево	32800
120	Довжанский	700
121	Смела	78600
122	Александрия	103200
123	Днепро	1122400
124	Донецк	1065400
125	Луганск	475300
126	Изварино	2200
127	Умань	90900
128	Одесса	1027400
129	Житомир	297700
130	Ровно	244900
131	Львов	793700
132	Мукачево	89600
133	Ужгород	126500
134	Чоп	9800
135	Коростень	65700
136	Сарны	31400
137	Ковель	71800
138	Ягодин	600
139	Устилуг	3000
140	Луцк	217900
141	Рава-Русская	9100
142	Краковец	3700
143	Шегини	500
144	Тернополь	235100
145	Хмельницкий	260100
146	Винница	389100
147	Кировоград	270200
148	Знаменка	31200
149	Любашевка	10300
150	Платоново	600
151	Николаев	517900
152	Херсон	358700

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
153	Новая Каховка	57800
154	Мелитополь	171000
155	Бердянск	136000
156	Мариуполь	499800
157	Новоазовск	14700
158	Рени	23900
159	Кучурган	700
160	Симферополь	341000
161	Феодосия	80900
162	Керчь	167400
163	Ялта	86000
164	Севастополь	356000
165	Доманово	800
166	Черновцы	259000
167	Мамалыга	400
168	Тереблече	500
169	Городище (Ров.обл.)	800
170	Старо- константинов	37300
171	Ильичевск	59000
172	Ульяновка	8100
173	Вознесенск	44000
174	Красно-перекопск	31800
175	Джанкой	48500
176	Запорожье	863100
177	Щербаковка	500
178	Сирет	900
179	Бровары	88400
180	Алушта	35900
181	Сумы	302200
182	Юнаковка	800
183	Борисполь	55000
184	Золотоноша	32600
185	Кременчуг	240700
186	Днепродзержинск	275500
187	Рахов	17000
188	Ивано-Франковск	252400
189	Рогатин	9200
190	Стрый	69500
191	Кривой Рог	719600
192	Саки	31900

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
193	Евпатория	113500
194	Судак	18800
195	Чугуев	37800
196	Жмеринка	41300
197	Радымно	5621
198	Жешув	164000
199	Краков	760000
200	Катовице	321163
201	Вроцлав	633000
202	Згожеlec	37177
203	Рыбоцице	35412
204	Познань	607500
205	Лодзь	770000
206	Варшава	1709781
207	Седльце	77000
208	Кукуруки	285456
209	Брест	309764
210	Мокраны	54778
211	Пшемьсль	67847
212	Гливице	200361
213	Ополе	128864
214	Легница	104489
215	Гёрлиц	55596
216	Дрезден	512458
217	Гера	99582
218	Эрфурт	204014
219	Бад-Херсфельд	30087
220	Гисен	77366
221	Кёльн	1007119
222	Ахен	245141
223	Льеж	194086
224	Брюссель	148000
225	Гент	230951
226	Остенде	13637
227	Кале	74336
228	Кошице	234969
229	Прешов	90805
230	Тренчин	56750
231	Брно	403000
232	Йиглава	50676
233	Прага	1272690
234	Пльзень	162627

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
235	Розвадов	30000
236	Нюрнберг	505664
237	Хайльбронн	122879
238	Мангейм	313174
239	Саарбрюккен	175536
240	Мец	122838
241	Реймс	188078
242	Париж	2233818
243	Ле-Ман	148169
244	Ренн	216000
245	Сен-Бриё	46087
246	Брест-Ф.	144548
247	Зволен	44331
248	Братислава	431061
249	Вена	1670347
250	Халмеу	25000
251	Сату-Маре	115142
252	Залэу	63642
253	Клуж-Напока	318027
254	Турда	57381
255	Себеш	29458
256	Сибиу	154458
257	Питешти	171498
258	Бухарест	1942254
259	Фетешти	34311
260	Констанца	310471
261	Кисак	25226
262	Хеб	32000
263	Кымпия-Турзи	26377
264	Слатина	78570
265	Гаага (NL)	500000
266	Гауда	71167
267	Утрехт	312634
268	Олдензал	32181
269	Бад-Бентхайм (D)	15567
270	Оснабрюк	164119
271	Бад-Эйнхаузен	48300
272	Ганновер	522686
273	Брауншвейг	248867
274	Магдебург	231525
275	Берлин	3479740
276	Франкфурт-на-	60330

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
	Одере	
277	Куновице (PL)	13567
278	Свободзин	21757
279	Стрыкув	3602
280	Лович	30383
281	Лорьян (F)	59189
282	Ванн	51759
283	Нант	281800
284	Анже	151000
285	Тур	136942
286	Орлеан	116490
287	Монтаржи	15794
288	Осер	37790
289	Бон	22916
290	Доль	25000
291	Безансон	122308
292	Бельфор	50417
293	Сен-Луи	26781
294	Базель (S)	169448
295	Цюрих	373646
296	Винтертур	100000
297	Санкт-Галлен	74879
298	Санкт-Маргретен	5338
299	Хёхст (A)	5789
300	Брегенц	29122
301	Фельдкирх	32341
302	Ландек	27000
303	Тельфс	15000
304	Инсбрук	127000
305	Вёргль	12536
306	Куфштайн	17896
307	Киферс-фельден (D)	6882
308	Ле-Релеко-Керюон (F)	15000
309	Розенхайм	61299
310	Бад-Райхенхалль	17470
311	Зальцбург (Австрия)	150378
312	Заттледт	2287
313	Линц	190000
314	Санкт-Пёльтен	51073

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
315	Никкельсдорф	2005
316	Мошонмадьярова р (H)	30840
317	Дьёр	127594
318	Будапешт	1736000
319	Сольнок	75474
320	Пюшпёкладань	15117
321	Бихаркерестеш	10256
322	Орадя	205077
323	Борш (RO)	2356
324	Вена (A)	1670347
325	Тыргу-Муреш	145943
326	Сигишоара	32570
327	Брашов	227961
328	Плоешти	232537
329	Урзичени	17354
330	Слобозия	52313
331	Хыршова	15225
332	Лудеак (F)	15902
333	Эпиналь	225529
334	Лёррах (D)	221572
335	Хаслах	6995
336	Нагольд	22542
337	Штутгарт	606588
338	Тайнген (S)	4162
339	Зинген (D)	45826
340	Линдау (D)	78643
341	Ульм	122801
342	Нёрдлинген	19023
343	Шарниц (A)	1331
344	Мюнхен (D)	1410259
345	Регенсбург	135520
346	Пфраймд	5447
347	Дольни-Дворжиште (CZ)	5452
348	Ческе-Будеёвице	94747
349	Табор	35859
350	Микулов (CZ)	7624
351	Фюзешабонь (H)	15238
352	Мишкольц	178950
353	Сеня (SK)	5242
354	Ла-Корунья (E)	246056

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
355	Бильбао	353200
356	Рибадео	10000
357	Овьедо	224005
358	Торрелавега	55888
359	Кастро-Урдиалес	32258
360	Сан-Себастьян	185357
361	Ирун	60261
362	Биарриц (F)	26690
363	Байонна	44300
364	Бордо	285151
365	Перигё	29416
366	Брив-ла-Гайард	53466
367	Клермон-Ферран	139006
368	Сент-Этьен	177480
369	Лион	480660
370	Шамбери	60900
371	Модан	11256
372	Турин (I)	910923
373	Алессандрия	90532
374	Тортонна	27163
375	Брешиа	191639
376	Верона	263818
377	Местре	25030
378	Пальманова	5006
379	Триест	205374
380	Постойна (SLO)	8548
381	Любляна	280000
382	Брежице	23253
383	Загреб (Хорватия)	792875
384	Славонски-Брод	64000
385	Липовац	5478
386	Белград (Сербия)	1136000
387	Вршац	36623
388	Моравица (Рум.)	5264
389	Тимишоара	336089
390	Карансебеш	28301
391	Дробета-Турну-Северин	86475
392	Крайова	304142
393	Александрия (Рум.)	58651
394	Лиссабон (Португ.)	545245

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
395	Сантарен	63563
396	Лейрия	125949
397	Коимбра	168000
398	Авейру	73559
399	Визеу	98167
400	Гуарда	44264
401	Вилар-Формозу	2481
402	Саламанка (I)	154462
403	Вальядолид	315522
404	Бургос	178574
405	Миранда-де-Эбро	390038
406	Арисгойти	15000
407	По (F)	78732
408	Тулуза	398000
409	Нарбонна	46510
410	Монпелье	251634
411	Арль	50500
412	Экс-ан-Прованс	140100
413	Канны	70610
414	Ницца	352338
415	Монако	32965
416	Ментона	28683
417	Вентимилья (I)	25400
418	Савона	61742
419	Генуя	605084
420	Специя	95641
421	Пиза	87353
422	Гроссето	80178
423	Рим	2761477
424	Авеццано	40957
425	Пескара	128200
426	Дубровник (ZG)	43770
427	Цавтат	2015
428	Плочице	2301
429	Подгорица (MNE)	136473
430	Биело-Поле	15883
431	Рожае	9121
432	Ябланица	2871
433	Митровица (Серб.)	71601
434	Кралево	57414
435	Горни-Милановац	45670
436	Монтижу (Португ.)	39168

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
437	Эвора	55621
438	Бадахос (Испан.)	149137
439	Мерида	55700
440	Трухильо	9692
441	Талавера-де-ла-Рейна	88986
442	Мадрид	3273049
443	Мединасели	1203
444	Калатаюд	21717
445	Сарагоса	701090
446	Вильяфранка-дель-Пенедес	38218
447	Барселона	1615908
448	Мадзара-дель-Валло (I)	50377
449	Алькамо	44959
450	Мессина	247592
451	Реджо-ди-Калабрия	186807
452	Катандзаро	93572
453	Кротоне	60517
454	Метапonto	1120
455	Таранто	193884
456	Бриндизи	89694
457	Чефалу	13744
458	Фурнари	3290
459	Игуменица (GR)	17000
460	Фильяте	5426
461	Сайяда	1526
462	Конисполи (AL)	1232
463	Саранда	15259
464	Влёра	130000
465	Люшня	37872
466	Дуррес	114000
467	Лежа	18695
468	Шкодер	198568
469	Скубокин (MNE)	2546
470	Бар	13719
471	Петровац	2365
472	Антверпен (B)	472071
473	Мер	1703
474	Роттердам (Нидер.)	610462

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
475	Кассель	195530
476	Нортхайм	29431
477	Хильдесхайм	102794
478	Миттенвальд	7434
479	Люббенау	16820
480	Руланд	3896
481	Равич	21398
482	Лешно	63970
483	Груец	14875
484	Кельце	205094
485	Клермон	1235
486	Амьен	136000
487	Сент-Омер	12500
488	Шарлеруа	212300
489	Брюли (Бельг.)	1254
490	Ретель	8679
491	Франкфурт-на-Майне	679664
492	Бенсхайм	39729
493	Айсфельд	5569
494	Бамберг	70004
495	Эрланген	105629
496	Гайзинг (Герм.)	3142
497	Карловы Вары	51537
498	Тоужим	3827
499	Клодзко	28034
500	Бобушов	5623
501	Летовице	6800
502	Гиралтовце	4186
503	Тылява (Польша)	2563
504	Дукля	17019
505	Бранденбург	2541950
506	Кемпер	29000
507	Сольё	2643
508	Совата	5600
509	Блаж	20910
510	Бетансос	13673
511	Эль-Ферроль	73638
512	Сен-Поль-Лес-Дакс	35456
513	Бигано	15233
514	Винковцы	33239

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
515	Товарник	5335
516	Рошиорий-де-Веде	31255
517	Помбал	59471
518	Секейра	5203
519	Анкона	115200
520	Титово-Ужице (Серб.)	102463
521	Смедеревска-Паланка	53778
522	Амстердам (Голан.)	790044
523	Роттердам (Голан.)	617347
524	Дубровник (Хорватия)	43770
525	Гамбург (Герм.)	1794453
526	Вильгельмсхафен (Герм.)	81324
527	Гданьск (Поль.)	457000
528	Гдыня (Поль.)	255300
529	Щецин (Поль.)	405606
530	Росток (Герм.)	202735
531	Копенгаген (Дания)	549050
532	Фредериксхавн (Дания)	23636
533	Бремерхафен (Герм.)	113366
534	Бремен (Герм.)	547685
535	Эмден (Герм.)	51616
536	Зебрюгге (Бельг.)	3865
537	Гавр (Франц.)	188605
538	Сен-Назер (Франц.)	68838
539	Хихон (Испан.)	280462
540	Виго (Испан.)	299088
541	Сетубал (Португалия)	122554
542	Уэльва (Испания)	149310
543	Севилья (Испания)	703206
544	Тарифа (Испания)	17768
545	Малага (Испания)	568507
546	Альмерия	190013

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
	(Испания)	
547	Валенсия (Испания)	810064
548	Марсель (Франция)	839043
549	Ливорно (Италия)	160774
550	Салерно (Италия)	146045
551	Джела (Италия)	77260
552	Катания (Италия)	294756
553	Риека (Хорватия)	144043
554	Сплит (Хорватия)	221000
555	Плоче (Хорватия)	6537
556	Керкира (Греция)	39487
557	Патры (Греция)	214585
558	Коринф (Греция)	36555
559	Чанаккале (Турция)	90653
560	Стамбул (Турция)	13483052
561	Бургас (Болгария)	207925
562	Варна (болгария)	352770
563	Плонськ	22258
564	Млава	30817
565	Оструда	33603
566	Эльблонг	127900
567	Витшток	15235
568	Мальхов	6793
569	Зольтау	21829
570	Вильдесхаузен	19209
571	Ольденбург	162173
572	Вила-Франка-ди-Шира	122908
573	Коруши	20191
574	Вендаш-Новаш	11957
575	Эштремош	15673
576	Бари	325000
577	Вестерстеде	22033
578	Брюгге (Бельгия)	117639
579	Сантьяго-де-Компостела (Испания)	94824
580	Игера-ла-Реаль (Испания)	2483
581	Херес-де-ла-	208896

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
	Фронтера (Испания)	
582	Монестерио (Испания)	4414
583	Сафра (Испания)	16433
584	Лос-Барриос (Испания)	22587
585	Марбелья (Испания)	136322
586	Мурсия (Испания)	436870
587	Альбасете (Испания)	171390
588	Мота-дель-Куэрво (Испания)	6304
589	Окантя	10098
590	Кастельон-де-ла-Плана (Испания)	180005
591	Ампоста (Испания)	21365
592	Эль-Вендрель (Испания)	36068
593	Неаполь (Италия)	963357
594	Казерта (Италия)	79488
595	Чепрано (Италия)	8312
596	Шапьяне (Хорватия)	3568
597	Старад (Словения)	3214
598	Козина (Словения)	4589
599	Подгора (Хорватия)	2547
600	Край (Хорватия)	3564
601	Завала (Хорватия)	2589
602	Слано (Хорватия)	3564
603	Ибс-на-Дунае	5812
604	Кремс-на-Дунае	23713
605	Комарно	37000
606	Эстергон	28412
607	Дунауйварош	46320
608	Бая	37690
609	Апатин	19320
610	Нови-Сад	250439
611	Смедерево	77808
612	Голубац	9248
613	Доньи Милонавац	3000
614	Груя	1810

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
615	Видин	46864
616	Оряхово	5837
617	Никопол	4071
618	Свиштов	35923
619	Джурджу	71000
620	Тутракан	9376
621	Силистра	40000
622	Чернаводэ	18595
623	Гиндерешть	2712
624	Браила	216900
625	Хельсинки	643272
626	Таллин	441961
627	Марьямаа	3183
628	Пярну	40700
629	Айнажи	891
630	Саулкрасти	3280
631	Рига	641423
632	Иецава	5728
633	Пасвалис	7077
634	Паневежис	89661
635	Кейдайняй	25654
636	Каунас	301068
637	Марьямполе	35987
638	Сувалки	69527
639	Граево	23302
640	Ломжа	63092
641	Ружан	2697
642	Пултуск	19229
643	Зелов	5599
644	Суленцин	10203
645	Мендзихуд	10680
646	Пневи	7990
647	Вжесня	29984
648	Конин	80355
649	Кутно	48000
650	Бяла-Подляска	57471
651	Кобрин	53177
652	Бяроза	29441
653	Ивацевичи	22958
654	Барановичи	179079
655	Стовбци	16946
656	Дзяржинськ	27441

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
657	Минск	1981690
658	Жодзина	64559
659	Крупки	8630
660	Толочин	9817
661	Орша	115052
662	Гусино	3253
663	Смоленск	330451
664	Ярцево	44097
665	Храмцово	999
666	Вязьма	52506
667	Старое	999
668	Можайск	30190
669	Кубинка	20157
670	Москва	11920000
671	Електросталь	158226
672	Лакинск	14568
673	Крутово	498
674	Вязники	36635
675	Золино	450
676	Нижний-Новгород	1257000
677	Синт-Трейден	38828
678	Кельн	1000298
679	Зиген	103555
680	Альсфельд	16351
681	Айзенах	42800
682	Ерфурт	204000
683	Йена	110321
684	Хемниц	248645
685	Баутцен	40798
686	Бжег	38496
687	Тарнув	107045
688	Буск	8561
689	Радивилов	10498
690	Дубно	38039
691	Корец	7245
692	Коростышев	25817
693	Белогородка	14000
694	Теплице	50379
695	Тршебонь	8862
696	Хорн	6382
697	Чорна	10663
698	Татабанья	67043

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
699	Кечкемет	112071
700	Сегед	161921
701	Надлак	8021
702	Арад	147922
703	Дева	67508
704	Петрила	25361
705	Тиргу-Жиу	78553
706	Филиаши	16900
707	Попешть	1979
708	Лехлиу-Гарэ	6072
709	Фетешть	30217
710	Шабла	3400
711	Шумен	87924
712	Омуртаг	10004
713	Кесарево	1534
714	Севлиево	24065
715	Благоевград	70881
716	Сандански	26255
716	София	1430000
718	Сидирокастро	5177
719	Салоники	1104460
720	Венеция	261358
721	Монфальконе	27668
722	Постойна	14581
723	Целе	37584
724	Марибор	94876
725	Грац	283869
726	Фюрстенфельд	5986
727	Вашвар	4677
728	Веспрем	60788
729	Хатван	20200
730	Фюзешабонь	8400
731	Польгар	7889
732	Ньиредьхаза	118164
733	Воловец	9194

