

Self-Determination and Self-Development for Future Engineers. *Zeszyty Naukowe WST*, No. 18, pp. 85–102. DOI: <https://doi.org/10.54264/0090> [in English].

22. Havrylenko, N. An analytical support methodology for transformational processes. In: *Digital Technologies in the Contemporary Economy*. Vilnius: Mykolas Romeris University, 2022, pp. 186–197. Available at: <https://cutt.ly/e86kxU>. [in English].

23. Low, K.C. et al. (2024). Improving University Students' Critical Thinking and Problem-Solving Skills: How Problem-Based Learning Works during COVID-19 Pandemic? *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, Vol. 37, No. 2. pp. 165–176. [in English].

24. Nestorenko, T., Nestorenko, O. & Peliova, J. (2017). Displaced and Fake Universities – Experience of Ukraine. Economic, Political and Legal Issues of International Relations. 9–10. júna 2017, Virt, Volume of Scientific Papers. Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta medzinárodných vzahov, pp. 265–271. Available at: <https://11l.ink/MP0jV> [in English].

25. Pertiwi, N.P. et al. (2024). Enhancing Critical Thinking Skills through STEM Problem-Based Contextual Learning: An Integrated E-Module Education Website with Virtual Experiments. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 23, No. 4, pp. 739–766. [in English].

Стаття надійшла до редакції 11.11.2024

УДК 371.2: 378

DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.318484>

Тарас Кобильник, кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
Оксана Сікора, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
Тетяна Вдовичин, кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ З МОВОЮ PYTHON

У статті розкриваються методичні аспекти навчання розв'язування транспортної задачі з використанням мови Python. Проаналізовано сфери застосування транспортної задачі, детально описаний метод мінімальної вартості з його програмною реалізацією мовою Python. Для перевірки на оптимальність використано модуль `numpy`. Ми наводимо детальну схему вивчення цієї теми, починаючи із введення основних понять, постановки задачі і закінчуючи виконанням проєктів.

Подальші дослідження будуть сфокусовані на методиці навчання розв'язування задач математичного програмування з використанням мови Python.

Ключові слова: транспортна задача; мова Python; модуль `numpy`; метод проєктів.

Лім. 9.

Taras Kobylnyk, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
Oksana Sikora, Ph.D. (Technical Sciences), Associate Professor,
Associate Professor of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
Tetiana Vdovychyn, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

METHODOLOGICAL ASPECTS OF SOLVING A TRANSPORTATION PROBLEM WITH PYTHON

The article explores the methodological aspects of learning to solve a transportation problem using Python. The transportation problem finds wide practical application in various industries where it is important to optimize transportation and resource allocation, particularly in logistics, transport systems and networks, energy, and agriculture. Solving a transportation problem consists of two stages: finding a reference plan and finding an optimal solution. We have demonstrated the application of the minimum cost method to find a reference transportation plan using a specific example. We implemented this algorithm in Python and explained it.

The choice of Python is due to its popularity and widespread use as an object-oriented language, as well as its strong capabilities in mathematical functions and data visualization. To find the optimal solution to the transportation problem, we propose using Python and the PuLP module for modelling and solving linear programming problems. We emphasize to students the importance of programming code design as a crucial component of software development, which helps make the code understandable, maintainable, and readable. First, it is necessary to use consistent rules and style throughout the entire project and adhere to the standards of the specific programming language, particularly Python. Another important aspect is comments, which are recommended to be added to significant parts of the code or to explain complex algorithms. It is advisable to use clear and descriptive names for variables and functions.

We provide a detailed scheme for studying this topic, starting with the introduction of basic concepts and problem formulation, and ending with project implementation. We propose the following approach to studying methods for solving the transportation problem. The first three laboratory works are devoted to finding the reference plan using the northwest corner, least cost, and Vogel approximation methods, and the fourth to find the optimal plan using the potential method.

Further research will focus on the methodology for teaching the solution of mathematical programming problems using the Python language.

Keywords: transport problem; Python language; pulp module; project method.

Постановка проблеми. Серед оптимізаційних задач особливе місце займають задачі оптимізації транспортного типу. Вони є математичною моделлю завдань розподілу деякого продукту в інформаційних, транспортних, енергетичних та інших системах. Більшість таких моделей є задачами лінійного програмування спеціального виду, найпоширеніша з яких – класична транспортна задача. Транспортування – важлива складова життєдіяльності людини. Перевезення людей та вантажів становить невід’ємну частину життя сучасного суспільства.

