

УДК 656.073: 519.876.3
UDC 656.073: 519.876.3

ОПТИМІЗАЦІЯ НЕЗБАЛАНСОВАНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ

Прокудін О.Г., ТОВ “ФЕОНІС”, Київ, Україна

OPTIMIZATION UNBALANCED OF FREIGHT TRANSPORT ON ROAD TRANSPORT NETWORK

Prokudin O.G., LLC “FEONIS”, Kyiv, Ukraine

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Прокудин А.Г., ООО “ФЕОНИС”, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Створення єдиної міжнародної транспортно-логістичної системи та географічне положення транспортного простору України в якості транспортних коридорів вимагає окремого аналізу управління роботи транспортних вузлів, забезпечення координації та взаємодії різних видів транспорту, результативності досягнень науково-технічного прогресу у галузі транспорту. 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 ХХІ сторіччя [1].

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 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 транспортної системи, розробка принципово нових систем управління з використанням сучасних інформаційних технологій.

Транспорт є багатовекторною і одночасно багатофакторною системою масового обслуговування, від ефективності функціонування якої у великій мірі залежить життєдіяльність усіх сфер народного господарства. Щодо багатовекторності транспортних систем (ТС), то вона певним чином пов'язана зі значною розгалуженістю взаємопов'язаних транспортними мережами об'єктів постачання та споживання продукції народного господарства, що у більшості випадків примушує розглядати і аналізувати ТС із застосуванням сітьових моделей.

Методи розв'язання сітьових транспортних задач (СТЗ) ось вже майже 50 років займають уми вчених як у галузі дослідження операцій, так і в галузі рішення практичних задач планування перевезень вантажів різними видами транспорту (автомобільним, залізничним, водним та авіаційним) як окремо, так і у їх взаємодії.

При всій багатогранності розгляду проблематики СТЗ щодо оптимізації процесів перевезень і значимості отриманих результатів необхідно признати, що більшість розроблених методів успішно застосовуються при вирішенні задач оптимізації перевезень та рішенні теоретичних і практичних задач лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій при умові передчасного завдання пунктів відправки та прийому предмету перевезень (вантажів або пасажирів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для зазначеного класу класичних СТЗ розроблені досить досконалі методи їх розв'язання (Дейкстра Е., Канторович Л.В., Кожин А.П., Бідняк М.Н., Воркут А.І., Четверухін Б.М.) [2-6]. Але досить вагомим недоліком матричних методів оптимізації рішення СТЗ є те, що вони спроможні дати оптимальний план перевезень лише на дорожньо-транспортній мережі (ДТМ) при суворім дотриманні прийнятих заздалегідь напрямків переміщення вантажів від джерел їх виникнення безпосередньо до їх споживачів. Саме це і обумовило значну обмеженість цих методів при

розв'язанні задач перевезень у розгалужених мережах транспортних кореспонденцій, коли напрям та маршрути перевезень завчасно визначити просто неможливо і послужило причиною розробки нових [7] і удосконалення існуючих методів оптимізації перевезень на розгалужених ДТМ, орієнтованих на застосування сучасних інформаційних технологій.

Формулювання цілей статті.

Експериментальне підтвердження ефективності застосування при розв'язанні транспортних завдань на ДТМ матрично-мережевої моделі перевізного процесу вантажів і сучасних засобів інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В результаті проведених наукових досліджень та експериментальних перевірок був розроблений метод зведення СТЗ, яка задана у вигляді ДТМ, до класичного матричного виду [8]. Цей метод був розроблений після аналізу методів Дейкстри (визначення найкоротшого шляху між двома вершинами графа) і Флойда (визначення найкоротших шляхів між усіма вершинами графа). Він принципово по новому вирішує цю задачу і визначає найкоротші шляхи безпосередньо між постачальниками і споживачами предмета перевезень, що повністю відповідає сутності постановки СТЗ. Розглянемо застосування цього методу на конкретному прикладі.

У нашому прикладі ТМ задана у вигляді неорієнтованого графу (рис.1), де вершини – це вузли мережі (A_1, A_2, A_3 – постачальники; B_1, B_2, B_3, B_4 – споживачі вантажу), ребра – відповідні шляхи, вага ребер – вартість перевезення одиниці вантажу для відповідного шляху, а обсяги постачання (споживання) вантажу приведені у кожному вузлі. Оскільки сумарний об'єм поставок вантажу перевищує на 30 одиниць сумарний об'єм його заявок, то вводимо на ДТМ додатковий (фіктивний) вузол споживання – B_ϕ , привласнимо йому 30 одиниць вантажу і з'єднаємо його в ДТМ найдорожчими з існуючих (виходячи з вартості перевезення одиниці вантажу) шляхами (див. рис. 1).