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
734	Сколе	6742
735	Нове	6270
736	Хелмно	20428
737	Торунь	206765
738	Радомско	50618
739	Ченстохова	223322
740	Бельско-Бяла	176678
741	Чадца	27000
742	Жилина	86000
743	Тирана	883996
744	Преняс	6614
745	Кичево	27067
746	Гостивар	35847
747	Скопье	544086
748	Куманово	70842
749	Кюстендил	44111
750	Перник	84827
751	Панагюриште	18487
752	Пловдив	367376
753	Димитровград	38884
754	Раднево	14028
755	Ямбол	75813
756	Обзор	2117
757	Ловийса	15186
758	Хамина	21956
759	Выборг	77400
760	Рощино	14442
761	Санкт-Петербург	5351935
762	Кузнецово	14
763	Луга	35262
764	Лудони	381
765	Псков	210501
766	Остров	20427
767	Опочка	10144
768	Пустошка	4017

N_P		
Kod	Naim	Kol_g
769	Езерище	1223
770	Витебск	377932
771	Ореховск	2402
772	Могилёв	381353
773	Довск	1841
774	Гомель	535693
775	Козелец	7968
776	Гребенки	6993
777	Ставище	6496
778	Кривое Озеро	7665
779	Жовтень	2954
780	Радштадт	4710
781	Шпитталь-ан-дер-Драу	15952
782	Крань	36874
783	Ново место	22415
784	Кутина	13735
785	Нова-Градишка	13264
786	Сремска-Митровица	39041
787	Радинач	5428
788	Лапово	7844
789	Парачин	56913
790	Ниш	275724
791	Пирот	57922
792	Велес	43716
793	Удово	851
794	Килкис	22914

Зміст файлу Marsh_Avto

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
1	M - 01	Киев	Копти	90
2	M - 01	Копти	Чернигов	50
3	M - 01	Чернигов	Новые Ярыловичи	52
4	M - 02	Копти	Вертиевка	51
5	M - 02	Вертиевка	Городище (Черн.обл.)	67
6	M - 02	Городище (Черн.обл.)	Батурин	10
7	M - 02	Батурин	Кролевец	43
8	M - 02	Кролевец	Глухов	40
9	M - 02	Глухов	Бачевск	36
10	M - 03	Киев	Пирятин	160
11	M - 03	Пирятин	Хорол	89
12	M - 03	Хорол	Полтава	88
13	M - 03	Полтава	Харьков	150
14	M - 03	Харьков	Чугуев	38
15	M - 03	Чугуев	Изюм	89
16	M - 03	Изюм	Славянск	50
17	M - 03	Славянск	Дебальцево	83
18	M - 03	Дебальцево	Антрацит	55
19	M - 03	Антрацит	Довжанский	63
20	M - 04	Киев	Борисполь	32
21	M - 04	Борисполь	Кременчуг	248
22	M - 04	Кременчуг	Верхнеднепровск	91
23	M - 04	Верхнеднепровск	Днепропетровск	60
24	M - 04	Днепропетровск	Павлоград	75
25	M - 04	Павлоград	Красноармейск	107
26	M - 04	Красноармейск	Донецк	71
27	M - 04	Донецк	Луганск	148
28	M - 04	Луганск	Изварино	63
29	M - 05	Киев	Белая Церковь	81
30	M - 05	Белая Церковь	Жашков	61
31	M - 05	Жашков	Умань	70
32	M - 05	Умань	Ульяновка	46
33	M - 05	Ульяновка	Червонознаменка	146
34	M - 05	Червонознаменка	Одесса	85
35	M - 06	Киев	Житомир	131
36	M - 06	Житомир	Новоград-Волынский	85

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
37	M - 06	Новоград-Волынский	Ровно	102
38	M - 06	Ровно	Львов	223
39	M - 06	Львов	Мукачево	227
40	M - 06	Мукачево	Ужгород	44
41	M - 06	Ужгород	Чоп	23
42	M - 07	Киев	Бородянка	55
43	M - 07	Бородянка	Коростень	97
44	M - 07	Коростень	Сарны	179
45	M - 07	Сарны	Ковель	134
46	M - 07	Ковель	Любомль	46
47	M - 07	Любомль	Ягодин	16
48	M - 08	Устилуг	Владимир-Волынский	13
49	M - 08	Владимир-Волынский	Луцк	75
50	M - 08	Луцк	Ровно	70
51	M - 09	Львов	Рава-Русская	63
52	M - 10	Львов	Яворов	51
53	M - 10	Яворов	Краковец	18
54	M - 11	Львов	Мостиска	66
55	M - 11	Мостиска	Шегини	10
56	M - 12	Львов	Тернополь	128
57	M - 12	Тернополь	Хмельницкий	112
58	M - 12	Хмельницкий	Винница	120
59	M - 12	Винница	Христиновка	134
60	M - 12	Христиновка	Умань	23
61	M - 12	Умань	Кировоград	158
62	M - 12	Кировоград	Знаменка	40
63	M - 13	Кировоград	Помошная	72
64	M - 13	Помошная	Любашевка	98
65	M - 13	Любашевка	Петровка	63
66	M - 13	Петровка	Платоново	34
67	M - 14	Одесса	Южное	40
68	M - 14	Южное	Нечаянное	50
69	M - 14	Нечаянное	Николаев	30
70	M - 14	Николаев	Херсон	62
71	M - 14	Херсон	Новая Каховка	77
72	M - 14	Новая Каховка	Каховка	14
73	M - 14	Каховка	Мелитополь	149

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
74	М - 14	Мелитополь	Бердянск	129
75	М - 14	Бердянск	Мариуполь	89
76	М - 14	Мариуполь	Новоазовск	41
77	М - 15	Одесса	Татарбунары	136
78	М - 15	Татарбунары	Баштановка	18
79	М - 15	Баштановка	Болград	84
80	М - 15	Болград	Рени	55
81	М - 16	Одесса	Кучурган	59
82	М - 17	Симферополь	Феодосия	116
83	М - 17	Феодосия	Керчь	98
84	М - 18	Симферополь	Ялта	86
85	М - 18	Ялта	Севастополь	85
86	М - 19	Доманово	Ратно	22
87	М - 19	Ратно	Ковель	54
88	М - 19	Ковель	Луцк	73
89	М - 19	Луцк	Кременец	91
90	М - 19	Кременец	Тернополь	76
91	М - 19	Тернополь	Копычинцы	58
92	М - 19	Копычинцы	Залещики	59
93	М - 19	Залещики	Черновцы	48
94	М - 19	Черновцы	Мамалыга	31
95	М - 20	Житомир	Хмельницкий	186
96	М - 20	Хмельницкий	Каменец-Подольский	95
97	М - 20	Каменец-Подольский	Черновцы	81
98	М - 20	Черновцы	Тереблече	37
99	М - 21	Городище (Ров.обл.)	Дубровица	30
100	М - 21	Дубровица	Сарны	33
101	М - 21	Сарны	Ровно	84
102	М - 21	Ровно	Шепетовка	90
103	М - 21	Шепетовка	Староконстантинов	79
104	М - 22	Одесса	Ильичевск	14
105	М - 23	Ульяновка	Вознесенск	120
106	М - 23	Вознесенск	Николаев	89
107	М - 24	Херсон	Красноперекопск	132
108	М - 24	Красноперекопск	Симферополь	119
109	М - 25	Красноперекопск	Джанкой	57
110	М - 25	Джанкой	Феодосия	121
111	М - 26	Харьков	Днепропетровск	226
112	М - 26	Днепропетровск	Запорожье	103

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
113	М - 26	Запорожье	Васильевка	53
114	М - 26	Васильевка	Мелитополь	60
115	М - 26	Мелитополь	Новоалексеевка	90
116	М - 26	Новоалексеевка	Джанкой	69
117	М - 26	Джанкой	Симферополь	93
118	М - 26	Симферополь	Севастополь	75
119	М - 27	Харьков	Щербаковка	30
120	Е - 40	Шегини	Львов	76
121	Е - 40	Львов	Ровно	223
122	Е - 40	Ровно	Житомир	187
123	Е - 40	Житомир	Киев	131
124	Е - 40	Киев	Пирятин	160
125	Е - 40	Пирятин	Хорол	89
126	Е - 40	Хорол	Полтава	88
127	Е - 40	Полтава	Харьков	150
128	Е - 40	Харьков	Изюм	127
129	Е - 40	Изюм	Славянск	50
130	Е - 40	Славянск	Дебальцево	83
131	Е - 40	Дебальцево	Довжанский	118
132	Е - 50	Ужгород	Мукачево	44
133	Е - 85	Черновцы	Сирет	39
134	Е - 93	Бачевск	Глухов	36
135	Е - 93	Глухов	Кролевец	40
136	Е - 93	Кролевец	Копти	171
137	Е - 93	Копти	Бровары	61
138	Е - 93	Бровары	Киев	28
139	Е - 93	Киев	Умань	212
140	Е - 93	Умань	Одесса	277
141	Е - 95	Щербаковка	Харьков	30
142	Е - 95	Харьков	Днепропетровск	226
143	Е - 95	Днепропетровск	Запорожье	103
144	Е - 95	Запорожье	Мелитополь	113
145	Е - 95	Мелитополь	Джанкой	159
146	Е - 95	Джанкой	Симферополь	93
147	Е - 95	Симферополь	Алушта	42
148	Е - 95	Алушта	Ялта	44
149	Е - 471	Мукачево	Львов	227
150	Е - 573	Чоп	Ужгород	23
151	Е - 581	Кучурган	Одесса	59
152	Р - 01	Киев	Ромны	219
153	Р - 01	Ромны	Сумы	101
154	Р - 01	Сумы	Юнаковка	45

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
155	P - 02	Борисполь	Гельмязов	88
156	P - 02	Гельмязов	Золотоноша	28
157	P - 02	Золотоноша	Кременчуг	137
158	P - 02	Кременчуг	Днепро- дзержинск	120
159	P - 02	Днепро- дзержинск	Днепропетровск	35
160	P - 02	Днепропетровск	Запорожье	89
161	P - 03	Мукачево	Рахов	148
162	P - 03	Рахов	Ивано-Франковск	118
163	P - 03	Ивано-Франковск	Рогатин	60
164	P - 04	Стрый	Ивано-Франковск	100
165	P - 04	Ивано-Франковск	Коломыя	60
166	P - 04	Коломыя	Черновцы	75
167	P - 05	Стрый	Ходоров	40
168	P - 05	Ходоров	Тернополь	107
169	P - 06	Днепропетровск	Кривой Рог	143
170	P - 06	Кривой Рог	Николаев	170
171	P - 07	Симферополь	Саки	46
172	P - 07	Саки	Евпатория	20
173	P - 08	Алушта	Судак	56
174	P - 08	Судак	Феодосия	47
175	P - 09	Чугуев	Купянск	76
176	P - 09	Купянск	Сватово	57
177	P - 09	Сватово	Северодонецк	63
178	P - 09	Северодонецк	Старобельск	64
179	P - 09	Старобельск	Меловое	101
180	P - 10	Выступовичи	Овруч	35
181	P - 10	Овруч	Коростень	47
182	P - 10	Коростень	Житомир	82
183	P - 10	Житомир	Бердичев	43
184	P - 10	Бердичев	Винница	79
185	P - 10	Винница	Немиров	48
186	P - 10	Немиров	Могилев- Подольский	100
187	P - 11	Немиров	Тульчин	40
188	P - 11	Тульчин	Вапрянкa	22
189	P - 11	Вапрянкa	Ямполь	55
190	P - 12	Киев	Обухов	37
191	P - 13	Мироновка	Канев	41
192	P - 13	Канев	Гельмязов	29
193	P - 14	Золотоноша	Черкассы	38

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
194	P - 14	Черкассы	Смела	26
195	P - 15	Канев	Черкассы	78
196	P - 15	Черкассы	Чигирин	62
197	P - 15	Чигирин	Кременчуг	55
198	P - 16	Александровка	Кировоград	55
199	P - 16	Кировоград	Бобринец	51
200	P - 16	Бобринец	Николаев	130
201	P - 17	Сумы	Ахтырка	73
202	P - 17	Ахтырка	Полтава	95
203	P - 17	Полтава	Кременчуг	110
204	P - 17	Кременчуг	Александрия	60
205	P - 18	Полтава	Красноград	73
206	P - 19	Славянск	Краматорск	18
207	P - 19	Краматорск	Донецк	87
208	P - 19	Донецк	Мариуполь	107
209	Г - 01	Измаил	Болград	43
210	Г - 02	Вилково	Киля	30
211	Г - 02	Киля	Баштановка	41
212	Г - 03	Очаков	Нечаянное	43
213	Г - 04	Скадовск	Херсон	77
214	Г - 05	Геническ	Новоалексеевка	13
215	Г - 06	Вышгород	Киев	18
216	Г - 07	Никополь	Запорожье	75
217	Г - 08	Каменка- Днепровская	Васильевка	76
218	Г - 09	Нововоронцовка	Кривой Рог	66
219	Г - 10	Великая Лепетиха	Горностаевка	26
220	Г - 10	Горностаевка	Каховка	36
221	Г - 11	Камень- Каширский	Ратно	32
222	Г - 12	Червоноград	Рава-Русская	55
223	Г - 13	Заречное	Дубровица	54
224	Г - 14	Припять	Бородянка	105
225	Г - 15	Нежин	Вертиевка	15
226	Г - 16	Гребенка	Пирятин	16
227	Г - 17	Добрянкa	Новые Ярыловичи	12
228	Г - 18	Деревины	Добрянкa	41
229	Г - 19	Бахмач	Городище (Черн.обл.)	13
230	Г - 20	Конотоп	Батурин	27
231	Г - 21	Середина-Буда	Глухов	62
232	Г - 22	Ромодан	Хорол	56

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
233	Г - 23	Лозовая	Павлоград	57
234	Г - 24	Троицкое	Сватово	60
235	Г - 25	Волчанск	Харьков	66
236	Г - 26	Куйбышево	Бердянск	73
237	Г - 27	Пологи	Запорожье	94
238	Г - 28	Каменка-Днепровская	Энергодар	16
239	Г - 29	Снигиревка	Херсон	52
240	Г - 30	Апостолово	Кривой Рог	38
241	Г - 31	Долинская	Бобринец	47
242	Г - 32	Серпневое	Арциз	52
243	Г - 32	Арциз	Татарбунары	26
244	Г - 33	Березовка	Червонознаменка	53
245	Г - 34	Першотравневое	Червонознаменка	22
246	Г - 35	Рудница	Ямполь	67
247	Г - 36	Борщи	Петровка	30
248	Г - 37	Гайворон	Ульяновка	40
249	Г - 38	Фастов	Белая Церковь	35
250	Г - 39	Сокиряны	Каменец-Подольский	86
251	Г - 40	Батьево	Чоп	21
252	Г - 41	Самбор	Мостиска	33
253	Г - 42	Жмеринка	Винница	43
254	Г - 43	Северодонецк	Славянск	98
255	А-4	Краковец	Радымно	23
256	А-4	Радымно	Жешув	62
257	А-4	Жешув	Краков	160
258	А-4	Краков	Катовице	85
259	А-4	Катовице	Вроцлав	200
260	А-4	Вроцлав	Згожеlec	160
261	А-2	Рыбоцице	Познань	180
262	А-2	Познань	Лодзь	210
263	А-2	Лодзь	Варшава	120
264	А-2	Варшава	Седльце	80
265	А-2	Седльце	Кукуруки	99
266	А-2_1	Кукуруки	Брест	9
267	А-2_1	Брест	Мокраны	55
268	А-2_1	Мокраны	Доманово	5
269	Е-40	Мостиска	Пшемысль	27
270	Е-40	Пшемысль	Радымно	19
271	Е-40	Радымно	Краков	220
272	Е-40	Краков	Гливице	100

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
273	Е-40	Гливице	Ополе	70
274	Е-40	Ополе	Вроцлав	89
275	Е-40	Вроцлав	Легница	63
276	Е-40	Легница	Гёрлиц	91
277	Е-40	Гёрлиц	Дрезден	98
278	Е-40	Дрезден	Гера	140
279	Е-40	Гера	Эрфурт	89
280	Е-40	Эрфурт	Бад-Херсфельд	110
281	Е-40	Бад-Херсфельд	Гисен	82
282	Е-40	Гисен	Кёльн	150
283	Е-40	Кёльн	Ахен	69
284	Е-40	Ахен	Льеж	50
285	Е-40	Льеж	Брюссель	87
286	Е-40	Брюссель	Гент	56
287	Е-40	Гент	Остенде	63
288	Е-40	Остенде	Кале	100
289	Е-50	Ужгород	Кошице	88
290	Е-50	Кошице	Прешов	32
291	Е-50	Прешов	Тренчин	280
292	Е-50	Тренчин	Брно	130
293	Е-50	Брно	Йиглава	87
294	Е-50	Йиглава	Прага	110
295	Е-50	Прага	Пльзень	92
296	Е-50	Пльзень	Розвадов	66
297	Е-50	Розвадов	Нюрнберг	130
298	Е-50	Нюрнберг	Хайльбронн	160
299	Е-50	Хайльбронн	Мангейм	75
300	Е-50	Мангейм	Саарбрюккен	120
301	Е-50	Саарбрюккен	Мец	65
302	Е-50	Мец	Реймс	170
303	Е-50	Реймс	Париж	120
304	Е-50	Париж	Ле-Ман	180
305	Е-50	Ле-Ман	Ренн	140
306	Е-50	Ренн	Сен-Бриё	89
307	Е-50	Сен-Бриё	Брест-Ф.	140
308	Е-58	Ужгород	Кошице	88
309	Е-58	Кошице	Зволен	200
310	Е-58	Зволен	Братислава	180
311	Е-58	Братислава	Вена	64
312	Е-81	Мукачево	Халмеу	65
313	Е-81	Халмеу	Сату-Маре	33
314	Е-81	Сату-Маре	Залэу	77

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
315	E-81	Залэу	Клуж-Напока	69
316	E-81	Клуж-Напока	Турда	29
317	E-81	Турда	Себеш	100
318	E-81	Себеш	Сибиу	52
319	E-81	Сибиу	Питешти	140
320	E-81	Питешти	Бухарест	100
321	E-81	Бухарест	Фетешти	140
322	E-81	Фетешти	Констанца	150
323	E-30	Гаага (NL)	Гауда	24
324	E-30	Гауда	Утрехт	32
325	E-30	Утрехт	Олдензал	130
326	E-30	Олдензал	Бад-Бентхайм (D)	17
327	E-30	Бад-Бентхайм (D)	Оснабрюк	64
328	E-30	Оснабрюк	Бад-Эйнхаузен	55
329	E-30	Бад-Эйнхаузен	Ганновер	76
330	E-30	Ганновер	Брауншвейг	63
331	E-30	Брауншвейг	Магдебург	90
332	E-30	Магдебург	Берлин	135
333	E-30	Берлин	Франкфурт-на-Одере	76
334	E-30	Франкфурт-на-Одере	Куновице (PL)	9
335	E-30	Куновице (PL)	Свободзин	64
336	E-30	Свободзин	Познань	110
337	E-30	Познань	Стрыкув	200
338	E-30	Стрыкув	Лович	34
339	E-30	Лович	Варшава	75
340	E-60	Ле-Релеко-Керюон (F)	Лорьян (F)	128
341	E-60	Лорьян (F)	Ванн	55
342	E-60	Ванн	Нант	112
343	E-60	Нант	Анже	85
344	E-60	Анже	Тур	115
345	E-60	Тур	Орлеан	110
346	E-60	Орлеан	Монтаржи	69
347	E-60	Монтаржи	Осер	77
348	E-60	Осер	Бон	140
349	E-60	Бон	Доль	57
350	E-60	Доль	Безансон	47
351	E-60	Безансон	Бельфор	90
352	E-60	Бельфор	Сен-Луи	69
353	E-60	Сен-Луи	Базель (S)	7

