



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XIX Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2024

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Василь ПОПОВИЧ** – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
- Заступники голови:** **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО** – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., ст. досл., ЛДУ БЖД;
- Члени наукового комітету:** **Oksana TELAK** – Doctor of Sciences, MSFS, Warsaw, Poland ;
Jerzy TELAK – Doctor of Sciences, Professor, ASE, Warszawa, Poland;
Boguslaw KOGUT - Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej
Вікторія СЕРГІЄНКО – проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д.м.н., професор
Максим СМІЛЕВСЬКИЙ – начальник управління безпеки департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, к.ю.н.
Олеся ВАЩУК – професор кафедри криміналістики Національного університету «Одеська юридична академія», Голова Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.ю.н. професор
Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ –, учений секретар Університету, к.і.н., доцент;
Анастасія СИМАНОВА – професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки Національного авіаційного університету, перший заступник Голови Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.е.н. професор
- Члени оргкомітету:** **Василь КАРАБИН** – начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, д.т.н., доцент;
Андрій ЛИН – начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;
Ярослав КИРИЛІВ – старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., с.н.с.;
Ольга МЕНЬШИКОВА – заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент;
Іван ПАСНАК – заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;
Ірина БАБІЙ – заступник начальника Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, к.пед.н., доцент;
Тетяна ВОЙТОВИЧ – начальник відділу науково-редакційної діяльності, доктор філософії (PhD);

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ – начальник докторантури, ад'юнктури, к.т.н.;
Андрій ТАРНАВСЬКИЙ – доцент кафедри цивільного захисту та протимінної діяльності ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Олександра ПЕКАРСЬКА – викладач кафедри цивільного захисту та протимінної діяльності ЛДУБЖД;
Андрій КУШНІР – доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Інна ОНОШКО – старший викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУБЖД;
Дмитро КОБИЛКІН – доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Ольга КОРЧАК – викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД;
Роман КОНАНЕЦЬ – заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУБЖД;
Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО – доцент кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУБЖД, к.т.н.;
Назарій БУРАК – заступник начальника кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Олександр ХЛЕВНОЙ – доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій ЛДУБЖД, к.т.н.;
Світлана ВЛОВИЧ – доцент кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУБЖД, к.т.н., с.н.с.;
Юлія КУЛИК – викладач кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУБЖД;
Володимир МАРИЧ – старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Наталія ІВАСІВКА – викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД;
Катерина СТЕПОВА – доцент кафедри екологічної безпеки ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Ірина КОЧМАР – викладач кафедри екологічної безпеки ЛДУБЖД;
Руслана СОДОМА – старший викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, к.е.н., доцент;
Олег КОВАЛЬЧУК – викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;
Галина ТЕЛЕГІНА – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.м.н., доцент;
Орислава ГОРНОСТАЙ – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;
Даниїл БЕГЕН – науковий співробітник відділу науково-редакційної діяльності ЛДУБЖД;
Ростислав ГРИНИК – молодший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУБЖД

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Беседа А.В., Беген Д.А.

Друк

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Войтович Т.М.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 906 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека.
- Пожежна та техногенна безпека.
- Менеджмент у безпеці життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничо-наукові та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Медицина в умовах воєнного стану.

© ЛДУ БЖД, 2024

Здано в набір 06.03.2023. Підписано до друку
28.04.2023. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 56,63.

Гарнітура Times New Roman.

Друк: ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 519.85

РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ З ПРОМІЖНИМИ ПУНКТАМИ У ПАКЕТІ MAPLE

Андрій Гаврилюк

Чмир О.Ю., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

У роботі розглянуто транспортну задачу з проміжними пунктами. Транспортна модель з проміжними пунктами відповідає реальній ситуації, коли між початковими та кінцевими пунктами перевезень є проміжні (транзитні) пункти для зберігання вантажів. За допомогою функцій пакету Maple знайдено розв'язок деякої транспортної задачі з проміжними пунктами.

Ключові слова: транспортна задача, проміжний пункт, граф, пакет Maple.

THE SOLVING OF THE TRANSPORT PROBLEM WITH INTERMEDIATE POINTS IN THE MAPLE PACKAGE

Andrii Havryliuk

Chmyr O.Yu., Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor

Lviv State University of the Life Safety

The transport problem with intermediate points was considered in the paper. The transport model with intermediate points corresponds to the real situation, when there are intermediate (transit) points for cargo storage between the initial and final points of transportation. The solution of some transport problem with intermediate points was found using the functions of the Maple package.