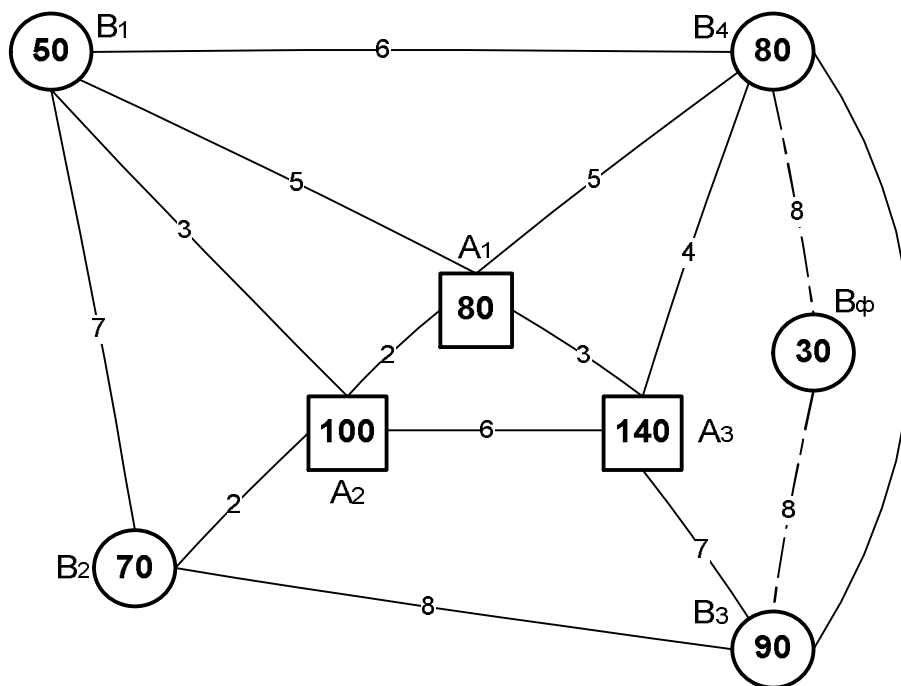


Рисунок 1 – ДТМ з незбалансованим обсягом перевезень вантажу (пропозиція перевищує попит)

Введемо в комп'ютерну систему оптимізації вантажних перевезень на дорожньо-транспортній мережі (КСОВП на ДТМ) початкові дані цієї СТЗ (кількість постачальників/споживачів вантажу, відповідні об'єми поставок/заявок вантажу, а також матрицю відстаней між всіма вузлами ДТМ) (рис. 2). Після цього за допомогою методу найкоротших відстаней [9] (рис. 3, 4) зведемо ДТМ до матричного вигляду [10] і розрахуємо спочатку за допомогою методу північно-західного кута опорний (рис. 5), а потім за допомогою методу потенціалів оптимальний (рис. 6) плани перевезень вантажу.

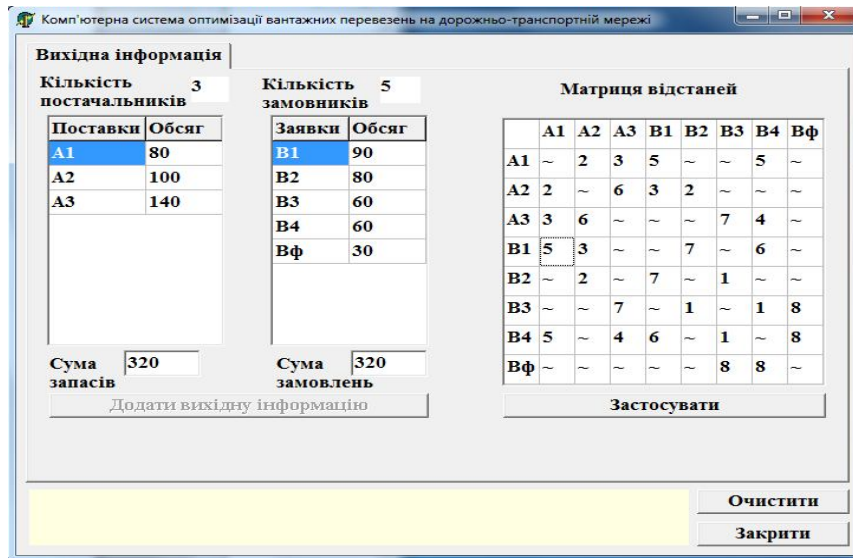


Рисунок 2 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з початковими даними