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
354	E-60	Базель (S)	Цюрих	85
355	E-60	Цюрих	Винтертур	23
356	E-60	Винтертур	Санкт-Галлен	54
357	E-60	Санкт-Галлен	Санкт-Маргретен	25
358	E-60	Санкт-Маргретен	Хёхст (A)	3
359	E-60	Хёхст (A)	Брегенц	8
360	E-60	Брегенц	Фельдкирх	28
361	E-60	Фельдкирх	Ландек	78
362	E-60	Ландек	Тельфс	45
363	E-60	Тельфс	Инсбрук	26
364	E-60	Инсбрук	Вёргль	57
365	E-60	Вёргль	Куфштайн	25
366	E-60	Куфштайн	Киферсфельден (D)	6
367	E-60	Киферсфельден (D)	Розенхайм	25
368	E-60	Розенхайм	Бад-Райхенхалль	72
369	E-60	Бад-Райхенхалль	Зальцбург (A)	13
370	E-60	Зальцбург (A)	Заттледт	94
371	E-60	Заттледт	Линц	29
372	E-60	Линц	Санкт-Пёльтен	100
373	E-60	Санкт-Пёльтен	Вена (A)	71
374	E-60	Вена (A)	Никкельсдорф	66
375	E-60	Никкельсдорф	Мошонмадьярова (H)	16
376	E-60	Мошон-мадьяровар (H)	Дьёр	37
377	E-60	Дьёр	Будапешт	120
378	E-60	Будапешт	Сольнок	95
379	E-60	Сольнок	Пюшпёкладань	76
380	E-60	Пюшпёкладань	Бихаркерестеш	59
381	E-60	Бихаркерестеш	Борш (RO)	7
382	E-60	Борш (RO)	Орадя	12
383	E-60	Орадя	Клуж-Напока	147
384	E-60	Турда	Тыргу-Муреш	72
385	E-60	Тыргу-Муреш	Сигишоара	43
386	E-60	Сигишоара	Брашов	110
387	E-60	Брашов	Плоешти	97
388	E-60	Плоешти	Бухарест	55
389	E-60	Бухарест	Урзичени	51
390	E-60	Урзичени	Слобозия	60
391	E-60	Слобозия	Хыршова	56
392	E-60	Хыршова	Констанца	83

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
393	A-6-5	Ле-Релеко-Керюон (F)	Брест-Ф.	7
394	A-6-5	Ванн	Лудеак (F)	69
395	A-6-5	Лудеак (F)	Сен-Бриё	41
396	A-6-5	Нант	Ренн	100
397	A-6-5	Орлеан	Париж	130
398	A-6-5	Безансон	Эпиналь	132
399	A-6-5	Эпиналь	Мец	125
400	A-6-5	Базель (S)	Лёррах (D)	17
401	A-6-5	Лёррах (D)	Хаслах	93
402	A-6-5	Хаслах	Нагольд	80
403	A-6-5	Нагольд	Штутгарт	41
404	A-6-5	Штутгарт	Хайльбронн	45
405	A-6-5	Винтертур	Тайнген (S)	30
406	A-6-5	Зинген (D)	Штутгарт	142
407	A-6-5	Хёхст (A)	Линдау (D)	20
408	A-6-5	Линдау (D)	Ульм	120
409	A-6-5	Ульм	Нёрдлинген	70
410	A-6-5	Нёрдлинген	Нюрнберг	80
411	A-6-5	Инсбрук	Шарниц (A)	28
412	A-6-5	Шарниц (A)	Мюнхен (D)	92
413	A-6-5	Мюнхен (D)	Регенсбург	120
414	A-6-5	Регенсбург	Пфраймд	60
415	A-6-5	Пфраймд	Розвадов	40
416	A-6-5	Линц	Дольни-Дворжиште (CZ)	55
417	A-6-5	Дольни-Дворжиште (CZ)	Ческе-Будеёвице	40
418	A-6-5	Ческе-Будеёвице	Табор	55
419	A-6-5	Табор	Прага	80
420	A-6-5	Вена (A)	Микулов (CZ)	68
421	A-6-5	Микулов (CZ)	Брно	52
422	A-6-5	Будапешт	Фюзешабонь (H)	110
423	A-6-5	Фюзешабонь (H)	Мишкольц	60
424	A-6-5	Мишкольц	Сеня (SK)	65
425	A-6-5	Сеня (SK)	Кошице	25
426	E-70	Ла-Корунья (E)	Рибадео	140
427	E-70	Рибадео	Овьедо	145
428	E-70	Овьедо	Торрелавега	160
429	E-70	Торрелавега	Кастро-Урдиалес	80
430	E-70	Кастро-Урдиалес	Бильбао	20
431	E-70	Бильбао	Сан-Себастьян	100

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
432	E-70	Сан-Себастьян	Ирун	10
433	E-70	Ирун	Биарриц (F)	29
434	E-70	Биарриц (F)	Байонна	5
435	E-70	Байонна	Бордо	166
436	E-70	Бордо	Перигё	120
437	E-70	Перигё	Брив-ла-Гайард	80
438	E-70	Брив-ла-Гайард	Клермон-Ферран	160
439	E-70	Клермон-Ферран	Сент-Этьен	140
440	E-70	Сент-Этьен	Лион	50
441	E-70	Лион	Шамбери	90
442	E-70	Шамбери	Модан	110
443	E-70	Модан	Турин (I)	89
444	E-70	Турин (I)	Алессандрия	91
445	E-70	Алессандрия	Тортонна	25
446	E-70	Тортонна	Брешиа	150
447	E-70	Брешиа	Верона	60
448	E-70	Верона	Местре	100
449	E-70	Местре	Пальманова	115
450	E-70	Пальманова	Триест	50
451	E-70	Триест	Постойна (SLO)	40
452	E-70	Постойна (SLO)	Любляна	45
453	E-70	Любляна	Брежице	100
454	E-70	Брежице	Загреб (Хорв.)	40
455	E-70	Загреб (Хорв.)	Славонски-Брод	190
456	E-70	Славонски-Брод	Липовац	90
457	E-70	Липовац	Белград (Серб.)	120
458	E-70	Белград (Серб.)	Вршац	95
459	E-70	Вршац	Моравица (Рум.)	10
460	E-70	Моравица (Рум.)	Тимишоара	60
461	E-70	Тимишоара	Карансебеш	102
462	E-70	Карансебеш	Дробета-Турну-Северин	110
463	E-70	Дробета-Турну-Северин	Крайова	112
464	E-70	Крайова	Александрия (Рум.)	140
465	E-70	Александрия (Рум.)	Бухарест	150
466	E-80	Лиссабон (Португ.)	Сантарен	71
467	E-80	Сантарен	Лейрия	79
468	E-80	Лейрия	Коимбра	60
469	E-80	Коимбра	Авейру	55

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
470	E-80	Авейру	Визеу	75
471	E-80	Визеу	Гуарда	70
472	E-80	Гуарда	Вилар-Формозу	50
473	E-80	Вилар-Формозу	Саламанка (I)	110
474	E-80	Саламанка (I)	Вальядолид	100
475	E-80	Вальядолид	Бургос	123
476	E-80	Бургос	Миранда-де-Эбро	92
477	E-80	Миранда-де-Эбро	Арисгойти	65
478	E-80	Арисгойти	Сан-Себастьян	95
479	E-80	Сан-Себастьян	Ирун	10
480	E-80	Ирун	Биарриц (F)	29
481	E-80	Биарриц (F)	По (F)	97
482	E-80	По (F)	Тулуза	186
483	E-80	Тулуза	Нарбонна	147
484	E-80	Нарбонна	Монпелье	91
485	E-80	Монпелье	Арль	67
486	E-80	Арль	Экс-ан-Прованс	107
487	E-80	Экс-ан-Прованс	Канны	140
488	E-80	Канны	Ницца	24
489	E-80	Ницца	Монако	15
490	E-80	Монако	Ментона	17
491	E-80	Ментона	Вентимилья (I)	11
492	E-80	Вентимилья (I)	Савона	107
493	E-80	Савона	Генуя	40
494	E-80	Генуя	Специя	92
495	E-80	Специя	Пиза	64
496	E-80	Пиза	Гроссето	152
497	E-80	Гроссето	Рим	168
498	E-80	Рим	Авеццано	116
499	E-80	Авеццано	Пескара	106
500	E-80	Дубровник (ZG)	Цавтат	16
501	E-80	Цавтат	Плочице	20
502	E-80	Плочице	Подгорица (MNE)	156
503	E-80	Подгорица (MNE)	Биело-Поле	101
504	E-80	Биело-Поле	Рожае	47
505	E-80	Рожае	Ябланица	14
506	E-80	Ябланица	Митровица (Серб.)	73
507	A-8-7	Митровица (Серб.)	Кралево	118
508	A-8-7	Кралево	Горни-Милановац	36

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
509	A-8-7	Горни-Милановац	Белград (Серб.)	124
510	E-80	Пескара	Дубровник (ZG)	320
511	E-90	Лиссабон (Португ.)	Монтижу (Португ.)	22
512	E-90	Монтижу (Португ.)	Эвора	95
513	E-90	Эвора	Бадахос (Испан.)	99
514	E-90	Бадахос (Испан.)	Мерида	58
515	E-90	Мерида	Трухильо	98
516	E-90	Трухильо	Талавера-де-ла-Рейна	124
517	E-90	Талавера-де-ла-Рейна	Мадрид	120
518	E-90	Мадрид	Мединасели	152
519	E-90	Мединасели	Калатаюд	78
520	E-90	Калатаюд	Сарагоса	74
521	E-90	Сарагоса	Вильяфранка-дель-Пенедес	248
522	E-90	Вильяфранка-дель-Пенедес	Барселона	44
523	E-90	Барселона	Мадзара-дель-Валло (I)	997
524	E-90	Мадзара-дель-Валло (I)	Алькамо	64
525	E-90	Алькамо	Чефалу	128
526	E-90	Чефалу	Фурнари	102
527	E-90	Фурнари	Мессина	42
528	E-90	Мессина	Реджо-ди-Калабрия	12
529	E-90	Реджо-ди-Калабрия	Катандзаро	176
530	E-90	Катандзаро	Кротоне	62
531	E-90	Кротоне	Метапonto	194
532	E-90	Метапonto	Таранто	42
533	E-90	Таранто	Бриндизи	78
534	E-90	Бриндизи	Игуменица (Грец.)	250
535	A-9-8	Игуменица (GR)	Фильяте	38
536	A-9-8	Фильяте	Сайяда	12
537	A-9-8	Сайяда	Конисполи (AL)	5
538	A-9-8	Конисполи (AL)	Саранда	40
539	A-9-8	Саранда	Влёра	103
540	A-9-8	Влёра	Люшня	61
541	A-9-8	Люшня	Дуррес	51

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
542	A-9-8	Дуррес	Лежа	74
543	A-9-8	Лежа	Шкодер	35
544	A-9-8	Шкодер	Скубокин (MNE)	11
545	A-9-8	Скубокин (MNE)	Бар	26
546	A-9-8	Бар	Петровац	22
547	A-9-8	Петровац	Подгорица (MNE)	48
548	A-3-4	Гаага (NL)	Роттердам (Нидер.)	24
549	A-3-4	Роттердам (Нидер.)	Мер	71
550	A-3-4	Мер	Антверпен (В)	30
551	A-3-4	Антверпен (В)	Брюссель	40
552	A-3-4	Ганновер	Хильдесхайм	26
553	A-3-4	Хильдесхайм	Нортхайм	59
554	A-3-4	Нортхайм	Кассель	60
555	A-3-4	Кассель	Бад-Херсфельд	58
556	A-3-4	Берлин	Миттенвальд	19
557	A-3-4	Миттенвальд	Люббенау	55
558	A-3-4	Люббенау	Руланд	46
559	A-3-4	Руланд	Дрезден	49
560	A-3-4	Познань	Лешно	77
561	A-3-4	Лешно	Равич	34
562	A-3-4	Равич	Вроцлав	63
563	A-3-4	Варшава	Груец	34
564	A-3-4	Груец	Кельце	134
565	A-3-4	Кельце	Краков	120
566	A-4-5	Кале	Сент-Омер	35
567	A-4-5	Сент-Омер	Амьен	110
568	A-4-5	Амьен	Клермон	62
569	A-4-5	Клермон	Париж	59
570	A-4-5	Брюссель	Шарлеруа	62
571	A-4-5	Шарлеруа	Брюли (Бельг.)	58
572	A-4-5	Брюли (Бельг.)	Ретель	54
573	A-4-5	Ретель	Реймс	37
574	A-4-5	Гисен	Франкфурт-на-Майне	54
575	A-4-5	Франкфурт-на-Майне	Бенсхайм	51
576	A-4-5	Бенсхайм	Мангейм	28
577	A-4-5	Эрфурт	Айсфельд	78
578	A-4-5	Айсфельд	Бамберг	64
579	A-4-5	Бамберг	Эрланген	60
580	A-4-5	Эрланген	Нюрнберг	19

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
581	A-4-5	Дрезден	Гайзинг (Герм.)	34
582	A-4-5	Гайзинг (Герм.)	Карловы Вары	116
583	A-4-5	Карловы Вары	Тоужим	29
584	A-4-5	Тоужим	Пльзень	49
585	A-4-5	Вроцлав	Клодзко	76
586	A-4-5	Клодзко	Бобушов	38
587	A-4-5	Бобушов	Летовице	80
588	A-4-5	Летовице	Брно	38
589	A-4-5	Жешув	Дукля	66
590	A-4-5	Дукля	Тылява (Польша)	10
591	A-4-5	Тылява (Польша)	Гиралтовце	47
592	A-4-5	Гиралтовце	Прешов	25
593	E - 77,7(V)	Варшава	Плонськ	66
594	E - 77,7(V)	Плонськ	Млава	59
595	E - 77,7(V)	Млава	Оструда	86
596	E - 77,7(V)	Оструда	Эльблонг	65
597	E - 77,7(V)	Эльблонг	Гданьск (Поль.)	56
598	E - 50 (V)	Берлин	Витшток	104
599	E - 50 (V)	Витшток	Мальхов	57
600	E - 50 (V)	Мальхов	Росток (Герм.)	81
601	E - 22 (V)	Гамбург (Герм.)	Зольтау	65
602	E - 22 (V)	Зольтау	Ганновер	82
603	E - 37 (V)	Бремен (Герм.)	Вильдесхаузен	35
604	E - 37 (V)	Вильдесхаузен	Оснабрюк	81
605	A - 29 (V)	Вильгельмсхафен (Герм.)	Ольденбург	54
606	A - 28 (V)	Ольденбург	Бремен (Герм.)	46
607	A - 28 (V)	Ольденбург	Вестерстедте	23
608	A - 28 (V)	Вестерстедте	Эмден (Герм.)	61
609	E - 19	Гаага (NL)	Амстердам	57

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
	(V)		(Голан.)	
610	E - 19 (V)	Гаага (NL)	Роттердам (Голан.)	19
611	E - 19 (V)	Антверпен (В)	Брюссель	53
612	E - 40 (V)	Зебрюгге (Бельг.)	Брюгге (Бельгия)	14
613	E - 40 (V)	Брюгге (Бельгия)	Гент	48
614	E - 40 (V)	Остенде	Брюгге (Бельгия)	20
615	E - 05 (V)	Гавр (Франц.)	Париж	192
616	E - 60 (V)	Сен-Назер (Франц.)	Нант	60
617	A - 66 (V)	Хихон (Испан.)	Овьедо	26
618	E - 01 (V)	Виго (Испан.)	Сантьяго-де-Компостела (Испания)	84
619	E - 01 (V)	Сантьяго-де-Компостела (Испания)	Ла-Корунья (Е)	78
620	E - 90 (V)	Лиссабон (Португ.)	Сетубал (Португалия)	48
621	AA-435 (V)	Уэльва (Испания)	Игера-ла-Реаль (Испания)	127
622	AA-435 (V)	Игера-ла-Реаль (Испания)	Бадахос (Испан.)	90
623	E-25 (V)	Тарифа (Испания)	Херес-де-ла-Фронтера (Испания)	109
624	E-25 (V)	Херес-де-ла-Фронтера (Испания)	Севилья (Испания)	86
625	E-102 (V)	Севилья (Испания)	Монестерио (Испания)	91
626	E-102 (V)	Монестерио (Испания)	Сафра (Испания)	45
627	AA-630 (V)	Сафра (Испания)	Мерида	63
628	E-25 (V)	Тарифа (Испания)	Лос-Барриос (Испания)	26
629	E-26 (V)	Лос-Барриос (Испания)	Марбелья (Испания)	70
630	E-26 (V)	Марбелья	Малага (Испания)	56