Keywords: transport problem, intermediate point, graph, Maple package.

Транспортна задача є однією із типів задач лінійного програмування. Під назвою “транспортна задача” розуміється досить широке коло задач, для яких існує єдина математична модель, яка розв'язується за допомогою симплекс-методу. Цей метод, дозволяють знайти початковий допустимий розв'язок, а потім, покращуючи його, отримати оптимальний розв'язок.

Транспортна задача з проміжними пунктами відповідає реальній ситуації, коли між початковими та кінцевими пунктами перевезень є проміжні пункти для зберігання вантажів (транзитні пункти). В транспортній задачі з проміжними пунктами транзитні перевезення можуть здійснюватись через будь-які пункти мережі (відповідно до напрямків дуг на схемі), в тому числі через деякі пункти відправлення і призначення. Ця модель є більш загальною,

ніж звичайна транспортна, в якій перевезення здійснюються безпосередньо між пунктами відправлення та призначення [1].

Багато математичних задач можна вирішити за допомогою програмного пакету аналітичних обчислень Maple. У програмі Maple вбудовано пакет для розв'язання задач лінійного програмування simplex, який базується на симплекс-методі. Продемонструємо цей пакет на транспортні задачі з проміжними пунктами.

Задача. Підприємства постачають вантажі роздрібним магазинам через розподільчі центри. Можливі напрямки перевезень, потужності підприємств, потреби магазинів та вартості перевезень (в сотнях у.о. на одиницю продукції) наведено на рисунку 1. Використовуючи пакет Maple, знайти оптимальний план та загальну вартість перевезень. [2]

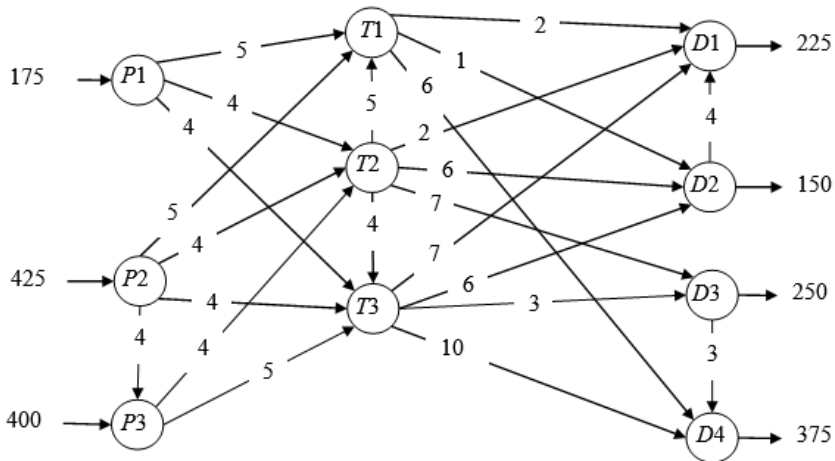


Рисунок 1 – Транспортна задача з проміжними пунктами

Використовуючи програму Maple, розв'язуємо цю задачу [3].

```

> restart ;
> with(simplex) :

```

$a :=$	$\begin{bmatrix} 175 \\ 425 \\ 1400 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \end{bmatrix}$	$b :=$	$\begin{bmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 225 \\ 1000 \\ 1250 \\ 375 \end{bmatrix}$	$p :=$	$\begin{bmatrix} 100 & 5 & 4 & 4 & 100 & 100 & 100 & 100 \\ 4 & 5 & 4 & 4 & 100 & 100 & 100 & 100 \\ 0 & 100 & 4 & 5 & 100 & 100 & 100 & 100 \\ 100 & 0 & 100 & 100 & 2 & 1 & 100 & 6 \\ 100 & 5 & 0 & 4 & 2 & 6 & 7 & 100 \\ 100 & 100 & 100 & 0 & 7 & 6 & 3 & 10 \\ 100 & 100 & 100 & 100 & 4 & 0 & 100 & 100 \\ 100 & 100 & 100 & 100 & 100 & 100 & 0 & 3 \end{bmatrix}$	$x :=$	$\begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & m_{1,4} & m_{1,5} & m_{1,6} & m_{1,7} & m_{1,8} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & m_{2,4} & m_{2,5} & m_{2,6} & m_{2,7} & m_{2,8} \\ m_{3,1} & m_{3,2} & m_{3,3} & m_{3,4} & m_{3,5} & m_{3,6} & m_{3,7} & m_{3,8} \\ m_{4,1} & m_{4,2} & m_{4,3} & m_{4,4} & m_{4,5} & m_{4,6} & m_{4,7} & m_{4,8} \\ m_{5,1} & m_{5,2} & m_{5,3} & m_{5,4} & m_{5,5} & m_{5,6} & m_{5,7} & m_{5,8} \\ m_{6,1} & m_{6,2} & m_{6,3} & m_{6,4} & m_{6,5} & m_{6,6} & m_{6,7} & m_{6,8} \\ m_{7,1} & m_{7,2} & m_{7,3} & m_{7,4} & m_{7,5} & m_{7,6} & m_{7,7} & m_{7,8} \\ m_{8,1} & m_{8,2} & m_{8,3} & m_{8,4} & m_{8,5} & m_{8,6} & m_{8,7} & m_{8,8} \end{bmatrix}$
--------	--	--------	--	--------	---	--------	--