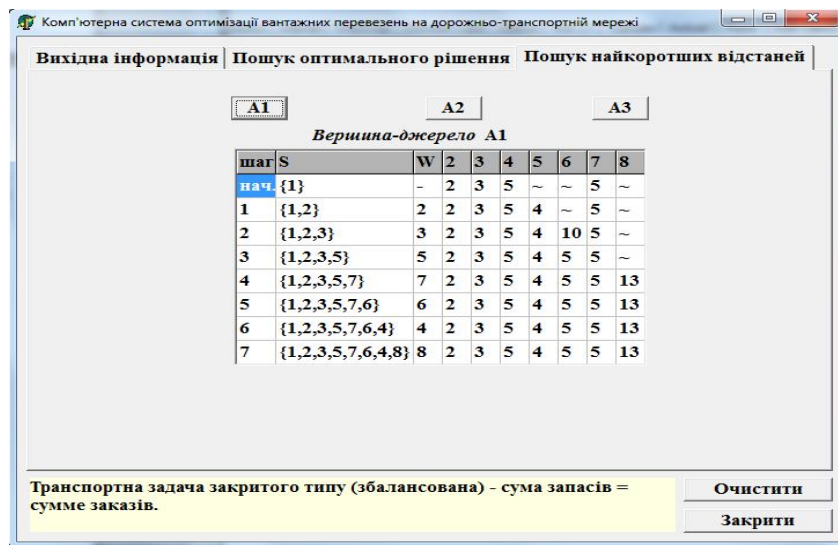


Рисунок 3 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з результатами пошуку найкоротших відстаней від постачальника A₁

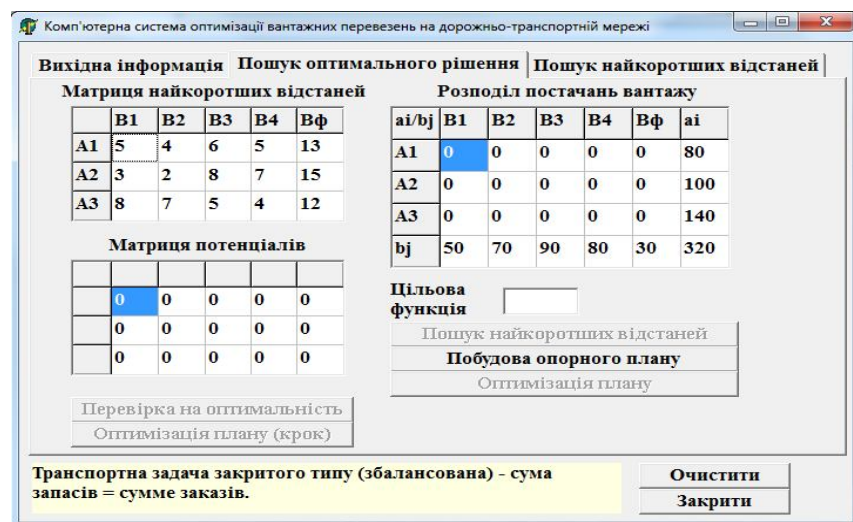


Рисунок 4 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з результатами побудови матриці найкоротших відстаней

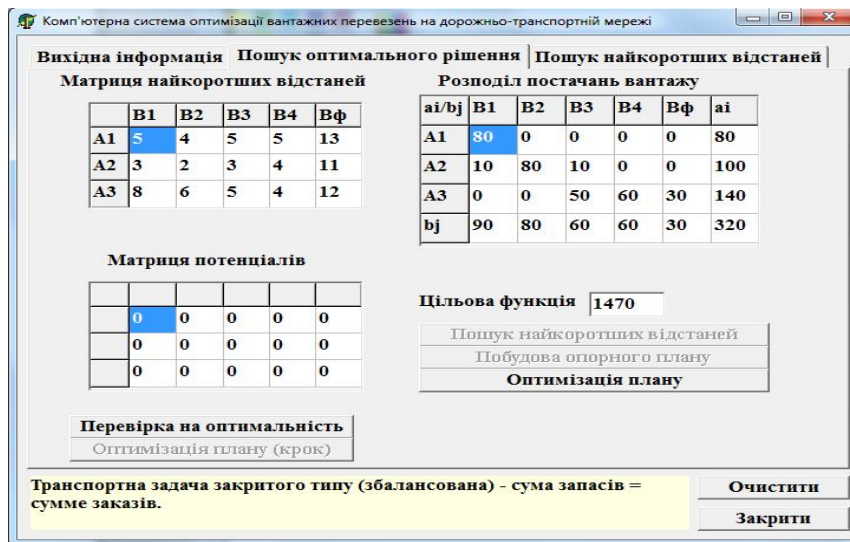


Рисунок 5 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з опорним планом перевезень вантажу