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
		(Испания)		
631	E-15 (V)	Альмерия (Испания)	Мурсия (Испания)	196
632	AA-301 (V)	Мурсия (Испания)	Альбасете (Испания)	140
633	AA-301 (V)	Альбасете (Испания)	Мота-дель-Куэрво (Испания)	107
634	AA-301 (V)	Мота-дель-Куэрво (Испания)	Окантя	76
635	E-25 (V)	Окантя	Мадрид	60
636	E-26 (V)	Валенсия (Испания)	Кастельон-де-ла-Плана (Испания)	70
637	E-15 (V)	Кастельон-де-ла-Плана (Испания)	Ампоста (Испания)	106
638	E-15 (V)	Ампоста (Испания)	Эль-Вендрель (Испания)	103
639	E-15 (V)	Эль-Вендрель (Испания)	Вильяфранка-дель-Пенедес	21
640	E-714 (V)	Марсель (Франция)	Экс-ан-Прованс	27
641	AA-1 (V)	Ливорно (Италия)	Пиза	18
642	E-45 (V)	Салерно (Италия)	Неаполь (Италия)	46
643	E-45 (V)	Неаполь (Италия)	Казерта (Италия)	25
644	E-45 (V)	Казерта (Италия)	Чепрано (Италия)	90
645	E-45 (V)	Чепрано (Италия)	Рим	102
646	AA-415 (V)	Джелла (Италия)	Катания (Италия)	92
647	E-45 (V)	Катания (Италия)	Мессина	91
648	E-27 (V)	Риека (Хорватия)	Шапьяне (Хорватия)	24
649	E-27 (V)	Шапьяне (Хорватия)	Старад (Словения)	6
650	E-27 (V)	Старад (Словения)	Козина (Словения)	24
651	E-27 (V)	Козина (Словения)	Триест	12
652	E-27 (V)	Сплит (Хорватия)	Подгора (Хорватия)	65
653	E-27 (V)	Подгора (Хорватия)	Край (Хорватия)	20
654	E-27 (V)	Край (Хорватия)	Плоче (Хорватия)	27
655	E-27 (V)	Плоче (Хорватия)	Завала (Хорватия)	26
656	E-27 (V)	Завала (Хорватия)	Слано (Хорватия)	33
657	AA-2 (V)	Слано (Хорватия)	Дубровник (ZG)	35
658	МТК-01	Хельсинки	Таллин	88

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
659	MTK-01	Таллин	Марьямаа	55
660	MTK-01	Марьямаа	Пярну	79
661	MTK-01	Пярну	Айнажи	77
662	MTK-01	Айнажи	Саулкрасти	70
663	MTK-01	Саулкрасти	Рига	46
664	MTK-01	Рига	Иецава	47
665	MTK-01	Иецава	Пасвалис	70
666	MTK-01	Пасвалис	Паневежис	40
667	MTK-01	Паневежис	Кейдайнай	80
668	MTK-01	Кейдайнай	Каунас	67
669	MTK-01	Каунас	Марьямполе	57
670	MTK-01	Марьямполе	Сувалки	68
671	MTK-01	Сувалки	Граево	75
672	MTK-01	Граево	Ломжа	64
673	MTK-01	Ломжа	Ружан	62
674	MTK-01	Ружан	Пултуск	32
675	MTK-01	Пултуск	Варшава	60
676	MTK-02	Берлин	Зелов	70
677	MTK-02	Зелов	Суленцин	62
678	MTK-02	Суленцин	Мендзихуд	46
679	MTK-02	Мендзихуд	Пневи	30
680	MTK-02	Пневи	Познань	50
681	MTK-02	Познань	Вжесня	52
682	MTK-02	Вжесня	Конин	64
683	MTK-02	Конин	Кутно	85
684	MTK-02	Кутно	Лович	45
685	MTK-02	Седльце	Бяла-Подляска	69
686	MTK-02	Бяла-Подляска	Брест	45
687	MTK-02	Брест	Кобрин	46
688	MTK-02	Кобрин	Бяроза	61
689	MTK-02	Бяроза	Ивацевичи	31
690	MTK-02	Ивацевичи	Барановичи	77
691	MTK-02	Барановичи	Стовбци	70
692	MTK-02	Стовбци	Дзяржинськ	37
693	MTK-02	Дзяржинськ	Минск	39
694	MTK-02	Минск	Жодзина	57
695	MTK-02	Жодзина	Крупки	63
696	MTK-02	Крупки	Толочин	51
697	MTK-02	Толочин	Орша	56
698	MTK-02	Орша	Гусино	77
699	MTK-02	Гусино	Смоленск	50
700	MTK-02	Смоленск	Ярцево	65

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
701	MTK-02	Ярцево	Храмцово	55
702	MTK-02	Храмцово	Вязьма	62
703	MTK-02	Вязьма	Старое	59
704	MTK-02	Старое	Можайск	91
705	MTK-02	Можайск	Кубинка	45
706	MTK-02	Кубинка	Москва	70
707	MTK-02	Москва	Електросталь	61
708	MTK-02	Електросталь	Лакинский	104
709	MTK-02	Лакинский	Крутово	40
710	MTK-02	Крутово	Вязники	87
711	MTK-02	Вязники	Золино	60
712	MTK-02	Золино	Нижний-Новгород	51
713	MTK-03	Брюссель	Синт-Трейден	67
714	MTK-03	Синт-Трейден	Ахен	91
715	MTK-03	Ахен	Кельн	84
716	MTK-03	Кельн	Зиген	92
717	MTK-03	Зиген	Гисен	82
718	MTK-03	Гисен	Альсфельд	51
719	MTK-03	Альсфельд	Айзенах	91
720	MTK-03	Айзенах	Ерфурт	70
721	MTK-03	Ерфурт	Йена	55
722	MTK-03	Йена	Гера	43
723	MTK-03	Гера	Хемниц	69
724	MTK-03	Хемниц	Дрезден	80
725	MTK-03	Дрезден	Баутцен	62
726	MTK-03	Баутцен	Згожелец	53
727	MTK-03	Згожелец	Легница	94
728	MTK-03	Вроцлав	Бжег	63
729	MTK-03	Бжег	Ополе	46
730	MTK-03	Гливице	Катовице	29
731	MTK-03	Краков	Тарнув	82
732	MTK-03	Тарнув	Жешув	87
733	MTK-03	Жешув	Пшемисль	83
734	MTK-03	Львов	Буск	55
735	MTK-03	Буск	Радивиллов	60
736	MTK-03	Радивиллов	Дубно	56
737	MTK-03	Дубно	Ровно	45
738	MTK-03	Ровно	Корец	68
739	MTK-03	Корец	Новоград-Волынский	37
740	MTK-03	Житомир	Коростышев	31

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
741	MTK-03	Коростышев	Белогородка	93
742	MTK-03	Белогородка	Киев	30
743	MTK-04	Дрезден	Теплице	69
744	MTK-04	Теплице	Прага	90
745	MTK-04	Табор	Тршебонь	54
746	MTK-04	Тршебонь	Хорн	87
747	MTK-04	Хорн	Вена	85
748	MTK-04	Братислава	Чорна	76
749	MTK-04	Чорна	Татабанья	85
750	MTK-04	Татабанья	Будапешт	69
751	MTK-04	Будапешт	Кечкемет	87
752	MTK-04	Кечкемет	Сегед	89
753	MTK-04	Сегед	Надлак	58
754	MTK-04	Надлак	Арад	52
755	MTK-04	Арад	Дева	96
756	MTK-04	Дева	Петрила	93
757	MTK-04	Петрила	Тиргу-Жиу	68
758	MTK-04	Тиргу-Жиу	Филиаши	76
759	MTK-04	Филиаши	Слатина	88
760	MTK-04	Слатина	Попешть	54
761	MTK-04	Попешть	Бухарест	95
762	MTK-04	Бухарест	Лехлиу-Гарэ	65
763	MTK-04	Лехлиу-Гарэ	Фетешть	86
764	MTK-04	Фетешть	Констанца	79
765	MTK-04	Констанца	Шабла	79
766	MTK-04	Шабла	Варна (болгария)	80
767	MTK-04	Варна (болгария)	Шумен	89
768	MTK-04	Шумен	Омуртаг	66
769	MTK-04	Омуртаг	Кесарево	45
770	MTK-04	Кесарево	Севлиево	79
771	MTK-04	Севлиево	Ябланица	89
772	MTK-04	Ябланица	София	88
773	MTK-04	София	Благоевград	92
774	MTK-04	Благоевград	Сандански	65
775	MTK-04	Сандански	Сидирокастро	58
776	MTK-04	Сидирокастро	Салоники	92
777	MTK-05	Венеция	Монфальконе	85
778	MTK-05	Монфальконе	Триест	77
779	MTK-05	Триест	Постойна	47
780	MTK-05	Постойна	Любляна	53
781	MTK-05	Любляна	Целе	78
782	MTK-05	Целе	Марибор	54

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
783	MTK-05	Марибор	Грац	68
784	MTK-05	Грац	Фюрстенфельд	60
785	MTK-05	Фюрстенфельд	Вашвар	64
786	MTK-05	Вашвар	Веспрем	95
787	MTK-05	Веспрем	Будапешт	92
788	MTK-05	Будапешт	Хатван	50
789	MTK-05	Хатван	Фюзешабонь	65
790	MTK-05	Фюзешабонь	Польгар	69
791	MTK-05	Польгар	Ньиредьхаза	64
792	MTK-05	Ньиредьхаза	Чоп	72
793	MTK-05	Чоп	Мукачево	46
794	MTK-05	Мукачево	Воловец	54
795	MTK-05	Воловец	Сколе	46
796	MTK-05	Сколе	Стрый	38
797	MTK-05	Стрый	Львов	74
798	MTK-06	Гданьск (Поль.)	Нове	92
799	MTK-06	Нове	Хелмно	55
800	MTK-06	Хелмно	Торунь	44
801	MTK-06	Торунь	Кутно	90
802	MTK-06	Кутно	Лодзь	79
803	MTK-06	Лодзь	Радомско	88
804	MTK-06	Радомско	Ченстохова	44
805	MTK-06	Ченстохова	Катовице	74
806	MTK-06	Катовице	Бельско-Бяла	60
807	MTK-06	Бельско-Бяла	Чадца	82
808	MTK-06	Чадца	Жилина	34
809	MTK-08	Дуррес	Тирана	38
810	MTK-08	Тирана	Преняс	97
811	MTK-08	Преняс	Кичево	87
812	MTK-08	Кичево	Гостивар	46
813	MTK-08	Гостивар	Скопье	65
814	MTK-08	Скопье	Куманово	40
815	MTK-08	Куманово	Кюстендил	98
816	MTK-08	Кюстендил	Перник	58
817	MTK-08	Перник	София	42
818	MTK-08	София	Панагюриште	93
819	MTK-08	Панагюриште	Пловдив	77
820	MTK-08	Пловдив	Димитровград	82
821	MTK-08	Димитровград	Раднево	61
822	MTK-08	Раднево	Ямбол	64
823	MTK-08	Ямбол	Бургас (Болгария)	92
824	MTK-08	Бургас (Болгария)	Обзор	69

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
825	MTK-08	Обзор	Варна (болгария)	61
826	MTK-09	Хельсинки	Ловийса	88
827	MTK-09	Ловийса	Хамина	61
828	MTK-09	Хамина	Выборг	97
829	MTK-09	Выборг	Рощино	76
830	MTK-09	Рощино	Санкт-Петербург	65
831	MTK-09	Санкт-Петербург	Кузнецово	94
832	MTK-09	Кузнецово	Луга	79
833	MTK-09	Луга	Лудони	72
834	MTK-09	Лудони	Псков	78
835	MTK-09	Псков	Остров	56
836	MTK-09	Остров	Опочка	79
837	MTK-09	Опочка	Пустошка	61
838	MTK-09	Пустошка	Езерище	75
839	MTK-09	Езерище	Витебск	88
840	MTK-09	Витебск	Ореховск	75
841	MTK-09	Ореховск	Могилёв	93
842	MTK-09	Могилёв	Довск	85
843	MTK-09	Довск	Гомель	95
844	MTK-09	Гомель	Чернигов	115
845	MTK-09	Чернигов	Козелец	68
846	MTK-09	Козелец	Киев	75
847	MTK-09	Киев	Гребенки	70
848	MTK-09	Гребенки	Белая Церковь	20
849	MTK-09	Белая Церковь	Ставище	53
850	MTK-09	Ставище	Умань	90
851	MTK-09	Ульяновка	Кривое Озеро	90
852	MTK-09	Кривое Озеро	Жовтень	84
853	MTK-09	Жовтень	Одесса	98
854	MTK-10	Зальцбург (Австрия)	Радштадт	80
855	MTK-10	Радштадт	Шпитталь-ан-дер-Драу	75
856	MTK-10	Шпитталь-ан-дер-Драу	Крань	95
857	MTK-10	Крань	Любляна	30
858	MTK-10	Любляна	Ново место	72
859	MTK-10	Ново место	Загреб (Хорватия)	79
860	MTK-10	Загреб (Хорватия)	Кутина	83
861	MTK-10	Кутина	Нова-Градишка	70
862	MTK-10	Нова-Градишка	Славонски-Брод	56
863	MTK-10	Славонски-Брод	Сремска-	98

Marsh_Avto				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
			Митровица	
864	MTK-10	Сремска-Митровица	Белград (Сербия)	74
865	MTK-10	Белград (Сербия)	Радицац	69
866	MTK-10	Радицац	Лапово	55
867	MTK-10	Лапово	Парачин	52
868	MTK-10	Парачин	Ниш	81
869	MTK-10	Ниш	Пирот	79
870	MTK-10	Пирот	София	83
871	MTK-10	София	Кюстендил	91
872	MTK-10	Скопье	Велес	55
873	MTK-10	Велес	Удово	81
874	MTK-10	Удово	Килкис	70
875	MTK-10	Килкис	Салоники	55

Зміст файлу G_d

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
1	Любомль	10300
2	Ковель	71800
3	Сарны	31400
4	Камень-Каширский	12600
5	Владимир-Волынский	40200
6	Луцк	217900
7	Ровно	244900
8	Львов	793700
9	Червоноград	75300
10	Рава-Русская	9100
11	Заречное	8100
12	Дубровица	10800
13	Городище (Ров.обл.)	800
14	Кременец	24000
15	Шепетовка	51700
16	Овруч	18700
17	Припять	700
18	Бородянка	13000
19	Коростень	65700
20	Ягодин	600
21	Житомир	297700
22	Новоград-Волынский	57000
23	Киев	2620900
24	Винница	389100
25	Бердичев	92100
26	Чернигов	310800
27	Вертиевка	500
28	Нежин	80200
29	Смела	78600
30	Белая Церковь	215200
31	Гребенка	13100
32	Добрянка	4000
33	Деревини	700
34	Бахмач	22200
35	Конотоп	102000
36	Пирятин	19400
37	Ромны	55200

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
38	Середина-Буда	9100
39	Глухов	36100
40	Сумы	302200
41	Полтава	317300
42	Кременчуг	240700
43	Харьков	1521400
44	Ромодан	4500
45	Красноград	27200
46	Днепропетровск	1122400
47	Донецк	1065400
48	Павлоград	130000
49	Славянск	129600
50	Сватово	22300
51	Лозовая	71600
52	Луганск	475300
53	Троицкое	8700
54	Изварино	2200
55	Довжанский	700
56	Дебальцево	32800
57	Антрацит	67000
58	Волчанск	23100
59	Мариуполь	499800
60	Красноармейск	71600
61	Куйбышево	10300
62	Пологи	25200
63	Запорожье	863100
64	Мелитополь	171000
65	Никополь	152000
66	Новоалексеевка	10600
67	Новая Каховка	57800
68	Энергодар	57800
69	Бердянск	136000
70	Николаев	517900
71	Джанкой	48500
72	Херсон	358700
73	Снигиревка	17300
74	Севастополь	356000
75	Евпатория	113500
76	Феодосия	80900
77	Керчь	167400

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
78	Апостолово	19100
79	Долинская	24600
80	Помошная	11700
81	Южное	24000
82	Одесса	1027400
83	Любашевка	10300
84	Сerpневое	2600
85	Арциз	19600
86	Березовка	15400
87	Першотравневое	600
88	Рудница	1900
89	Борщи	700
90	Христиновка	31400
91	Ульяновка	8100
92	Вапрянкa	9100
93	Гайворон	16400
94	Ямполь	12800
95	Жашков	16600
96	Староконстантинов	37300
97	Фастов	53700
98	Хмельницкий	260100
99	Могилев-Подольский	36500
100	Сокиряны	11500
101	Каменец-Подольский	108000
102	Тереблече	500
103	Коломыя	67700
104	Залещики	11200
105	Копычинцы	7300
106	Рахов	17000
107	Ивано-Франковск	252400
108	Стрый	69500
109	Ходоров	12700
110	Ужгород	126500
111	Батьево	3000
112	Мукачево	89600
113	Чоп	9800
114	Мостиска	8800
115	Самбор	40400

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
116	Тернополь	235100
117	Шегини	500
118	Яворов	14200
119	Черкасы	310600
120	Канев	29500
121	Умань	90900
122	Кировоград	270200
123	Кривой Рог	719600
124	Знаменка	31200
125	Черновцы	259000
126	Жмеринка	41300
127	Измаил	91500
128	Северодонецк	130300
129	Краматорск	191300
130	Симферополь	341000
131	Радымно	5621
132	Жешув	164000
133	Краков	760000
134	Катовице	321163
135	Вроцлав	633000
136	Згожелец	37177
137	Рыбоцице	35412
138	Познань	607500
139	Лодзь	770000
140	Варшава	1709781
141	Седльце	77000
142	Кукуруки	285456
143	Брест	309764
144	Мокраны	54778
145	Пшемьсль	67847
146	Гливице	200361
147	Ополе	128864
148	Гёрлиц	55596
149	Дрезден	512458
150	Гера	99582
151	Эрфурт	204014
152	Бад-Херсфельд	30087
153	Гисен	77366
154	Кёльн	1007119
155	Ахен	245141
156	Льеж	194086
157	Брюссель	148000

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
158	Гент	230951
159	Остенде	13637
160	Кале	74336
161	Кошице	234969
162	Прешов	90805
163	Тренчин	56750
164	Брно	403000
165	Йиглава	50676
166	Прага	1272690
167	Пльзень	162627
168	Розвадов	30000
169	Нюрнберг	505664
170	Хайльбронн	122838
171	Мангейм	313174
172	Саарбрюккен	175536
173	Мец	122838
174	Реймс	188078
175	Париж	2233818
176	Ле-Ман	148169
177	Ренн	216000
178	Сен-Бриё	46087
179	Брест-Ф.	144548
180	Зволен	44331
181	Братислава	431061
182	Вена	1670347
183	Халмеу	25000
184	Сату-Маре	115142
185	Залэу	63642
186	Клуж-Напока	318027
187	Турда	57381
188	Себеш	29458
189	Сибиу	154458
190	Питешти	171498
191	Бухарест	1942254
192	Фетешти	34311
193	Констанца	310471
194	Кисак	25226
195	Хеб	32000
196	Кымпия-Турзи	26377
197	Слатина	78570
198	Легница	104489
199	Гаага (NL)	5000000