$$\begin{aligned}
 &> F := \sum_{i=1}^8 \left(\sum_{j=1}^8 "p"[i,j] \cdot "x"[i,j] \right); \\
 &> obmez := \left[\sum_{i=1}^8 'x'[i,1] = b[1], \sum_{i=1}^8 'x'[i,2] = b[2], \sum_{i=1}^8 'x'[i,3] = b[3], \sum_{i=1}^8 'x'[i,4] = b[4], \sum_{i=1}^8 'x'[i,5] = b[5], \sum_{i=1}^8 'x'[i,6] = b[6], \sum_{i=1}^8 'x'[i,7] = b[7], \sum_{i=1}^8 'x'[i,8] = b[8], \sum_{j=1}^8 'x'[1,j] = a[1], \sum_{j=1}^8 'x'[2,j] = a[2], \sum_{j=1}^8 'x'[3,j] = a[3], \sum_{j=1}^8 'x'[4,j] = a[4], \sum_{j=1}^8 'x'[5,j] = a[5], \sum_{j=1}^8 'x'[6,j] = a[6], \sum_{j=1}^8 'x'[7,j] = a[7], \sum_{j=1}^8 'x'[8,j] = a[8] \right]; \\
 &> minimize(F, obmez, NONNEGATIVE); \\
 &\{m_{1,1} = 0, m_{1,2} = 0, m_{1,3} = 0, m_{1,4} = 175, m_{1,5} = 0, m_{1,6} = 0, m_{1,7} = 0, m_{1,8} = 0, m_{2,1} = 0, m_{2,2} = 150, m_{2,3} = 0, m_{2,4} = 275, m_{2,5} = 0, m_{2,6} = 0, m_{2,7} = 0, m_{2,8} = 0, m_{3,1} = 1000, m_{3,2} = 0, m_{3,3} = 225, m_{3,4} = 175, m_{3,5} = 0, m_{3,6} = 0, m_{3,7} = 0, m_{3,8} = 0, m_{4,1} = 0, m_{4,2} = 850, m_{4,3} = 0, m_{4,4} = 0, m_{4,5} = 0, m_{4,6} = 150, m_{4,7} = 0, m_{4,8} = 0, m_{5,1} = 0, m_{5,2} = 0, m_{5,3} = 775, m_{5,4} = 0, m_{5,5} = 225, m_{5,6} = 0, m_{5,7} = 0, m_{5,8} = 0, m_{6,1} = 0, m_{6,2} = 0, m_{6,3} = 0, m_{6,4} = 375, m_{6,5} = 0, m_{6,6} = 0, m_{6,7} = 625, m_{6,8} = 0, m_{7,1} = 0, m_{7,2} = 0, m_{7,3} = 0, m_{7,4} = 0, m_{7,5} = 0, m_{7,6} = 1000, m_{7,7} = 0, m_{7,8} = 0, m_{8,1} = 0, m_{8,2} = 0, m_{8,3} = 0, m_{8,4} = 0, m_{8,5} = 0, m_{8,6} = 0, m_{8,7} = 625, m_{8,8} = 375 \}; \\
 &> assign(minimize(F, obmez, NONNEGATIVE)); F = F
 \end{aligned}$$

F = 7925

Виходячи з результатів, отриманих у програмі Maple, приходимо до висновку, що загальна вартість перевезень становить 7925 у.о. Оптимальний план проілюстровано у вигляді графа на рисунку 2.