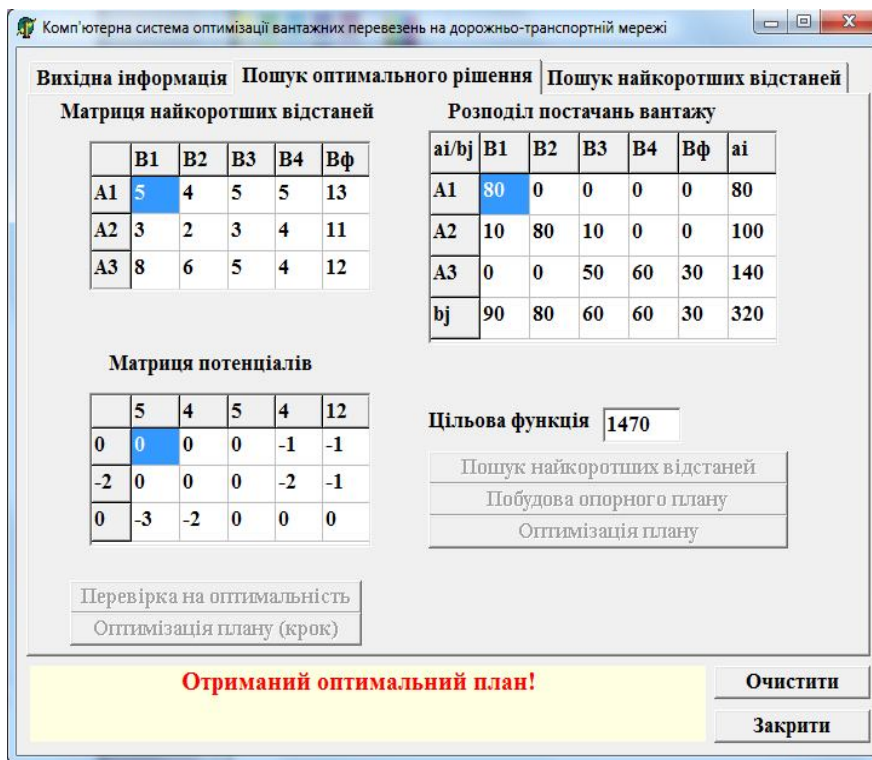


Рисунок 6 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з оптимальним планом перевезень вантажу (пропозиція перевищує попит)

Вартість реалізації цього плану перевезень вантажу дорівнює 1520 умовних одиниць вартості (у.о.в.), мінус вартість перевезення 30 одиниць вантажу до фіктивного вузла споживання і складає 1160 у.о.в. (він зображений на рис. 7 у вигляді відповідних дуг транспортних перевезень).

Спробуємо оптимізувати вантажні перевезення на ДТМ, у якій замовлення вантажу перебільшує його пропозицію (рис. 8). Оскільки сумарний об'єм замовлень вантажу перевищує на 30 одиниць сумарний об'єм його пропозиції, то вводимо на ДТМ додатковий (фіктивний) вузол постачання – A_{ϕ} , привласнимо йому 30 одиниць вантажу і з'єднаємо його в ДТМ найдорожчими з існуючих (виходячи з вартості перевезення одиниці вантажу) шляхами (див. рис. 8).

Виконаємо над цим транспортним завданням ті ж самі, що і у вищерозглянутому прикладі, стандартні процедури по знаходженню оптимального плану перевезень вантажу, а саме:

- введемо в КСОВП на ДТМ початкові дані цієї СТЗ (кількість постачальників/споживачів вантажу, відповідні об'єми поставок/заявок вантажу, а також матрицю відстаней між всіма вузлами ДТМ);
- зведемо за допомогою методу найкоротших відстаней [9] ДТМ до матричного вигляду [10];
- розрахуємо спочатку за допомогою методу північно-західного кута опорний, а потім за допомогою методу потенціалів оптимальний (рис. 9) плани перевезень вантажу.

Вартість реалізації цього плану перевезень вантажу дорівнює 1460 *у.о.в.*, мінус вартість перевезення 30 одиниць вантажу від фіктивного вузла постачання і складає 1210 *у.о.в.* (він зображений на рис. 10 у вигляді відповідних дуг транспортних перевезень).