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
200	Гауда	71167
201	Утрехт	312634
202	Олдензал	32181
203	Бад-Бентхайм (D)	15567
204	Оснабрюк	164119
205	Бад-Эйнхаузен	48300
206	Ганновер	522686
207	Брауншвейг	248867
208	Магдебург	231525
209	Берлин	3479740
210	Франкфурт-на-Одере	60330
211	Куновице (PL)	13567
212	Свебодзин	21757
213	Стрыкув	3602
214	Лович	30383
215	Бранденбург	2541950
216	Ле-Релеко-Керюон (F)	15000
217	Лорьян (F)	59189
218	Ванн	51759
219	Нант	281800
220	Анже	151000
221	Тур	136942
222	Орлеан	116490
223	Монтаржи	15794
224	Осер	37790
225	Бон	22916
226	Доль	25000
227	Безансон	122308
228	Бельфор	50417
229	Сен-Луи	26781
230	Базель (S)	169448
231	Цюрих	373646
232	Винтертур	100000
233	Санкт-Галлен	74879
234	Санкт-Маргретен	5338
235	Хёхст (A)	5789
236	Брегенц	29122
237	Фельдкирх	32341
238	Ландек	27000
239	Тельфс	15000

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
240	Инсбрук	127000
241	Вёргль	12536
242	Куфштайн	17896
243	Киферсфельден (D)	6882
244	Розенхайм	61299
245	Бад-Райхенхалль	17470
246	Зальцбург (A)	150378
247	Заттледт	2287
248	Линц	190000
249	Санкт-Пёльтен	51073
250	Никкельсдорф	2005
251	Мошонмадьярова р (H)	30840
252	Дьёр	127594
253	Будапешт	1736000
254	Сольнок	75474
255	Пюшпёкладань	15117
256	Бихаркерестеш	10256
257	Орадя	205077
258	Борш (RO)	2356
259	Вена (A)	1670347
260	Тыргу-Муреш	145943
261	Сигишоара	32570
262	Брашов	227961
263	Плоешти	232537
264	Урзичени	17354
265	Слобозия	52313
266	Хыршова	15225
267	Кемпер	29000
268	Сольё	2643
269	Ла-Корунья (E)	246056
270	Бильбао	353200
271	Рибадео	10000
272	Овьедо	224005
273	Торрелавега	55888
274	Кастро-Урдиалес	32258
275	Сан-Себастьян	185357
276	Ирун	60261
277	Биарриц (F)	26690
278	Байонна	44300
279	Бордо	285151

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
280	Перигё	29416
281	Брив-ла-Гайард	53466
282	Клермон-Ферран	139006
283	Сент-Этьен	177480
284	Лион	480660
285	Шамбери	60900
286	Модан	11256
287	Турин (I)	910923
288	Александрия	90532
289	Тортонa	27163
290	Брешиа	191639
291	Верона	263818
292	Местре	25030
293	Пальманова	5006
294	Триест	205374
295	Постояна (SLO)	8548
296	Любляна	280000
297	Брежице	23253
298	Загреб (Хорв.)	792875
299	Славонски-Брод	64000
300	Липовац	5478
301	Белград (Серб.)	1136000
302	Вршац	36623
303	Моравица (Рум.)	5264
304	Тимишоара	336089
305	Карансебеш	28301
306	Дробета-Турну-Северин	86475
307	Крайова	304142
308	Александрия (Рум.)	545245
309	Бетансос	13673
310	Эль-Ферроль	73638
311	Сен-Поль-Лес-Дакс	35456
312	Бигано	15233
313	Винковцы	33239
314	Товарник	5335
315	Рошиорий-де-Веде	31255
316	Лиссабон (Португ.)	545245
317	Сантарен	63563
318	Помбал	59471

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
319	Коимбра	168000
320	Авейру	75559
321	Визеу	98167
322	Секейра	5203
323	Вилар-Формозу	2481
324	Саламанка (I)	154462
325	Вальядолид	315522
326	Бургос	178574
327	Миранда-де-Эбро	390038
328	Арисгойти	15000
329	По (F)	78732
330	Тулуза	398000
331	Нарбонна	46510
332	Монпелье	251634
333	Арль	50500
334	Экс-ан-Прованс	140100
335	Канны	70610
336	Ницца	352338
337	Монако	32965
338	Ментона	28683
339	Вентимилья (I)	25400
340	Савона	61742
341	Генуя	605084
342	Специя	95641
343	Пиза	87353
344	Гроссето	80178
345	Рим	2761477
346	Авеццано	40957
347	Пескара	128200
348	Дубровник (ZG)	43770
349	Цавтат	2015
350	Плочице	2301
351	Подгорица (MNE)	136473
352	Биело-Поле	15883
353	Рожае	9121
354	Ябланица	2300
355	Митровица (Серб.)	71601
356	Кралево	57414
357	Горни-Милановац	45670
358	Бар	13719
359	Анкона	115200
360	Титово-Ужице	102463

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
	(Серб.)	
361	Смедеревска-Паланка	53778
362	Вила-Франка-ди-Шира	122908
363	Коруши	20191
364	Вендаш-Новаш	11957
365	Эвора	55621
366	Эштремош	15673
367	Бадахос (Испан.)	149171
368	Мерида	55700
369	Талавера-де-ла-Рейна	88986
370	Мадрид	3273049
371	Мединасели	1203
372	Сарагоса	701090
373	Вильяфранка-дель-Пенедес	38218
374	Барселона	1615908
375	Мадзара-дель-Валло (I)	50377
376	Алькамо	44959
377	Чефалу	13744
378	Фурнари	3290
379	Мессина	247592
380	Реджо-ди-Калабрия	186807
381	Катандзаро	93572
382	Кротоне	60517
383	Метапонто	28683
384	Таранто	193884
385	Бриндизи	89694
386	Влёра	130000
387	Люшня	37872
388	Дуррес	114000
389	Бари	325000
390	Хельсинки	643272
391	Таллин	426538
392	Марьямаа	3183
393	Пярну	39375
394	Айнажи	891
395	Саулкрасти	5855
396	Рига	641423

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
397	Иецава	5728
398	Пасвалис	7077
399	Паневежис	89661
400	Кейдайняй	25654
401	Каунас	295269
402	Марьямполье	35987
403	Сувалки	69527
404	Граево	23302
405	Ломжа	63092
406	Ружан	2697
407	Пултуск	19229
408	Зелов	5540
409	Суленцин	9926
410	Мендзихуд	11010
411	Пневи	7477
412	Вжесня	28631
413	Конин	80355
414	Кутно	48000
415	Бяла-Подляска	57471
416	Кобрин	53177
417	Бяроза	29408
418	Ивацевичи	23280
419	Барановичи	179079
420	Стовбци	16946
421	Дзяржинськ	27839
422	Минск	1975000
423	Жодзина	64559
424	Крупки	8630
425	Толочин	9817
426	Орша	115938
427	Гусино	3253
428	Смоленск	330025
429	Ярцево	44097
430	Храмцово	444
431	Вязьма	52506
432	Старое	552
433	Можайск	30190
434	Кубинка	20157
435	Москва	11920000
436	Електросталь	158226
437	Лакинск	14568
438	Крутово	499

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
439	Вязники	36635
440	Золино	590
441	Нижний-Новгород	1259013
442	Синт-Трейден	38200
443	Кельн	1061000
444	Зиген	103555
445	Альсфельд	16351
446	Айзенах	42800
447	Ерфурт	214000
448	Йена	110321
449	Хемниц	248645
450	Баутцен	39607
451	Бжег	38496
452	Тарнув	110956
453	Буск	8561
454	Радивилов	10493
455	Дубно	37738
456	Корец	7158
457	Коростышев	25445
458	Белогородка	14000
459	Теплице	50379
460	Табор	18000
461	Тршебонь	8862
462	Хорн	6382
463	Чорна	10663
464	Татабанья	67043
465	Кечкемет	112071
466	Сегед	161929
467	Надлак	8021
468	Арад	147922
469	Дева	67508
470	Петрила	25361
471	Тиргу-Жиу	78553
472	Филиаши	18802
473	Попешть	1979
474	Лехлиу-Гарэ	6072
475	Фетешть	30217
476	Шабла	3400
477	Варна (болгария)	335177
478	Шумен	87924
479	Омуртаг	10004
480	Кесарево	1534

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
481	Севлиево	24065
482	София	1352617
483	Благоевград	70881
484	Сандански	26255
485	Сидирокастро	10001
486	Салоники	315196
487	Венеция	261905
488	Монфальконе	27991
489	Постойна	14581
490	Целе	37584
491	Марибор	94370
492	Грац	283869
493	Фюрстенфельд	5986
494	Вашвар	4677
495	Веспрем	60788
496	Хатван	20200
497	Фюзешабонь	8400
498	Польгар	7889
499	Ньиредьхаза	118164
500	Воловец	9194
501	Сколе	6742
502	Гданьск (Поль.)	573971
503	Нове	6270
504	Хелмно	20428
505	Торунь	206675
506	Радомско	50618
507	Ченстохова	223332
508	Бельско-Бяла	176987
509	Чадца	27000
510	Жилина	84360
511	Тирана	883996
512	Преняс	5847
513	Кичево	27067
514	Гостивар	35847
515	Скопье	546824
516	Куманово	70842
517	Кюстендил	44111
518	Перник	84827
519	Панагюриште	18487
520	Пловдив	343424
521	Димитровград	38884

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
522	Раднево	14028
523	Ямбол	75813
524	Бургас (Болгария)	202766
525	Обзор	2117
526	Ловийса	15186
527	Хамина	21956
528	Выборг	77400
529	Рощино	14442
530	Санкт-Петербург	4991000
531	Кузнецово	1444
532	Луга	35262
533	Лудони	681
534	Псков	210501
535	Остров	20427
536	Опочка	10144
537	Пустошка	4017
538	Езерище	1223
539	Витебск	377932
540	Ореховск	2402
541	Могилёв	381353
542	Довск	1841
543	Гомель	535693
544	Козелец	7968
545	Гребенки	6993
546	Ставище	6496
547	Кривое Озеро	7665
548	Жовтень	2954
549	Зальцбург (Австрия)	152367
550	Радштадт	4710
551	Шпитталь-ан-дер- Драу	159529
552	Крань	36874
553	Ново место	22415
554	Загреб (Хорватия)	801349
555	Кутина	13735
556	Нова-Градишка	13264
557	Сремска- Митровица	39041
558	Белград (Сербия)	1374000
559	Радинач	5428

G_D		
Kod	N_P	Kol_g
560	Лапово	7844
561	Парачин	56913
562	Ниш	275724
563	Пирот	57922
564	Велес	43716
565	Удово	851
566	Килкис	22914

Зміст файлу Marsh_gd

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
1	1	Ягодин	Любомль	16
2	2	Любомль	Ковель	46
3	3	Ковель	Сарны	139
4	4	Камень-Каширский	Ковель	52
5	5	Ковель	Владимир-Волынский	51
6	6	Владимир-Волынский	Червоноград	60
7	7	Ковель	Луцк	85
8	8	Луцк	Ровно	78
9	9	Луцк	Львов	155
10	10	Червоноград	Рава-Русская	56
11	11	Червоноград	Львов	75
12	12	Рава-Русская	Львов	70
13	13	Заречное	Сарны	124
14	14	Городище (Ров.обл.)	Дубровица	29
15	15	Дубровица	Сарны	26
16	16	Сарны	Коростень	151
17	17	Сарны	Ровно	85
18	18	Ровно	Львов	192
19	19	Ровно	Кременец	91
20	20	Ровно	Шепетовка	81
21	21	Сарны	Овруч	168
22	22	Овруч	Припять	89
23	23	Овруч	Коростень	42
24	24	Коростень	Новоград-Волынский	86
25	25	Коростень	Житомир	77
26	26	Новоград-Волынский	Шепетовка	68
27	27	Новоград-Волынский	Житомир	85
28	28	Коростень	Бородянка	100
29	29	Житомир	Киев	164
30	30	Житомир	Бердичев	45
31	31	Шепетовка	Бердичев	118
32	32	Бердичев	Киев	184
33	33	Припять	Чернигов	91

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
34	34	Киев	Нежин	120
35	35	Киев	Смела	196
36	36	Киев	Белая Церковь	100
37	37	Белая Церковь	Смела	168
38	38	Киев	Гребенка	137
39	39	Добрянка	Чернигов	64
40	40	Деревини	Бахмач	146
41	41	Чернигов	Вертиевка	64
42	42	Нежин	Пирятин	103
43	43	Бахмач	Пирятин	120
44	44	Гребенка	Пирятин	14
45	45	Бахмач	Ромны	75
46	46	Нежин	Конотоп	97
47	47	Конотоп	Середина-Буда	90
48	48	Середина-Буда	Глухов	82
49	49	Конотоп	Сумы	126
50	50	Гребенка	Ромодан	70
51	51	Ромны	Ромодан	96
52	52	Ромодан	Кременчуг	109
53	53	Ромодан	Полтава	107
54	54	Сумы	Харьков	173
55	55	Харьков	Полтава	140
56	56	Полтава	Красноград	80
57	57	Харьков	Красноград	102
58	58	Красноград	Днепропетровск	124
59	59	Красноград	Лозовая	87
60	60	Харьков	Лозовая	147
61	61	Лозовая	Павлоград	61
62	62	Лозовая	Донецк	188
63	63	Харьков	Славянск	189
64	64	Лозовая	Славянск	103
65	65	Харьков	Сватово	170
66	66	Сватово	Луганск	156
67	67	Троицкое	Луганск	196
68	68	Славянск	Луганск	144
69	69	Луганск	Изварино	79
70	70	Луганск	Довжанский	119
71	71	Луганск	Дебальцево	76
72	72	Луганск	Антрацит	128

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
73	73	Антрацит	Донецк	140
74	74	Дебальцево	Донецк	69
75	75	Волчанск	Сватово	151
76	76	Павлоград	Красноармейск	111
77	77	Донецк	Мариуполь	123
78	78	Красноармейск	Донецк	55
79	79	Красноармейск	Днепропетровск	189
80	80	Донецк	Куйбышево	143
81	81	Красноармейск	Пологи	148
82	82	Донецк	Пологи	185
83	83	Павлоград	Запорожье	106
84	84	Куйбышево	Мелитополь	147
85	85	Пологи	Бердянск	108
86	86	Пологи	Запорожье	100
87	87	Запорожье	Никополь	77
88	88	Запорожье	Мелитополь	115
89	89	Мелитополь	Новоалексеевка	89
90	90	Мелитополь	Новая Каховка	171
91	91	Запорожье	Энергодар	117
92	92	Новая Каховка	Николаев	122
93	93	Новоалексеевка	Джанкой	60
94	94	Херсон	Джанкой	187
95	95	Херсон	Николаев	58
96	96	Херсон	Снигиревка	48
97	97	Джанкой	Симферополь	91
98	98	Джанкой	Евпатория	123
99	99	Джанкой	Феодосия	120
100	100	Джанкой	Керчь	195
101	101	Снигиревка	Апостолово	99
102	102	Николаев	Долинская	146
103	103	Николаев	Помошная	209
104	104	Николаев	Березовка	109
105	105	Березовка	Одесса	97
106	106	Помошная	Любашевка	117
107	107	Одесса	Арциз	153
108	108	Арциз	Серпневое	56
109	109	Арциз	Измаил	103
110	110	Березовка	Южное	90
111	111	Березовка	Першотравневое	98
112	112	Одесса	Першотравневое	87
113	113	Любашевка	Борщи	67

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
114	114	Першотравневое	Борщи	105
115	115	Борщи	Рудница	65
116	116	Рудница	Вапрянкa	36
117	117	Рудница	Гайворон	71
118	118	Гайворон	Ульяновка	39
119	119	Гайворон	Христиновка	97
120	120	Вапрянкa	Ямполь	57
121	121	Вапрянкa	Христиновка	112
122	122	Вапрянкa	Жмеринка	75
123	123	Винница	Христиновка	160
124	124	Винница	Бердичев	90
125	125	Винница	Жашков	152
126	126	Винница	Гайворон	164
127	127	Винница	Старокопстантино в	131
128	128	Винница	Жмеринка	43
129	129	Винница	Фастов	155
130	130	Фастов	Киев	64
131	131	Винница	Могилев- Подольский	149
132	132	Сокиряны	Могилев- Подольский	37
133	133	Сокиряны	Каменец- Подольский	106
134	134	Черновцы	Тереблече	50
135	135	Черновцы	Коломыя	70
136	136	Залещики	Копычинцы	67
137	137	Коломыя	Рахов	103
138	138	Коломыя	Ивано-Франковск	54
139	139	Ивано- Франковск	Стрый	97
140	140	Ивано- Франковск	Ходоров	77
141	141	Рахов	Батьево	177
142	142	Батьево	Чоп	16
143	143	Батьево	Мукачево	26
144	144	Чоп	Ужгород	22
145	145	Мукачево	Стрый	137
146	146	Ужгород	Самбор	160
147	147	Самбор	Львов	79
148	148	Стрый	Львов	77
149	149	Ходоров	Львов	55

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
150	150	Ходоров	Тернополь	115
151	151	Львов	Мостиска	75
152	152	Львов	Яворов	59
153	153	Львов	Тернополь	126
154	154	Копычинцы	Тернополь	60
155	155	Копычинцы	Хмельницкий	107
156	156	Тернополь	Хмельницкий	111
157	157	Тернополь	Шепетовка	139
158	158	Каменец-Подольский	Хмельницкий	103
159	159	Хмельницкий	Староконстантинов	54
160	160	Староконстантинов	Шепетовка	67
161	161	Христиновка	Смела	166
162	162	Смела	Черкассы	27
163	163	Черкассы	Гребенка	87
164	164	Черкассы	Канев	73
165	165	Христиновка	Умань	24
166	166	Смела	Помошная	125
167	167	Смела	Знаменка	80
168	168	Помошная	Кировоград	83
169	169	Помошная	Долинская	110
170	170	Долинская	Кривой Рог	56
171	171	Знаменка	Кировоград	45
172	172	Знаменка	Долинская	80
173	173	Знаменка	Кременчуг	82
174	174	Знаменка	Кривой Рог	169
175	175	Апостолово	Днепропетровск	146
176	176	Кривой Рог	Днепропетровск	162
177	177	Днепропетровск	Запорожье	117
178	178	Днепропетровск	Красноград	117
179	179	Днепропетровск	Павлоград	72
180	180	Полтава	Кременчуг	116
181	181	Бородянка	Киев	52
182	182	Вертиевка	Нежин	18
183	183	Мостиска	Шегини	14
184	184	Хмельницкий	Жмеринка	95
185	185	Северодонецк	Краматорск	100
186	186	Северодонецк	Луганск	99
187	187	Симферополь	Севастополь	75
188	188	Мостиска	Пшемысль	26