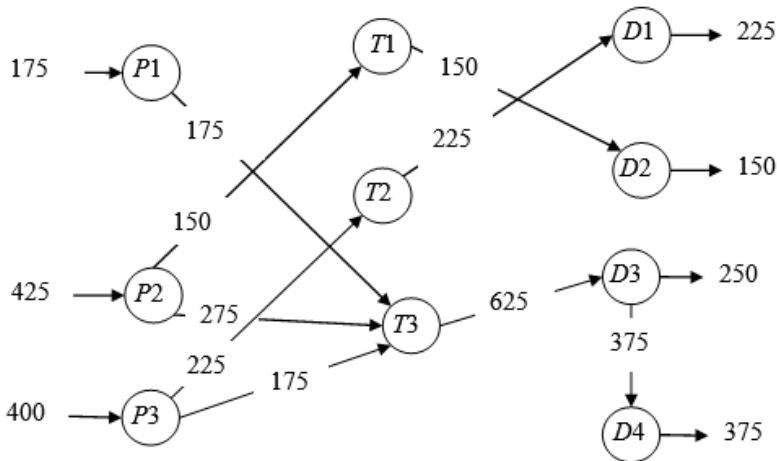


Рисунок 2 – Оптимальний план

З рис. 2 видно «транзитний» ефект розв’язку: з підприємства P1 відправляється 175 одиниць вантажу у розподільчий центр T3; з підприємства P2 – 150 одиниць вантажу у розподільчий центр T1 та 275 одиниць вантажу у розподільчий центр T3; з підприємства P3 – 225 одиниць вантажу у розподільчий центр T2 та 175 одиниць вантажу у розподільчий центр T3. Далі вантажі надходять до магазинів так: магазин D1 отримує вантаж 225 одиниць з розподільчого центру T2, магазин D2 – вантаж 150 одиниць з розподільчого

центру Т1, а магазин D3 розподіляє отриманий вантаж 625 одиниць з розподільчого центру T3 на магазин D4 у кількості 375 одиниць.

Список літератури

1. Бех О.В., Городня Т.А., Щербак А.Ф. Математичне програмування: Навчальний посібник. Львів: “Магнолія 2006”, 2007. 200 с.
2. Білоус А.Б., Могила І.А. Прикладні задачі дослідження операцій на транспорті. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012, 36 с.
3. Махней О.В., Гой Т.П. Математичне забезпечення автоматизації прикладних досліджень. Івано-Франківськ: Сімик, 2013. 304 с.

References

1. Bex O.V., Gorodnya T.A., Shcherbak A.F. Mathematical programming: Tutorial. Lviv: “Magnoliya 2006”, 2007. 200 p.
2. Bilous A.B., Mogyla I.A. Applied research problems of transport operation. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2012. 36 p.
3. Makhney O.V., Goy T.P. Mathematical support of automation of applied research. Ivano-Frankivsk: Simyk, 2013. 304 p.

Секція 8 / Section 8

**ПРИРОДНИЧО-НАУКОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

- Kateryna Rachek, Olena Gumen**, ELECTROMAGNETIC PROPERTIES OF LIVING CELLS: IMPACT OF EXTERNAL ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS ON LIVING ORGANISMS.....735
- Ірина Федів, Катерина Степова, Aušra Mažeikienė**, ВИДАЛЕННЯ ЕВТРОФІКУЮЧИХ АГЕНТІВ ЗІ СТИЧНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ГЛАУКОНІТУ.....740
- Наталія Іванова, Н.М. Гринчишин**, ВПЛИВ СКИДІВ МІСЬКИХ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....746
- Аліна Щесняк, Павло Босак**, ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ – ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....750
- Дмитро Ледньов, Павло Босак**, ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВНИХ ПОРІД РЛП «ЗНЕСІННЯ».....754
- Наталія Дебера, Н.М. Гринчишин**, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ЗАХОДІВ ДЕРЖАВНОГО КОНТРОЛЮ З ВИЯВЛЕННЯ НЕЗАКОННОЇ РУБКИ ДЕРЕВ.....758
- Давід Ковтун, Станіслав Душкін**, ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ІОННОГО ОБМІНУ. МАГНІТНА АКТИВАЦІЯ.....762
- Мар'яна Беззубка, В.Б. Балицька**, ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ: МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ.....765
- Владислав Воробець, Тарас Гембара**, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТРИЩИН ДЛЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ У СЕРЕДОВИЩІ ВОДНЮ.....770
- Тетяна Скиба, Василь Попович**, РАДІОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ.....775
- Андрій Гаврилюк Чмир О.Ю.**, РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ З ПРОМІЖНИМИ ПУНКТАМИ У ПАКЕТІ MAPLE.....781