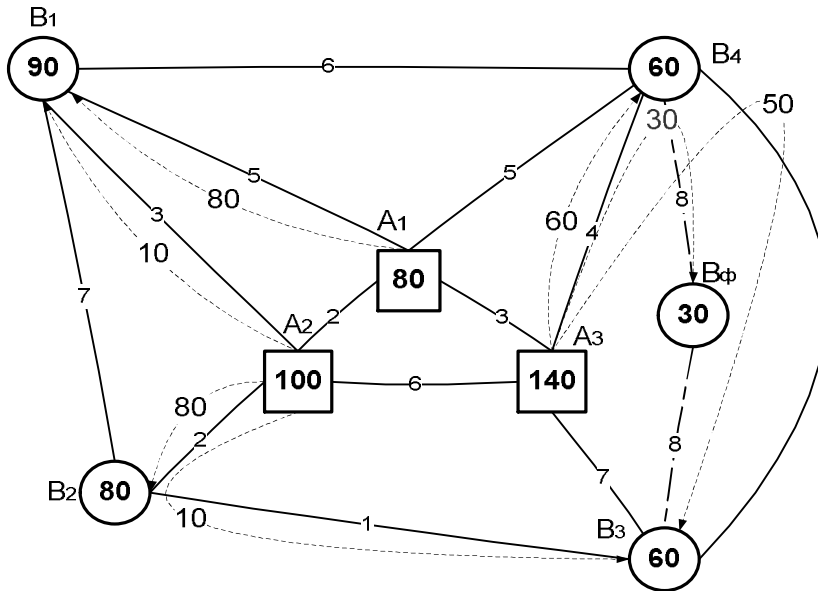


Рисунок 7 – ДТМ з оптимальним планом перевезень вантажу (пропозиція перевищує попит)

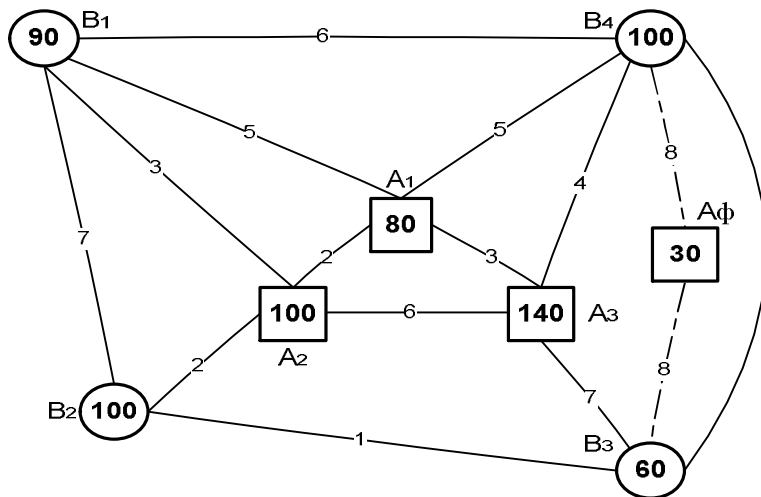


Рисунок 8 – ДТМ з незбалансованим обсягом перевезень вантажу (попит перевищує пропозицію)

Висновки.

Застосування сучасних інформаційних технологій при знаходженні оптимального плану вантажних перевезень на ДТМ з незбалансованим обсягом перевезень вантажу дозволяє за мінімальний час отримати необхідний і точний результат.

При аналізі отриманих результатів необхідно враховувати віртуальні транспортування вантажів з додатково введених фіктивних транспортних вузлів як у випадку перевищення пропозиції вантажу над його попитом, так і у протилежному випадку.

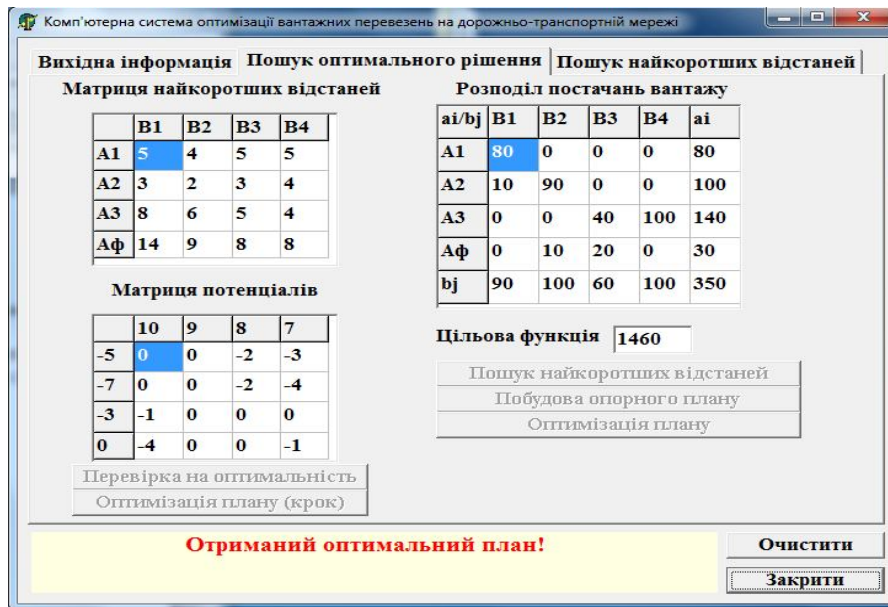


Рисунок 9 – Екранна форма КСОВП на ДТМ з оптимальним планом перевезень вантажу (попит перевищує пропозицію)