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
189	189	Пшемысль	Радымно	20
190	190	Радымно	Краков	220
191	191	Краков	Гливице	100
192	192	Гливице	Ополе	70
193	193	Ополе	Вроцлав	83
194	194	Вроцлав	Легница	63
195	195	Легница	Гёрлиц	99
196	196	Гёрлиц	Дрезден	96
197	197	Дрезден	Гера	160
198	198	Гера	Эрфурт	86
199	199	Эрфурт	Бад-Херсфельд	120
200	200	Бад-Херсфельд	Гисен	91
201	201	Гисен	Кёльн	160
202	202	Кёльн	Ахен	66
203	203	Ахен	Льеж	55
204	204	Льеж	Брюссель	95
205	205	Брюссель	Гент	56
206	206	Гент	Остенде	61
207	207	Остенде	Кале	120
208	208	Ужгород	Кошице	99
209	209	Кошице	Прешов	32
210	210	Прешов	Тренчин	306
211	211	Тренчин	Брно	180
212	212	Брно	Йиглава	93
213	213	Йиглава	Прага	140
214	214	Прага	Пльзень	97
215	215	Пльзень	Хеб	96
216	216	Хеб	Нюрнберг	150
217	217	Нюрнберг	Хайльбронн	170
218	218	Хайльбронн	Мангейм	80
219	219	Мангейм	Саарбрюккен	130
220	220	Саарбрюккен	Мец	73
221	221	Мец	Реймс	180
222	222	Реймс	Париж	155
223	223	Париж	Ле-Ман	200
224	224	Ле-Ман	Ренн	150
225	225	Ренн	Сен-Бриё	97
226	226	Сен-Бриё	Брест-Ф.	150
227	227	Кошице	Зволен	225
228	228	Зволен	Братислава	200
229	229	Братислава	Вена	69

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
230	230	Мукачево	Халмеу	110
231	231	Халмеу	Сату-Маре	23
232	232	Сату-Маре	Залэу	120
233	233	Залэу	Клуж-Напока	155
234	234	Клуж-Напока	Турда	45
235	235	Турда	Себеш	87
236	236	Себеш	Сибиу	63
237	237	Сибиу	Питешти	264
238	238	Питешти	Бухарест	110
239	239	Бухарест	Фетешти	140
240	240	Фетешти	Констанца	73
241	241	Кошице	Кисак	16
242	242	Кисак	Тренчин	290
243	243	Клуж-Напока	Кымпия-Турзи	37
244	244	Кымпия-Турзи	Себеш	79
245	245	Сибиу	Слатина	190
246	246	Слатина	Питешти	74
247	247	Гаага (NL)	Гауда	26
248	248	Гауда	Утрехт	32
249	249	Утрехт	Олдензал	140
250	250	Олдензал	Бад-Бентхайм (D)	14
251	251	Бад-Бентхайм (D)	Оснабрюк	69
252	252	Оснабрюк	Бад-Эйнхаузен	52
253	253	Бад-Эйнхаузен	Ганновер	78
254	254	Ганновер	Брауншвейг	60
255	255	Брауншвейг	Магдебург	85
256	256	Магдебург	Бранденбург	79
257	257	Бранденбург	Берлин	62
258	258	Берлин	Франкфурт-на-Одере	80
259	259	Франкфурт-на-Одере	Куновице (PL)	10
260	260	Куновице (PL)	Свободзин	65
261	261	Свободзин	Познань	100
262	262	Познань	Стрыкув	230
263	263	Стрыкув	Лович	33
264	264	Лович	Варшава	76
265	265	Ле-Релеко-Керюон (F)	Кемпер	94
266	266	Кемпер	Лорьян (F)	63
267	267	Лорьян (F)	Ванн	52
268	268	Ванн	Нант	130

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
269	269	Нант	Анже	87
270	270	Анже	Тур	110
271	271	Тур	Орлеан	113
272	272	Орлеан	Монтаржи	106
273	273	Монтаржи	Осер	120
274	274	Осер	Сольё	89
275	275	Сольё	Бон	91
276	276	Бон	Доль	76
277	277	Доль	Безансон	42
278	278	Безансон	Бельфор	93
279	279	Бельфор	Сен-Луи	61
280	280	Сен-Луи	Базель (S)	8
281	281	Базель (S)	Цюрих	84
282	282	Цюрих	Винтертур	23
283	283	Винтертур	Санкт-Галлен	54
284	284	Санкт-Галлен	Санкт-Маргретен	26
285	285	Санкт-Маргретен	Хёхст (A)	3
286	286	Хёхст (A)	Брегенц	9
287	287	Брегенц	Фельдкирх	33
288	288	Фельдкирх	Ландек	83
289	289	Ландек	Тельфс	44
290	290	Тельфс	Инсбрук	28
291	291	Инсбрук	Вёргль	60
292	292	Вёргль	Куфштайн	13
293	293	Куфштайн	Киферсфельден (D)	4
294	294	Киферсфельден (D)	Розенхайм	29
295	295	Розенхайм	Бад-Райхенхалль	93
296	296	Бад-Райхенхалль	Зальцбург (A)	19
297	297	Зальцбург (A)	Заттледт	110
298	298	Заттледт	Линц	36
299	299	Линц	Санкт-Пёльтен	128
300	300	Санкт-Пёльтен	Вена (A)	58
301	301	Вена (A)	Никкельсдорф	63
302	302	Никкельсдорф	Мошонмадьярова (H)	16
303	303	Мошонмадьярова (H)	Дьёр	37
304	304	Дьёр	Будапешт	126
305	305	Будапешт	Сольнок	91
306	306	Сольнок	Пюшпёкладань	77

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
307	307	Пюшпёкладань	Бихаркерестеш	52
308	308	Бихаркерестеш	Борш (RO)	8
309	309	Борш (RO)	Орадя	12
310	310	Орадя	Клуж-Напока	147
311	311	Клуж-Напока	Тыргу-Муреш	124
312	312	Тыргу-Муреш	Совата	70
313	313	Совата	Блаж	112
314	314	Блаж	Сигишоара	73
315	315	Сигишоара	Брашов	130
316	316	Брашов	Плоешти	100
317	317	Плоешти	Бухарест	57
318	318	Бухарест	Урзичени	62
319	319	Урзичени	Слобозия	61
320	320	Слобозия	Констанца	130
321	321	Ла-Корунья (E)	Бетансос	26
322	322	Бетансос	Эль-Ферроль	30
323	323	Эль-Ферроль	Рибадео	135
324	324	Рибадео	Овьедо	168
325	325	Овьедо	Торрелавега	175
326	326	Торрелавега	Бильбао	133
327	327	Бильбао	Сан-Себастьян	126
328	328	Сан-Себастьян	Ирун	14
329	329	Ирун	Биарриц (F)	28
330	330	Биарриц (F)	Байонна	12
331	331	Байонна	Сен-Поль-Лес-Дакс	51
332	332	Сен-Поль-Лес-Дакс	Бигано	110
333	333	Бигано	Бордо	36
334	334	Бордо	Перигё	135
335	335	Перигё	Брив-ла-Гайард	72
336	336	Брив-ла-Гайард	Клермон-Ферран	192
337	337	Клермон-Ферран	Сент-Этьен	149
338	338	Сент-Этьен	Лион	57
339	339	Лион	Шамбери	95
340	340	Шамбери	Модан	99
341	341	Модан	Турин (I)	98
342	342	Турин (I)	Алессандрия	89
343	343	Алессандрия	Тортонна	21
344	344	Тортонна	Брешиа	155
345	345	Брешиа	Верона	64

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
346	346	Верона	Местре	113
347	347	Местре	Пальманова	101
348	348	Пальманова	Триест	58
349	349	Триест	Постойна (SLO)	61
350	350	Постойна (SLO)	Любляна	55
351	351	Любляна	Брежице	112
352	352	Брежице	Загреб (Хорв.)	33
353	353	Загреб (Хорв.)	Славонски-Брод	195
354	354	Славонски-Брод	Винковцы	64
355	355	Винковцы	Товарник	32
356	356	Товарник	Белград (Серб.)	127
357	357	Белград (Серб.)	Вршац	87
358	358	Вршац	Моравица (Рум.)	15
359	359	Моравица (Рум.)	Тимишоара	54
360	360	Тимишоара	Карансебеш	98
361	361	Карансебеш	Дробета-Турну-Северин	111
362	362	Дробета-Турну-Северин	Крайова	119
363	363	Крайова	Рошиорий-де-Веде	105
364	364	Рошиорий-де-Веде	Бухарест	96
365	365	Лиссабон (Португ.)	Сантарен	71
366	366	Сантарен	Помбал	94
367	367	Помбал	Коимбра	48
368	368	Коимбра	Авейру	57
369	369	Авейру	Визеу	97
370	370	Визеу	Секейра	165
371	371	Секейра	Вилар-Формозу	43
372	372	Вилар-Формозу	Саламанка (I)	131
373	373	Саламанка (I)	Вальядолид	124
374	374	Вальядолид	Бургос	128
375	375	Бургос	Миранда-де-Эбро	89
376	376	Миранда-де-Эбро	Арисгойти	88
377	377	Арисгойти	Сан-Себастьян	127
378	378	Сан-Себастьян	Биарриц (F)	41
379	379	Биарриц (F)	По (F)	119
380	380	По (F)	Тулуза	215
381	381	Тулуза	Нарбонна	154

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
382	382	Нарбонна	Монпелье	98
383	383	Монпелье	Арль	67
384	384	Арль	Экс-ан-Прованс	78
385	385	Экс-ан-Прованс	Канны	179
386	386	Канны	Ницца	31
387	387	Ницца	Монако	14
388	388	Монако	Ментона	8
389	389	Ментона	Вентимилья (I)	11
390	390	Вентимилья (I)	Савона	107
391	391	Савона	Генуя	47
392	392	Генуя	Специя	83
393	393	Специя	Пиза	74
394	394	Пиза	Гроссето	150
395	395	Гроссето	Рим	180
396	396	Рим	Авеццано	117
397	397	Авеццано	Пескара	136
398	398	Пескара	Анкона	150
399	399	Бар	Подгорица (MNE)	48
400	400	Подгорица (MNE)	Биело-Поле	135
401	401	Биело-Поле	Титово-Ужице (Серб.)	140
402	402	Титово-Ужице (Серб.)	Кралево	92
403	403	Кралево	Смедеревска-Паланка	119
404	404	Смедеревска-Паланка	Белград (Серб.)	69
405	405	Лиссабон (Португ.)	Вила-Франка-ди-Шира	33
406	406	Вила-Франка-ди-Шира	Коруши	58
407	407	Коруши	Вендаш-Новаш	39
408	408	Вендаш-Новаш	Эвора	60
409	409	Эвора	Эштремош	49
410	410	Эштремош	Бадахос (Испан.)	129
411	411	Бадахос (Испан.)	Мерида	60
412	412	Мерида	Талавера-де-ла-Рейна	274
413	413	Талавера-де-ла-Рейна	Мадрид	134
414	414	Мадрид	Мединасели	160
415	415	Мединасели	Сарагоса	172

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
416	416	Сарагоса	Вильяфранка-дель-Пенедес	312
417	417	Вильяфранка-дель-Пенедес	Барселона	51
418	418	Барселона	Мадзара-дель-Валло (I)	987
419	419	Мадзара-дель-Валло (I)	Алькамо	63
420	420	Алькамо	Чефалу	138
421	421	Чефалу	Фурнари	107
422	422	Фурнари	Мессина	55
423	423	Мессина	Реджо-ди-Калабрия	12
424	424	Реджо-ди-Калабрия	Катандзаро	184
425	425	Катандзаро	Кротоне	68
426	426	Кротоне	Метапonto	190
427	427	Метапonto	Бриндизи	114
428	428	Бриндизи	Бари	111
429	429	Бари	Влѐра	230
430	430	Влѐра	Люшня	61
431	431	Люшня	Дуррес	55
432	432	Дуррес	Бар	110
433	433	Анкона	Бар	487
434	434	Хельсинки	Таллин	88
435	435	Таллин	Марьямаа	55
436	436	Марьямаа	Пярну	79
437	437	Пярну	Айнажи	77
438	438	Айнажи	Саулкрасти	70
439	439	Саулкрасти	Рига	46
440	440	Рига	Иецава	47
441	441	Иецава	Пасвалис	70
442	442	Пасвалис	Паневежис	40
443	443	Паневежис	Кейдайняй	80
444	444	Кейдайняй	Каунас	67
445	445	Каунас	Марьямполе	57
446	446	Марьямполе	Сувалки	68
447	447	Сувалки	Граево	75
448	448	Граево	Ломжа	64
449	449	Ломжа	Ружан	62
450	450	Ружан	Пултуск	32
451	451	Пултуск	Варшава	60

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
452	452	Берлин	Зелов	70
453	453	Зелов	Суленцин	62
454	454	Суленцин	Мендзихуд	46
455	455	Мендзихуд	Пневи	30
456	456	Пневи	Познань	50
457	457	Познань	Вжесня	52
458	458	Вжесня	Конин	64
459	459	Конин	Кутно	85
460	460	Кутно	Лович	45
461	461	Варшава	Седльце	90
462	462	Седльце	Бяла-Подляска	69
463	463	Бяла-Подляска	Брест	45
464	464	Брест	Кобрин	46
465	465	Кобрин	Бяроза	61
466	466	Бяроза	Ивацевичи	31
467	467	Ивацевичи	Барановичи	77
468	468	Барановичи	Стовбци	70
469	469	Стовбци	Дзяржинськ	37
470	470	Дзяржинськ	Минск	39
471	471	Минск	Жодзина	57
472	472	Жодзина	Крупки	63
473	473	Крупки	Толочин	51
474	474	Толочин	Орша	56
475	475	Орша	Гусино	77
476	476	Гусино	Смоленск	50
477	477	Смоленск	Ярцево	65
478	478	Ярцево	Храмцово	55
479	479	Храмцово	Вязьма	62
480	480	Вязьма	Старое	59
481	481	Старое	Можайск	91
482	482	Можайск	Кубинка	45
483	483	Кубинка	Москва	70
484	484	Москва	Електросталь	61
485	485	Електросталь	Лакинск	104
486	486	Лакинск	Крутово	40
487	487	Крутово	Вязники	87
488	488	Вязники	Золино	60
489	489	Золино	Нижний-Новгород	51
490	490	Брюссель	Синт-Трейден	67
491	491	Синт-Трейден	Ахен	91
492	492	Ахен	Кельн	84

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
493	493	Кельн	Зиген	92
494	494	Зиген	Гисен	82
495	495	Гисен	Альсфельд	51
496	496	Альсфельд	Айзенах	91
497	497	Айзенах	Ерфурт	70
498	498	Ерфурт	Йена	55
499	499	Йена	Гера	43
500	500	Гера	Хемниц	69
501	501	Хемниц	Дрезден	80
502	502	Дрезден	Баутцен	62
503	503	Баутцен	Згожедец	53
504	504	Згожедец	Легница	94
505	505	Вроцлав	Бжег	63
506	506	Бжег	Ополе	46
507	507	Гливице	Катовице	29
508	508	Катовице	Краков	79
509	509	Краков	Тарнув	82
510	510	Тарнув	Жешув	87
511	511	Жешув	Пшемьсль	83
512	512	Львов	Буск	55
513	513	Буск	Радивилов	60
514	514	Радивилов	Дубно	56
515	515	Дубно	Ровно	45
516	516	Ровно	Корец	68
517	517	Корец	Новоград-Волынский	37
518	518	Житомир	Коростышев	31
519	519	Коростышев	Белогородка	93
520	520	Белогородка	Киев	30
521	521	Дрезден	Теплице	69
522	522	Теплице	Прага	90
523	523	Прага	Табор	92
524	524	Табор	Тршебонь	54
525	525	Тршебонь	Хорн	87
526	526	Хорн	Вена	85
527	527	Братислава	Чорна	76
528	528	Чорна	Татабанья	85
529	529	Татабанья	Будапешт	69
530	530	Будапешт	Кечкемет	87
531	531	Кечкемет	Сегед	89
532	532	Сегед	Надлак	58

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
533	533	Надлак	Арад	52
534	534	Арад	Дева	96
535	535	Дева	Петрила	93
536	536	Петрила	Тиргу-Жиу	68
537	537	Тиргу-Жиу	Филиаши	76
538	538	Филиаши	Слатина	88
539	539	Слатина	Попешть	54
540	540	Попешть	Бухарест	95
541	541	Бухарест	Лехлиу-Гарэ	65
542	542	Лехлиу-Гарэ	Фетешть	86
543	543	Фетешть	Констанца	79
544	544	Констанца	Шабла	79
545	545	Шабла	Варна (болгария)	80
546	546	Варна (болгария)	Шумен	89
547	547	Шумен	Омуртаг	66
548	548	Омуртаг	Кесарево	45
549	549	Кесарево	Севлиево	79
550	550	Севлиево	Ябланица	89
551	551	Ябланица	София	88
552	552	София	Благоевград	92
553	553	Благоевград	Сандански	65
554	554	Сандански	Сидирокастро	58
555	555	Сидирокастро	Салоники	92
556	556	Венеция	Монфальконе	85
557	557	Монфальконе	Триест	77
558	558	Триест	Постойна	47
559	559	Постойна	Любляна	53
560	560	Любляна	Целе	78
561	561	Целе	Марибор	54
562	562	Марибор	Грац	68
563	563	Грац	Фюрстенфельд	60
564	564	Фюрстенфельд	Вашвар	64
565	565	Вашвар	Веспрем	95
566	566	Веспрем	Будапешт	92
567	567	Будапешт	Хатван	50
568	568	Хатван	Фюзешабонь	65
569	569	Фюзешабонь	Польгар	69
570	570	Польгар	Ньиредьхаза	64
571	571	Ньиредьхаза	Чоп	72
572	572	Чоп	Мукачево	46
573	573	Мукачево	Воловец	54

Marsh_Gd				
Ko_d	I_N	P_O	P_N	L
574	574	Воловец	Сколе	46
575	575	Сколе	Стрый	38
576	576	Гданьск (Поль.)	Нове	92
577	577	Нове	Хелмно	55
578	578	Хелмно	Торунь	44
579	579	Торунь	Кутно	90
580	580	Кутно	Лодзь	79
581	581	Лодзь	Радомско	88
582	582	Радомско	Ченстохова	44
583	583	Ченстохова	Катовице	74
584	584	Катовице	Бельсько-Бяла	60
585	585	Бельско-Бяла	Чадца	82
586	586	Чадца	Жилина	34
587	587	Дуррес	Тирана	38
588	588	Тирана	Преняс	97
589	589	Преняс	Кичево	87
590	590	Кичево	Гостивар	46
591	591	Гостивар	Скопье	65
592	592	Скопье	Куманово	40
593	593	Куманово	Кюстендил	98
594	594	Кюстендил	Перник	58
595	595	Перник	София	42
596	596	София	Панагюриште	93
597	597	Панагюриште	Пловдив	77
598	598	Пловдив	Димитровград	82
599	599	Димитровград	Раднево	61
600	600	Раднево	Ямбол	64
601	601	Ямбол	Бургас (Болгария)	92
602	602	Бургас (Болгария)	Обзор	69
603	603	Обзор	Варна (болгария)	61
604	604	Хельсинки	Ловийса	88
605	605	Ловийса	Хамина	61
606	606	Хамина	Выборг	97
607	607	Выборг	Рощино	76
608	608	Рощино	Санкт-Петербург	65
609	609	Санкт-Петербург	Кузнецово	94
610	610	Кузнецово	Луга	79
611	611	Луга	Лудони	72
612	612	Лудони	Псков	78
613	613	Псков	Остров	56
614	614	Остров	Опочка	79

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
615	615	Опочка	Пустошка	61
616	616	Пустошка	Езерище	75
617	617	Езерище	Витебск	88
618	618	Витебск	Ореховск	75
619	619	Ореховск	Могилёв	93
620	620	Могилёв	Довск	85
621	621	Довск	Гомель	95
622	622	Гомель	Чернигов	115
623	623	Чернигов	Козелец	68
624	624	Козелец	Киев	75
625	625	Киев	Гребенки	70
626	626	Гребенки	Белая Церковь	20
627	627	Белая Церковь	Ставище	53
628	628	Ставище	Умань	90
629	629	Умань	Ульяновка	58
630	630	Ульяновка	Кривое Озеро	90
631	631	Кривое Озеро	Жовтень	84
632	632	Жовтень	Одесса	98
633	633	Зальцбург (Австрия)	Радштадт	80
634	634	Радштадт	Шпитталь-ан-дер- Драу	75
635	635	Шпитталь-ан- дер-Драу	Крань	95
636	636	Крань	Любляна	30
637	637	Любляна	Ново место	72
638	638	Ново место	Загреб (Хорватия)	79
639	639	Загреб (Хорватия)	Кутина	83
640	640	Кутина	Нова-Градишка	70
641	641	Нова-Градишка	Славонски-Брод	56
642	642	Славонски-Брод	Сремска- Митровица	98
643	643	Сремска- Митровица	Белград (Сербия)	74
644	644	Белград (Сербия)	Радинач	69
645	645	Радинач	Лапово	55
646	646	Лапово	Парачин	52
647	647	Парачин	Ниш	81
648	648	Ниш	Пирот	79
649	649	Пирот	София	83
650	650	София	Кюстендил	91

Marsh_Gd				
Ko d	I_N	P_O	P_N	L
651	651	Скопье	Велес	55
652	652	Велес	Удово	81
653	653	Удово	Килкис	70
654	654	Килкис	Салоники	55

Зміст файлу V_p

V_P		
Kod	N_P	Klass
1	Рени	1
2	Измаил	1
3	Киля	1
4	Вилково	1
5	Ильичевск	1
6	Одесса	1
7	Южное	1
8	Очаков	1
9	Николаев	1
10	Херсон	1
11	Скадовск	1
12	Евпатория	1
13	Севастополь	1
14	Ялта	1
15	Феодосия	1
16	Керчь	1
17	Геническ	1
18	Бердянск	1
19	Вышгород	2
20	Киев	2
21	Канев	2
22	Черкасы	2
23	Кременчуг	2
24	Верхнеднепровск	2
25	Днепродзержинск	2
26	Днепропетровск	2
27	Запорожье	2
28	Никополь	2
29	Каменка-Днепровская	2
30	Нововоронцовка	2
31	Великая Лепетиха	2
32	Горностаевка	2
33	Каховка	2
34	Гданьск (Поль.)	1
35	Гдыня (Поль.)	1
36	Щецин (Поль.)	1
37	Росток (Герм.)	1
38	Копенгаген (Дания)	1
39	Фредериксхавн (Дания)	1
40	Гамбург (Герм.)	1

V_P		
Kod	N_P	Klass
41	Бремерхафен (Герм.)	1
42	Бремен (Герм.)	1
43	Вильгельмсхафен (Герм.)	1
44	Эмден (Герм.)	1
45	Амстердам (Голан.)	1
46	Роттердам (Голан.)	1
47	Антверпен (В)	1
48	Зебрюгге (Бельг.)	1
49	Остенде	1
50	Кале	1
51	Гавр (Франц.)	1
52	Брест-Ф.	1
53	Лорьян (F)	1
54	Сен-Назер (Франц.)	1
55	Нант	1
56	Бордо	1
57	Бильбао	1
58	Хихон (Испан.)	1
59	Виго (Испан.)	1
60	Авейру	1
61	Лиссабон (Португ.)	1
62	Сетубал (Португалия)	1
63	Уэльва (Испания)	1
64	Тарифа (Испания)	1
65	Малага (Испания)	1
66	Альмерия (Испания)	1
67	Валенсия (Испания)	1
68	Барселона	1
69	Марсель (Франция)	1
70	Канны	1
71	Генуя	1
72	Ливорно (Италия)	1
73	Салерно (Италия)	1
74	Джела (Италия)	1
75	Катания (Италия)	1
76	Триест	1
77	Риека (Хорватия)	1
78	Сплит (Хорватия)	1
79	Плоче (Хорватия)	1
80	Дубровник (ZG)	1

V_P		
Kod	N_P	Klass
81	Бар	1
82	Дуррес	1
83	Влѐра	1
84	Керкира (Греция)	1
85	Патры (Греция)	1
86	Коринф (Греция)	1
87	Чанаккале (Турция)	1
88	Стамбул (Турция)	1
89	Бургас (Болгария)	1
90	Варна (болгария)	1
91	Констанца	1
92	Линц	2
93	Ибс-на-Дунае	2
94	Кремс-на-Дунае	2
95	Вена	2
96	Братислава	2
97	Комарно	2
98	Эстергон	2
99	Будапешт	2
100	Дунауйварош	2
101	Бая	2
102	Апатин	2
103	Нови-Сад	2
104	Белград (Серб.)	2
105	Смедерево	2
106	Голубац	2
107	Доньи Милонавац	2
108	Дробета-Турну-Северин	2
109	Груя	2
110	Видин	2
111	Оряхово	2
112	Никопол	2
113	Свиштов	2
114	Джурджу	2
115	Тутракан	2
116	Силистра	2
117	Чернаводэ	2
118	Гиндерешть	2
119	Браила	2

Зміст файлу Marsh_Voda

Marsh_Voda				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
1	P - 1	Рени	Измаил	72
2	P - 2	Измаил	Киля	45
3	P - 3	Киля	Вилково	26
4	P - 4	Вилково	Ильичевск	168
5	P - 5	Ильичевск	Одесса	28
6	P - 6	Одесса	Южное	33
7	P - 7	Южное	Очаков	37
8	P - 8	Очаков	Николаев	72
9	P - 9	Николаев	Херсон	102
10	P - 10	Херсон	Скадовск	281
11	P - 11	Скадовск	Евпатория	204
12	P - 12	Евпатория	Севастополь	99
13	P - 13	Севастополь	Ялта	62
14	P - 14	Ялта	Феодосия	150
15	P - 15	Феодосия	Керчь	124
16	P - 16	Керчь	Геническ	220
17	P - 17	Геническ	Бердянск	185
18	P - 18	Одесса	Николаев	139
19	P - 19	Одесса	Херсон	154
20	P - 20	Одесса	Евпатория	281
21	P - 21	Одесса	Севастополь	339
22	P - 22	Керчь	Бердянск	187
23	P - 23	Вышгород	Киев	14
24	P - 24	Киев	Канев	122
25	P - 25	Канев	Черкаск	59
26	P - 26	Черкаск	Кременчуг	113
27	P - 27	Кременчуг	Верхнеднепровск	80
28	P - 28	Верхнеднепровск	Днепродзержинск	30
29	P - 29	Днепродзержинск	Днепропетровск	31
30	P - 30	Днепропетровск	Запорожье	89
31	P - 31	Запорожье	Никополь	86
32	P - 32	Никополь	Каменка-Днепровская	9
33	P - 33	Никополь	Нововоронцовка	38
34	P - 34	Нововоронцовка	Великая Лепетиха	41

Marsh_Voda				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
35	P - 35	Великая Лепетиха	Горностаевка	25
36	P - 36	Горностаевка	Каховка	30
37	P - 37	Каховка	Херсон	73
38	P - 38	Гданьск (Поль.)	Гдыня (Поль.)	23
39	P - 39	Гдыня (Поль.)	Щецин (Поль.)	403
40	P - 40	Щецин (Поль.)	Росток (Герм.)	330
41	P - 41	Росток (Герм.)	Копенгаген (Дания)	186
42	P - 42	Копенгаген (Дания)	Фредериксхавн (Дания)	284
43	P - 43	Фредериксхавн (Дания)	Гамбург (Герм.)	698
44	P - 44	Гамбург (Герм.)	Бремерхафен (Герм.)	153
45	P - 45	Бремерхафен (Герм.)	Бремен (Герм.)	50
46	P - 46	Бремен (Герм.)	Вильгельмсхафен (Герм.)	89
47	P - 47	Вильгельмсхафен (Герм.)	Эмден (Герм.)	144
48	P - 48	Эмден (Герм.)	Амстердам (Голан.)	261
49	P - 49	Амстердам (Голан.)	Роттердам (Голан.)	126
50	P - 50	Роттердам (Голан.)	Антверпен (В)	197
51	P - 51	Антверпен (В)	Зебрюгге (Бельг.)	57
52	P - 52	Зебрюгге (Бельг.)	Остенде	25
53	P - 53	Остенде	Кале	85
54	P - 54	Кале	Гавр (Франц.)	236
55	P - 55	Гавр (Франц.)	Брест-Ф.	563
56	P - 56	Брест-Ф.	Лорьян (F)	182
57	P - 57	Лорьян (F)	Сен-Назер (Франц.)	132
58	P - 58	Сен-Назер (Франц.)	Нант	54
59	P - 59	Нант	Бордо	326
60	P - 60	Бордо	Бильбао	481
61	P - 61	Бильбао	Хихон (Испан.)	233
62	P - 62	Хихон (Испан.)	Виго (Испан.)	468

Marsh_Voda				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
63	P - 63	Виго (Испан.)	Авейру	187
64	P - 64	Авейру	Лиссабон (Португ.)	286
65	P - 65	Лиссабон (Португ.)	Сетубал (Португалия)	92
66	P - 66	Сетубал (Португалия)	Уэльва (Испания)	386
67	P - 67	Уэльва (Испания)	Тарифа (Испания)	201
68	P - 68	Тарифа (Испания)	Малага (Испания)	144
69	P - 69	Малага (Испания)	Альмерия (Испания)	187
70	P - 70	Альмерия (Испания)	Валенсия (Испания)	491
71	P - 71	Валенсия (Испания)	Барселона	346
72	P - 72	Барселона	Марсель (Франция)	438
73	P - 73	Марсель (Франция)	Канны	196
74	P - 74	Канны	Генуя	197
75	P - 75	Генуя	Ливорно (Италия)	161
76	P - 76	Ливорно (Италия)	Салерно (Италия)	590
77	P - 77	Салерно (Италия)	Джела (Италия)	893
78	P - 78	Джела (Италия)	Катания (Италия)	214
79	P - 79	Катания (Италия)	Триест	1320
80	P - 80	Триест	Риека (Хорватия)	203
81	P - 81	Риека (Хорватия)	Сплит (Хорватия)	338
82	P - 82	Сплит (Хорватия)	Плоче (Хорватия)	98
83	P - 83	Плоче (Хорватия)	Дубровник (ZG)	145
84	P - 84	Дубровник (ZG)	Бар	105
85	P - 85	Бар	Дуррес	121
86	P - 86	Дуррес	Влёра	107
87	P - 87	Влёра	Керкира (Греция)	132
88	P - 88	Керкира (Греция)	Патры (Греция)	282
89	P - 89	Патры (Греция)	Коринф (Греция)	123

Marsh_Voda				
Kod	I_N	P_O	P_N	L
90	P - 90	Коринф (Греция)	Чанаккале (Турция)	472
91	P - 91	Чанаккале (Турция)	Стамбул (Турция)	252
92	P - 92	Стамбул (Турция)	Бургас (Болгария)	233
93	P - 93	Бургас (Болгария)	Варна (болгария)	104
94	P - 94	Варна (болгария)	Констанца	156
95	P - 95	Констанца	Измаил	255
96	P - 96	Линц	Ибс-на-Дунае	58
97	P - 97	Ибс-на-Дунае	Кремс-на-Дунае	54
98	P - 98	Кремс-на-Дунае	Вена	62
99	P - 99	Вена	Братислава	46
100	P - 100	Братислава	Комарно	78
101	P - 101	Комарно	Эстергон	47
102	P - 102	Эстергон	Будапешт	39
103	P - 103	Будапешт	Дунауйварош	57
104	P - 104	Дунауйварош	Бая	88
105	P - 105	Бая	Апатин	67
106	P - 106	Апатин	Нови-Сад	88
107	P - 107	Нови-Сад	Белград (Серб.)	79
108	P - 108	Белград (Серб.)	Смедерево	59
109	P - 109	Смедерево	Голубац	68
110	P - 110	Голубац	Доньи Милонавац	53
111	P - 111	Доньи Милонавац	Дробета-Турну-Северин	68
112	P - 112	Дробета-Турну-Северин	Груя	85
113	P - 113	Груя	Видин	63
114	P - 114	Видин	Оряхово	94
115	P - 115	Оряхово	Никопол	84
116	P - 116	Никопол	Свиштов	48
117	P - 117	Свиштов	Джурджу	72
118	P - 118	Джурджу	Тутракан	48
119	P - 119	Тутракан	Силистра	51
120	P - 120	Силистра	Чернаводэ	81
121	P - 121	Чернаводэ	Гиндерешть	44
122	P - 122	Гиндерешть	Браила	88
123	P - 123	Браила	Рени	41

Додаток Ж

Зміст файлу МТК_1

МТК_1				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Хельсинки	Таллин	88	88
2	Таллин	Марьямаа	55	55
3	Марьямаа	Пярну	79	79
4	Пярну	Айнажи	77	77
5	Айнажи	Саулкрасти	70	70
6	Саулкрасти	Рига	46	46
7	Рига	Иецава	47	47
8	Иецава	Пасвалис	70	70
9	Пасвалис	Паневежис	40	40

Зміст файлу МТК_2

МТК_2				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Берлин	Зелов	70	70
2	Зелов	Суленцин	62	62
3	Суленцин	Мендзихуд	46	46
4	Мендзихуд	Пневи	30	30
5	Пневи	Познань	50	50
6	Познань	Вжесня	52	52
7	Вжесня	Конин	64	64
8	Конин	Кутно	85	85
9	Кутно	Лович	45	45
10	Лович	Варшава	86	86
11	Варшава	Седльце	90	90
12	Седльце	Бяла-Подляска	69	69
13	Бяла-Подляска	Брест	45	45
14	Брест	Кобрин	46	46
15	Кобрин	Бяроза	61	61
16	Бяроза	Ивацевичи	31	31
17	Ивацевичи	Барановичи	77	77
18	Барановичи	Стовбци	70	70
19	Стовбци	Дзяржинськ	37	37
20	Дзяржинськ	Минск	39	39
21	Минск	Жодзина	57	57
22	Жодзина	Крупки	63	63
23	Крупки	Толочин	51	51
24	Толочин	Орша	56	56
25	Орша	Гусино	77	77
26	Гусино	Смоленск	50	50

МТК_1				
Kod	P_O	P_N	L	Z
10	Паневежис	Кейдайняй	80	80
11	Кейдайняй	Каунас	67	67
12	Каунас	Марьямполе	57	57
13	Марьямполе	Сувалки	68	68
14	Сувалки	Граево	75	75
15	Граево	Ломжа	64	64
16	Ломжа	Ружан	62	62
17	Ружан	Пултуск	32	32
18	Пултуск	Варшава	60	60

МТК_2				
Kod	P_O	P_N	L	Z
27	Смоленск	Ярцево	65	65
28	Ярцево	Храмцово	55	55
29	Храмцово	Вязьма	62	62
30	Вязьма	Старое	59	59
31	Старое	Можайск	91	91
32	Можайск	Кубинка	45	45
33	Кубинка	Москва	70	70
34	Москва	Електросталь	61	61
35	Електросталь	Лакинск	104	104
36	Лакинск	Крутово	40	40
37	Крутово	Вязники	87	87
38	Вязники	Золино	60	60
39	Золино	Нижний-Новгород	51	51

Зміст файлу МТК_3

МТК_3				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Брюссель	Синт-Трейден	67	67
2	Синт-Трейден	Ахен	91	91
3	Ахен	Кельн	84	84
4	Кельн	Зиген	92	92
5	Зиген	Гисен	82	82
6	Гисен	Альсфельд	51	51
7	Альсфельд	Айзенах	91	91
8	Айзенах	Ерфурт	70	70
9	Ерфурт	Йена	55	55
10	Йена	Гера	43	43
11	Гера	Хемниц	69	69

MTK_3				
Kod	P_O	P_N	L	Z
12	Хемниц	Дрезден	80	80
13	Дрезден	Баутцен	62	62
14	Баутцен	Згожелец	53	53
15	Згожелец	Легница	94	94
16	Легница	Вроцлав	80	80
17	Вроцлав	Бжег	63	63
18	Бжег	Ополе	46	46
19	Ополе	Гливице	81	81
20	Гливице	Катовице	29	29
21	Катовице	Краков	79	79
22	Краков	Тарнув	82	82
23	Тарнув	Жешув	87	87
24	Жешув	Пшемьсль	83	83
25	Пшемьсль	Мостиска	30	30
26	Мостиска	Львов	67	67
27	Львов	Буск	55	55
28	Буск	Радивилів	60	60
29	Радивилів	Дубно	56	56
30	Дубно	Ровно	45	45
31	Ровно	Корець	68	68
32	Корець	Новоград-Волынський	37	37
33	Новоград-Волынський	Житомир	85	85
34	Житомир	Коростышев	31	31
35	Коростышев	Белогородка	93	93
36	Белогородка	Київ	30	30

Зміст файлу MTK_4

MTK_4				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Дрезден	Теплице	69	69
2	Теплице	Прага	90	90
3	Прага	Табір	92	92
4	Табір	Тршебонь	54	54
5	Тршебонь	Хорн	87	87
6	Хорн	Вена	85	85
7	Вена	Братислава	83	83
8	Братислава	Чорна	76	76
9	Чорна	Татабанья	85	85
10	Татабанья	Будапешт	69	69
11	Будапешт	Кечкемет	87	87