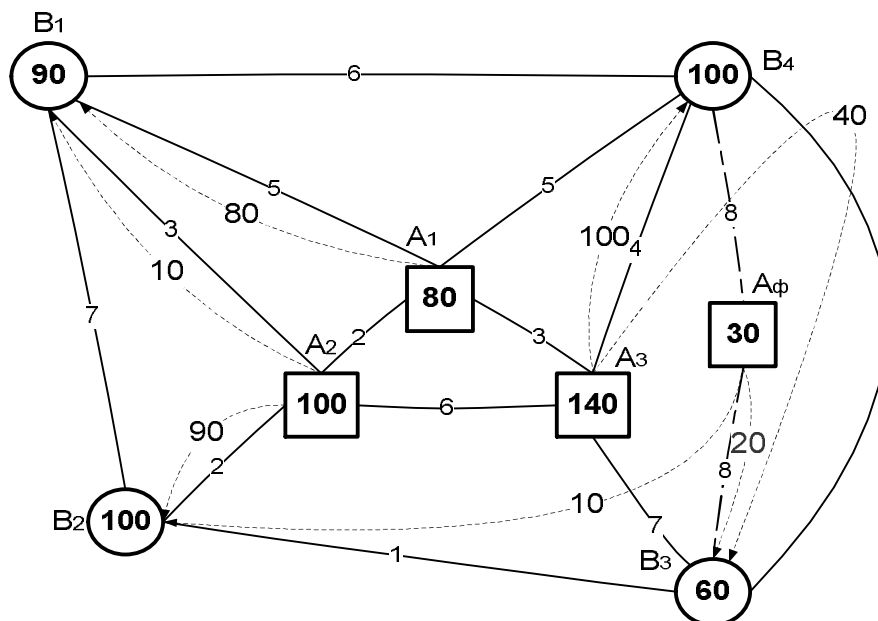


Рисунок 10 – ДТМ з оптимальним планом перевезень вантажу (попит перевищує пропозицію)

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прокудін Г.С. Щодо змін на міжнародному ринку транспортних послуг / Г.С. Прокудін, М.Г. Іщенко, О.Г. Прокудін // Тр. 15 Міжнар. науково-практичної конф. "Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики". – К.: Міністерство інфраструктури України, 2013. – С. – 173 – 182.
2. Четверухін Б.М. Дослідження операцій в транспортних системах / Б.М. Четверухін // Част. I. Методи лінійного програмування та їх застосування. – К.: УТУ, 2000. – 91 с.
3. Бедняк М.Н. Математические основы управления / М.Н. Бедняк. – К.: КАДИ, 1977. – 127 с.

4. Гудман С. Введение в разработку и анализ алгоритмов / С. Гудман, С. Хидетниemi. – М.: Мир, 1981. – с. 309 – 320.
5. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки / А.И. Воркут. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
6. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками / А.П. Кожин. – М.: Высшая школа, 1979. – 304 с.
7. Прокудін Г.С. Оптимізація вантажних перевезень в транспортних системах / Г.С. Прокудін, О.Г. Прокудін // Електроніка та системи управління, № 1(27). – К.: НАУ, 2011. – С. 128 – 133.
8. Прокудін Г.С. Модифікація методу Дейкстри стосовно розв'язання сітьових транспортних задач / Г.С. Прокудін. – К.: Вісник ТАУ, УТУ. – 2002. – № 7, с.195 – 198.
9. Прокудін Г.С. Новый метод нахождения кратчайших путей на графе / Г.С. Прокудін, М.М. Дмитриев. – Тр. 8 Междунар. научно-практической конф. “Рынок услуг комплексных транспортных систем та прикладні проблеми логістики”. – К.: Мінтрансу та зв'язку України, 2006. – С. 105 – 110.
10. Прокудін Г.С. Один з підходів до вирішення сітьової транспортної задачі / Г.С. Прокудін, С.О. Білоус // Безопасность дорожного движения Украины. – К.: ООО "Журнал "Радуга". – 2003. – № 1 – 2(15). – с. 52 – 56.