MTK_4				
Kod	P_O	P_N	L	Z
12	Кечкемет	Сегед	89	89
13	Сегед	Надлак	58	58
14	Надлак	Арад	52	52
15	Арад	Дева	96	96
16	Дева	Петрила	93	93
17	Петрила	Тиргу-Жиу	68	68
18	Тиргу-Жиу	Филиаши	76	76
19	Филиаши	Слатина	88	88
20	Слатина	Попешть	54	54
21	Попешть	Бухарест	95	95
22	Бухарест	Лехлиу-Гарэ	65	65
23	Лехлиу-Гарэ	Фетешть	86	86
24	Фетешть	Констанца	79	79
25	Констанца	Шабла	79	79
26	Шабла	Варна (болгария)	80	80
27	Варна (болгария)	Шумен	89	89
28	Шумен	Омуртаг	66	66
29	Омуртаг	Кесарево	45	45
30	Кесарево	Севлиево	79	79
31	Севлиево	Ябланица	89	89
32	Ябланица	Софія	88	88
33	Софія	Благоевград	92	92
34	Благоевград	Сандански	65	65
35	Сандански	Сидирокастро	58	58
36	Сидирокастро	Салоники	92	92

Зміст файлу MTK_5

MTK_5				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Венеція	Монфальконе	85	85
2	Монфальконе	Триєст	77	77
3	Триєст	Постойна	47	47
4	Постойна	Любляна	53	53
5	Любляна	Целе	78	78
6	Целе	Марибор	54	54
7	Марибор	Грац	68	68
8	Грац	Фюрстенфельд	60	60
9	Фюрстенфельд	Вашвар	64	64
10	Вашвар	Веспрем	95	95
11	Веспрем	Будапешт	92	92
12	Будапешт	Хатван	50	50
13	Хатван	Фюзешабонь	65	65

MTK_5				
Kod	P_O	P_N	L	Z
14	Фюзешабонь	Польгар	69	69
15	Польгар	Ньиредьхаза	64	64
16	Ньиредьхаза	Чоп	72	72
17	Чоп	Мукачево	46	46
18	Мукачево	Воловец	54	54
19	Воловец	Сколе	46	46
20	Сколе	Стрый	38	38
21	Стрый	Львов	74	74
22	Львов	Буск	55	55
23	Буск	Радивилів	60	60
24	Радивилів	Дубно	56	56
25	Дубно	Ровно	45	45
26	Ровно	Корець	68	68
27	Корець	Новоград-Волынський	37	37
28	Новоград-Волынський	Житомир	85	85
29	Житомир	Коростышев	31	31
30	Коростышев	Белогородка	93	93
31	Белогородка	Київ	30	30

Зміст файлу MTK_6

MTK_6				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Гданьск (Поль.)	Нове	92	92
2	Нове	Хелмно	55	55
3	Хелмно	Торунь	44	44
4	Торунь	Кутно	90	90
5	Кутно	Лодзь	79	79
6	Лодзь	Радомско	88	88
7	Радомско	Ченстохова	44	44
8	Ченстохова	Катовице	74	74
9	Катовице	Бельсько-Бяла	60	60
10	Бельсько-Бяла	Чадца	82	82
11	Чадца	Жилина	34	34

Зміст файлу MTK_7

MTK_7				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Линц	Ибс-на-Дунае	58	1
2	Ибс-на-Дунае	Кремс-на-Дунае	54	1
3	Кремс-на-Дунае	Вена	62	1

MTK_7				
Kod	P_O	P_N	L	Z
4	Вена	Братислава	46	1
5	Братислава	Комарно	78	1
6	Комарно	Эстергон	47	1
7	Эстергон	Будапешт	39	1
8	Будапешт	Дунауйварош	57	1
9	Дунауйварош	Бая	88	1
10	Бая	Апатин	67	1
11	Апатин	Нови-Сад	88	1
12	Нови-Сад	Белград (Серб.)	79	1
13	Белград (Серб.)	Смедерево	59	1
14	Смедерево	Голубац	68	1
15	Голубац	Доньи Милонавац	53	1
16	Доньи Милонавац	Дробета-Турну-Северин	68	1
17	Дробета-Турну-Северин	Груя	85	1
18	Груя	Видин	63	1
19	Видин	Оряхово	94	1
20	Оряхово	Никопол	84	1
21	Никопол	Свиштов	48	1
22	Свиштов	Джурджу	72	1
23	Джурджу	Тутракан	48	1
24	Тутракан	Силистра	51	1
25	Силистра	Чернаводэ	81	1
26	Чернаводэ	Гиндерешть	44	1
27	Гиндерешть	Браила	88	1
28	Браила	Рени	41	1
29	Рени	Измаил	72	1
30	Измаил	Киля	45	1
31	Киля	Вилково	26	1

Зміст файлу MTK_8

MTK_8				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Дуррес	Тирана	38	38
2	Тирана	Преняс	97	97
3	Преняс	Кичево	87	87
4	Кичево	Гостивар	46	46
5	Гостивар	Скопье	65	65
6	Скопье	Куманово	40	40
7	Куманово	Кюстендил	98	98
8	Кюстендил	Перник	58	58

МТК_8				
Kod	P_O	P_N	L	Z
9	Перник	София	42	42
10	София	Панагюриште	93	93
11	Панагюриште	Пловдив	77	77
12	Пловдив	Димитровград	82	82
13	Димитровград	Раднево	61	61
14	Раднево	Ямбол	64	64
15	Ямбол	Бургас (Болгария)	92	92
16	Бургас (Болгария)	Обзор	69	69
17	Обзор	Варна (болгария)	61	61

Зміст файлу МТК_9

МТК_9				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Хельсинки	Ловийса	88	88
2	Ловийса	Хамина	61	61
3	Хамина	Выборг	97	97
4	Выборг	Рощино	76	76
5	Рощино	Санкт-Петербург	65	65
6	Санкт-Петербург	Кузнецово	94	94
7	Кузнецово	Луга	79	79
8	Луга	Лудони	72	72
9	Лудони	Псков	78	78
10	Псков	Остров	56	56
11	Остров	Опочка	79	79
12	Опочка	Пустошка	61	61
13	Пустошка	Езерище	75	75
14	Езерище	Витебск	88	88
15	Витебск	Ореховск	75	75
16	Ореховск	Могилёв	93	93
17	Могилёв	Довск	85	85
18	Довск	Гомель	95	95
19	Гомель	Чернигов	115	115
20	Чернигов	Козелец	68	68
21	Козелец	Киев	75	75
22	Киев	Гребенки	70	70
23	Гребенки	Белая Церковь	20	20
24	Белая Церковь	Ставище	53	53
25	Ставище	Умань	90	90
26	Умань	Ульяновка	58	58
27	Ульяновка	Кривое Озеро	90	90
28	Кривое Озеро	Жовтень	84	84
29	Жовтень	Одесса	98	98

Зміст файлу МТК_10

МТК_10				
Kod	P_O	P_N	L	Z
1	Зальцбург (Австрія)	Радштадт	80	80
2	Радштадт	Шпитталь-ан-дер-Драу	75	75
3	Шпитталь-ан-дер-Драу	Крань	95	95
4	Крань	Любляна	30	30
5	Любляна	Ново место	72	72
6	Ново место	Загреб (Хорватія)	79	79
7	Загреб (Хорватія)	Кутина	83	83
8	Кутина	Нова-Градишка	70	70
9	Нова-Градишка	Славонски-Брод	56	56
10	Славонски-Брод	Сремска-Митровица	98	98
11	Сремска-Митровица	Белград (Сербія)	74	74
12	Белград (Сербія)	Радинач	69	69
13	Радинач	Лапово	55	55
14	Лапово	Парачин	52	52
15	Парачин	Ниш	81	81
16	Ниш	Пирот	79	79
17	Пирот	Софія	83	83
18	Софія	Кюстендил	91	91
19	Кюстендил	Куманово	97	97
20	Куманово	Скопье	41	41
21	Скопье	Велес	55	55
22	Велес	Удово	81	81
23	Удово	Килкис	70	70
24	Килкис	Салоники	55	55

Додаток К

Критичне значення критерію Вілкоксона для сполучених пар

Кількість пар	Рівень значимості		Кількість пар	Рівень значимості	
	0,05	0,01		0,05	0,01
6	1	0	16	30	20
7	2	0	17	35	23
8	4	0	18	40	28
9	6	2	19	46	32
10	8	3	20	52	38
11	11	5	21	59	43
12	14	7	22	66	49
13	17	10	23	73	55
14	21	13	24	81	61
15	25	16	25	89	68

Додаток Л

УКРАЇНА

СВІДОЦТВО
про реєстрацію авторського права на твір

№ 89419

Комп'ютерна програма "Програмно-інструментальний комплекс оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів"
(вид, назва твору)

Автор(и) Прокудін Георгій Семенович, Чупайленко Олексій Андрійович, Прокудін Олексій Георгійович, Пилипенко Юрій Вікторович
(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Дата реєстрації 05.06.2019

Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України О. Ю. Перевезенцев

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596
М. П.

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО
про реєстрацію авторського права на твір

№ 89418

Науковий твір "Математична модель організації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів"

(вид, назва твору)

Автор(и) Прокудін Георгій Семенович, Чупайленко Олексій Андрійович, Прокудін Олексій Георгійович, Пилипенко Юрій Вікторович

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

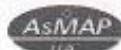
Дата реєстрації 05.06.2019



Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України О. Ю. Перевезенцев



Training and Consulting Center



Асоціація Міжнародних Автомобільних Перевізників

Навчально-консультаційний центр АсМАП України

MODULARE
TRAINING
INSTITUTE

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор НКЦ АсМАП України
Кокот С.О.
«15» жовтня 2019 р.

А К Т

впровадження результатів науково-дослідної роботи
Пилипенко Юрія Вікторовича на тему «Підвищення ефективності управління
вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах»

Керівництво навчально-консультаційного центру Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України (НКЦ АсМАП України) в особі директора Кокот С.О. склав цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Пилипенко Юрія Вікторовича на тему «Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах» використовуються у навчально-виробничому процесі при плануванні міжнародних перевезень вантажів у НКЦ АсМАП України.

Вид результату, що впроваджено: база даних міжнародних транспортних коридорів інфраструктури України та Західної Європи.

Форма впровадження результатів: програмно-інструментальний комплекс оптимальної маршрутизації вантажопотоків в транспортних системах України і Західної Європи.

Ефект від впровадження: використання результатів дисертаційної роботи Пилипенко Юрія Вікторовича на тему «Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах» у навчально-виробничому процесі НКЦ АсМАП України при плануванні міжнародних перевезень вантажів дозволяє раціонально розробляти маршрути перевезення вантажів маршрутами міжнародних транспортних коридорів, що в свою чергу зменшує час доставки та підвищує прибуток автотранспортних підприємств транспортної галузі України на 10%.

Заступник директора,
Голова акредитаційного
Комітету Академії МСАТ

Л.Г. Добруха

Начальник навчального відділу
Експерт з перевезення небезпечних вантажів
та режиму праці і відпочинку водіїв

М.Ф. Литвинчук


ЗАТВЕРДЖУЮ
 Проректор з навчальної роботи
 Національного транспортного університету
 проф. Гришук О.К.
 "травня" 2019 р.
А К Т

про впровадження в навчальний процес матеріалів
 кандидатської дисертаційної роботи **"Підвищення ефективності управління
 вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах"**
 пошукача кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
 Пилипенко Юрія Вікторовича

Починаючи з 2016-2017 навчального року по даний час в навчальному процесі кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету використовуються науково-методичні матеріали і прикладні результати, що містяться в кандидатській дисертації пошукача кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Пилипенко Ю.В.

Так, при проведенні навчального процесу з магістрами спеціальності 275 "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)" з дисципліни "Моделі та методи оптимізації перевезень у міжнародному сполученні", на кафедрі міжнародних перевезень та митного контролю розглядаються теоретичні і прикладні аспекти підвищення ефективності управління вантажопотоками маршрутами міжнародних транспортних коридорів за рахунок розробки і впровадження моделей, методів та програмного забезпечення оптимізації вантажних перевезень у міжнародному сполученні.

Також в дипломному проєктуванні на факультеті транспортних та інформаційних технологій використовуються розроблені в кандидатській дисертації Пилипенко Ю.В. моделі, методи та програмне забезпечення оптимальної маршрутизації вантажних перевезень в міжнародних транспортних коридорах.

Включення матеріалів і результатів кандидатської дисертаційної роботи Пилипенко Ю.В., які мають певну наукову новизну і практичну цінність, у навчальний процес кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету сприяють його поліпшенню і подальшому удосконаленню.

Декан факультету
 транспортних та інформаційних технологій
 д.ф.-м.н., професор



/Данчук В.Д./

Завідуючий кафедри
 міжнародних перевезень та митного контролю
 д.т.н., професор



/Прокудін Г.С./

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«МАТОНІ»**

04201, м.Київ, вул Бережанська 12Б, оф.15, ЄДРПОУ 37687470, Свідоцтво ПДВ №100347764, індивідуальний податковий номер 376874726581, тел. (067) 551 77 55



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МАТОНІ»

Чайка І.В.

» 2019 р.

А К Т

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Пилипенко Юрія Вікторовича

на тему «Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах» *Пилипенко Юрія Вікторовича*

Комісія у складі заступника директора Панченко Тетяни Володимирівни та керівника підрозділу по транспортно-експедиційній діяльності автомобільного транспорту у міжнародному сполученні Бабічева Сергія Олександровича склали цей акт про те, що результати наукових досліджень, що виконані у рамках дисертаційної роботи *Пилипенко Юрія Вікторовича* на тему «Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах», використовуються у виробничому процесі ТОВ «МАТОНІ» при плануванні міжнародних вантажних перевезень.

Вид результату, що впроваджено: методика об'єднання транспортних інфраструктур міжнародних транспортних коридорів та транспортних систем України та Західної Європи.

Форма впровадження результатів: програмно-інструментальний комплекс оптимальної маршрутизації вантажопотоків у транспортних системах України і Західної Європи.

Ефект від впровадження: використання результатів дисертаційної роботи *Пилипенко Юрія Вікторовича* на тему «Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах» у ТОВ «МАТОНІ»

дозволяє раціонально розробляти плани на перевезення вантажів маршрутами міжнародних транспортних коридорів, де застосовуються пільгові умови при виконанні митних формальностей та наданні супутніх послуг. Дане впровадження дозволяє зменшувати час доставки вантажів та підвищити прибуток підприємства.

Члени комісії:

1. Заступник директора



Панченко Т.В

2. Керівник підрозділу по транспортно-експедиційній діяльності автомобільного транспорту у міжнародному сполученні



Бабічев С.О

Директор




Чайка І.В

Додаток М

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Пилипенко Ю.В. Прокудін Г.С., Ремех І.О. Ефективність застосування системи тягових плечей при перевезеннях вантажів у міжнародному сполученні. *Systemy i srodki transportu samochodowego* // Monografia nr 10 pod redakcja naukowa K. Lejdy. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2017. S.79–86.
2. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupailenko O., Dudnyk O. Nowj model zarzadzania transportem towarow w systemax transportowjch // *Kwartalne miedzynarodowe czasopismo naukowe “Area nauku”*. Lublin: Fundacja Osrodek rozwoju rompetencji akademickich, 2017. P. 70–78.
3. Pylypenko Yu., Prokudin G., Chupaylenko O. Traveling Salesman Problem in the Function of Freight Transport Optimization // *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2018. № 3(1). P. 29–36. DOI: <https://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2018.3-1.3>.
4. Pylypenko Yu., Prokudin G., Dudnik O. Optimization of Transport Processes with the Use of Information Technologies // *Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems*. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2018. № 1(1).P. 15–17. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30112018/6217.
5. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С. Розвиток міжнародного транзитного потенціалу України // *Open Access Peer-reviewed Journal: European Journal of Intelligent Transportation Systems*. Warsaw: Publisher RS Global Sp. z O.O., 2019. № 1(2). P. 26–30. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/31072019/6580.

Статті у наукових фахових виданнях:

6. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Приклад побудови імітаційних моделей у транспортних системах // *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ: НТУ, 2016. Вип. 17, ч. 1. С. 67–79.
7. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Ремех І.О., Чупайленко О.А. Особливості моделювання вантажних перевезень на транспортній мережі // *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ: НТУ, 2016. Вип. 18, ч. 1. С. 101–114.
8. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Ефективність застосування системи тягових плечей в міжміських перевезеннях // *Вісник*

Національного транспортного університету. Київ: НТУ, 2017. Вип. № 1 (37). Серія «Технічні науки». С. 346–357.

9. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Аналіз і шляхи реформування транспортної галузі України // Транспортні системи і технології. К.: ДЕТУТ, 2017. Вип. 30. С. 244–254.

10. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Прокудін О.Г. Оптимізація мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів // Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля. Сєверодонецьк: СХУ ім. В. Даля, 2019. Вип. № 2 (250). С. 65–73.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

11. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Пелих В.Ю. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2016. С. 234.

12. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Гілевська та інш. Визначення оптимальних параметрів, які впливають на продуктивність та якість автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях. *Звіт о НДР № 171 “Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях / (заключний етап). № ДР 0114U003950*. Київ: НТУ, 2016. 115 с.

13. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Визначення ефективності застосування системи тягових плечей у міжміських перевезеннях вантажу. *VII Міжнародна науково–практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»*: тези доп. (24-27 квітня 2017 р.). т. 2. Чернігів: ЧНТУ, 2017. С. 146–148.

14. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Омаров Д.М. Застосування імітаційного моделювання для підвищення ефективності роботи міських автобусів / Ю.В. Пилипенко. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2017. С. 258.

15. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Дудник О.С. Перетворення мережевих моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі. *IX Міжнародна науково–практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»*: матеріали конф. (23-25 травня 2017 р.). Херсон: ХДМА, 2017. С. 239–240.

16. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Підвищення ефективності функціонування транспортних систем. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2018. С. 272.

17. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Майданик К.О. Удосконалення методів визначення оптимальних характеристик транспортних мереж. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: моногр. з міжн. участю за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. Дніпро: Журфонд, 2018. С. 5–20.

18. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А. Вдосконалення методів пошуку найкоротших маршрутів на транспортній мережі / Ю.В. Пилипенко. *Третя Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками в напрямі їх розв'язання»*: тези доп. (28-30 березня 2019 р.). Дрогобич: “Посвіт”, 2019. С. 46–47.

19. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С. Модель оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2019. С. 266.

20. Пилипенко Ю.В. Приклад оптимізації вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *IX Міжнародна науково-практична конференція «Транспорт і логістика: проблеми та рішення»*: збірник наук. праць. (22-24 травня 2019 р.). Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 180–182.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір

21. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Прокудін О.Г. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 89418 «Математична модель організації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів». Київ: Мінекономрозвитку України, 2019. 22 с.

22. Пилипенко Ю.В., Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Прокудін О.Г. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 89419 «Програмно-інструментальний комплекс оптимізації мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів». Київ: Мінекономрозвитку України, 2019. 44 с.