REFERENCES

1. Prokudin G.S., Ishchenko M.G., Prokudin O.G. Changes in the international transport market. Pr. 15 Intern. Scientific and Practical Conf. "Market services integrated transport systems and applied problems of logistics". Kyiv: Ministry of Infrastructure of Ukraine. 2013. P. 173–182. (Ukr)
2. Chetveruhin B.M. Operations research in transportation systems. Part I. Methods of linear programming and its application. Kyiv: UTU. 2000. 91 p. (Ukr)
3. Bednyak M.N. Mathematical Fundamentals of management. Kyiv: KADI. 1977. 127 p. (Ukr)
4. Goodman S., Hydetnyemy S. Introduction to the development and analysis alhorytmov. Moskva: Mir. 1981. P. 309–320. (Rus)
5. Vorkut A.I. Freight transport by road. Kyiv: Visha School. 1986. 447 p. (Ukr)
6. Kojin A.P. Mathematical methods in planning and managing road freight. Moscow: Higher School. 1979. 304 p. (Rus)
7. Prokudin G.S., Prokudin O.G. Optimization of freight in transport systems. Electronics and control systems. 2011. No 1 (27). Kyiv: NAU. P. 128–133. (Ukr)
8. Prokudin G.S. Modification of Dijkstra concerning solving of network traffic problems. Kyiv: Visnyk of TAU, UTU. 2002. No 7. P. 195–198. (Ukr)
9. Prokudin G.S., Dmitriev M.M. A new method for finding shortest paths in a graph. Pr. 8 Intern. Scientific and Practical Conf. "Market services integrated transport systems and applied problems of logistics." Kyiv: Ministry of Transport and Communications of Ukraine. 2006. P. 105–110. (Ukr)
10. Prokudin G.S., Belous S.A. One approach to solving the transport problem of the net. Safety of road movement in Ukraine. Kyiv: ООО "Magazine" Raduga". 2003. No 1–2(15). P. 52–56. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Прокудін О.Г. Оптимізація незбалансованих вантажних перевезень на дорожньо-транспортній мережі / О.Г. Прокудін // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 12.

У статті на основі проведених наукових досліджень та експериментальних перевірок було доказано, що застосування сучасних інформаційних технологій при знаходженні оптимального плану вантажних перевезень на дорожньо-транспортній мережі з незбалансованим обсягом перевезень вантажу дозволяє за мінімальний час отримати необхідний і точний результат.

Об'єкт дослідження – транспортний процес здійснення незбалансованих вантажних перевезень на дорожньо-транспортній мережі.

Мета роботи – підвищення ефективності транспортного процесу здійснення незбалансованих вантажних перевезень на дорожньо-транспортній мережі.

Метод дослідження – аналіз і моделювання вантажних перевезень на транспортних мережах.

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 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 транспортної системи, розробка принципово нових систем управління з використанням сучасних інформаційних технологій.

При всій багатогранності розгляду проблематики сітьових транспортних задач щодо оптимізації процесів перевезень і значимості отриманих результатів необхідно признати, що більшість розроблених методів успішно застосовуються при вирішенні задач оптимізації перевезень та рішенні теоретичних і практичних задач лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій при умові передчасного завдання пунктів відправки та прийому предмету перевезень (вантажів або пасажирів).

Саме це і обумовило значну обмеженість цих методів при розв'язанні задач перевезень у розгалужених мережах транспортних кореспонденцій, коли напрям та маршрути перевезень завчасно визначити просто неможливо і послужило причиною розробки нових і удосконалення існуючих методів оптимізації перевезень на розгалужених дорожньо-транспортних мережах, орієнтованих на застосування сучасних інформаційних технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОПТИМІЗАЦІЯ, ВАНТАЖ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СІТЬОВА ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА, ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ.

ABSTRACT

Prokudin O.G. Optimization unbalanced of freight transport on road transport network. Management of projects, systems analysis and logistics. Kyiv: National Transport University. 2013. Vol. 12.

In the article on the basis of scientific research and experimental verifications have been shown that the use of modern information technology in finding the optimal transportation plan in a traffic network with unbalanced volume of freight allows for the minimum time the necessary to obtain and accurate results.

Object of the study - the implementation of unbalanced transport of freight in a traffic network.

Purpose of the study - to improve the efficiency of the transport process implementation unbalanced transportation in a traffic network.

Method of the study - analysis and modeling of freight transport in networks.

Scientific and technological progress in the transport sector is one of the key factors in the development of society, the welfare of its citizens. The strategic task of science and technology policy in the transport system of the state have access to the global level of technical parameters and quality of services sold transport. In this regard, priority and priority for the transport sector is to expand research on problems of creating advanced technologies of transportation and means of new generation, development and operation of an efficient transport system, development of innovative control systems with the use of modern information technology.

Despite the multiplicity consideration issues of network transport tasks for optimizing transportation processes and the significance of the results must admit that most of the developed methods have been successfully used in solving optimization problems of traffic and solving theoretical and practical problems only in matrix formulation as previously known traffic matrix correspondence provided early task items sending and receiving object transportation (cargo or passengers).

This is what has caused a significant limitation of these methods in solving problems in the transport of branched transportation networks correspondence, when the direction of transport and routes in advance and it is simply impossible to determine the reason for the development of new and improvement of existing methods for optimizing traffic for branching road networks, focused on application modern information technology.

KEYWORDS: OPTIMIZATION, FREIGHTAGE, TRANSPORTATION, TRANSPORTATION PROBLEM OF NETWORK, ROAD TRANSPORT NETWORK, INFORMATION TECHNOLOGY.

РЕФЕРАТ

Прокудин А.Г. Оптимизация несбалансированных грузовых перевозок на дорожно-транспортной сети / А.Г. Прокудин // Управление проектами, системный анализ и логистика. – К.:НТУ – 2013. – Вып. 12.

В статье на основе проведенных научных исследований и экспериментальных проверок было доказано, что применение современных информационных технологий при нахождении оптимального плана грузовых перевозок на дорожно-транспортной сети с несбалансированным объемом перевозок груза позволяет за минимальное время получить необходимый и точный результат.

Объект исследования - транспортный процесс осуществления несбалансированных грузовых перевозок на дорожно-транспортной сети.

Цель работы - повышение эффективности транспортного процесса осуществления несбалансированных грузовых перевозок на дорожно-транспортной сети.

Метод исследования - анализ и моделирование грузовых перевозок на транспортных сетях.

Научно-технический прогресс в транспортной отрасли является одним из главных факторов развития общества, повышения благосостояния его граждан. Стратегической задачей научно - технической политики в области транспортной системы государства является выход на мировой уровень по техническим параметрам и качеству услуг, реализуемых транспортом. В связи с этим первоочередной и приоритетной задачей для транспортной отрасли является расширение научных исследований по проблемам создания прогрессивных технологий перевозок и технических средств новых поколений, формирования и функционирования эффективной транспортной системы, разработка принципиально новых систем управления с использованием современных информационных технологий.

При всей многогранности рассмотрения проблематики сетевых транспортных задач по оптимизации процессов перевозок и значимости полученных результатов необходимо признать, что большинство разработанных методов успешно применяются при решении задач оптимизации перевозок и решении теоретических и практических задач только в матричной постановке, когда заранее известна матрица транспортных корреспонденций при условии преждевременного задачи пунктов отправки и приема предмета перевозок (грузов или пассажиров).

Именно это и обусловило значительную ограниченность этих методов при решении задач перевозок в разветвленных сетях транспортных корреспонденций, когда направление и маршруты перевозок заблаговременно определить просто невозможно и послужило причиной разработки новых и усовершенствование существующих методов оптимизации перевозок на разветвленных дорожно-транспортных сетях, ориентированных на применение современных информационных технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОПТИМИЗАЦИЯ, ГРУЗ, ПЕРЕВОЗКИ, СЕТЕВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.

АВТОР:

Прокудин Олексій Георгійович, ТОВ "ФЕОНІС", начальник управління інформаційних систем і технологій, e-mail: a.prokudin@landgutgroup.com.ua, тел. +38 (044) 295 80 80, 02098 Україна, м. Київ, вул. Дніпровська набережна, 1-а, офіс 150.

AUTHOR:

Prokudin Alex G, LLC "FEONIS", Head of Department Information Systems and Technologies, e-mail: a.prokudin@landgutgroup.com.ua, tel. +38 (044) 295 80 80, Ukraine, Kyiv, str. Dniprovska naberezhna, 1-a, office 150.

АВТОР:

Прокудин Алексей Георгиевич, ООО "ФЕОНИС", начальник управления информационных систем и технологий, e-mail: a.prokudin@landgutgroup.com.ua, тел. +38 (044) 295 80 80, 02098 Украина, г. Киев, ул. Днепровская набережная, 1-а, офис 150.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Оксіюк О.Г., доктор технічних наук, доцент, Європейський університет, завідувач кафедри інформаційних систем та математичних дисциплін, Київ, Україна.

Гавриленко В.В., доктор фізико-математичних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій, Київ, Україна.

REVIEWER:

Oksiyuk O.G PhD, Associate Professor, European University, head of information systems and mathematics, Kyiv, Ukraine.

Gavrylenko V.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Information Systems and Technologies, Kyiv, Ukraine.