Розв’язування будь-якої оптимізаційної задачі неможливе без використання інформаційних технологій. Python є однією з популярних та поширених об’єктно-орієнтованих мов, займає високе місце у світі із застосування математичних функцій та візуалізації даних. Для розв’язування транспортної задачі у роботі ми пропонуємо використовувати мову Python та модуль pulp [7].

Зауважимо, що економічна грамотність людини складається з математичних знань та вмінь застосовувати ці знання для розв’язування складних економічних задач, до яких, власне, і належить транспортна задача.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для розв’язування задач лінійного програмування використовують різні інформаційні технології, зокрема такі системи комп’ютерної математики, як Matlab, Maple, MathCAD, Mathematica [7]. На важливість комп’ютерних технологій для розв’язування оптимізаційних задач вказують багато дослідників. Так, у дослідженні [4] автори для розв’язування цілочисельного лінійного програмування використовують систему комп’ютерної математики Maple, а в [3] – систему Mathematica.

У статті [5] авторка зазначає, що навчання основ теорії і методів оптимізації з комп’ютерною підтримкою сприяють розвитку у студентів математичних та інформатичних компетентностей. Зауважимо, що для розв’язування оптимізаційних

задач пропонуються табличний процесор MS Excel та система Maple.

Зазначається, що для розв’язування задач лінійного програмування зручно використовувати надбудову “Пошук рішення” табличного процесора MS Excel. Найпоширенішими прикладами економічних задач лінійного програмування є зокрема і транспортна задача [1].

Порівнюючи методи розв’язування транспортної задачі, було встановлено, що метод північно-західного кута є найпростішим, однак і найменш ефективним. Метод мінімальної вартості дає змогу знайти опорний план транспортної задачі, при якому загальна вартість перевезень вантажу менша, ніж загальна вартість перевезень при плані, знайденому для даної задачі за допомогою північно-західного кута. Тому найбільш доцільно використовувати опорний план транспортної задачі складений методом мінімальної вартості [2].

Мета дослідження: проаналізувати методичні аспекти навчання розв’язування транспортної задачі з використанням мови Python.

Виклад основного матеріалу. Метою розв’язування транспортної задачі є оптимізація розподілу товарів від кількох постачальників до кількох споживачів, мінімізуючи витрати на перевезення. Це досягається шляхом побудови математичної моделі, у якій враховують витрати на перевезення, наявність товарів у постачальників і потреби споживачів.

Транспортна задача знаходить широке практичне застосування у різних галузях, де важливо оптимізувати перевезення, логістику та розподіл ресурсів, зокрема її використовують:

– у логістиці для мінімізації витрат на перевезення товарів зі складів чи від виробників до магазинів. Можна навести такий приклад. Виробник має кілька складів, де зберігаються певні об’єми продукції. Є кілька магазинів, кожен з яких має свій попит на цю продукцію. Завдання полягає у мінімізації витрат на її доставку, і повному задоволенні попиту магазинів.

– у транспортних мережах чи системах, наприклад для планування маршрутів громадського транспорту з метою забезпечення максимального покриття міста з мінімальними витратами на паливо та час; або для оптимізації перевезення пасажирів між зупинками з урахуванням обмежень на кількість транспортних засобів та їх пасажиромісткість.

– в управлінні запасами для оптимізації постачання та розподілу матеріалів між різними виробничими підрозділами чи складами. Наприклад, велике підприємство має кілька цехів, кожному з яких потрібні певні складові для виробництва. Завдання полягає у мінімізації витрат на транспортування цих складових між цехами, при цьому забезпечивши неперервність виробництва.

– у сільському господарстві для оптимізації розподілу сировини або готових товарів між фермерськими господарствами, переробними заводами та іншими ринками збуту. Наприклад, фермерські господарства виготовляють молоко, яке необхідно доставити на переробні підприємства та у магазини. Завдання полягає у мінімізації транспортних витрат, враховуючи об'єми виробництва кожного такого господарства та попит зі сторони підприємств та магазинів.

– для ефективного розподілу гуманітарної допомоги під час кризових явищ, наприклад, розподіл води, їжі, медикаментів та іншої життєво важливої продукції між постраждалими районами. Завдання полягає у мінімізації часу і витрат на доставку продукції, для забезпечення потреби всіх районів.

– для планування розподілу енергоресурсів (газ, електроенергія) з метою планування розподілу між регіонами та споживачами. Наприклад, планування подачі електроенергії від електростанції до споживачів з метою мінімізації втрат енергії та витрат на транспортування.

Вивчення теми розпочинається із введення основних понять та постановки транспортної задачі. Основними поняттями є:

– постачальники (наприклад, склади, підприємства), які мають обмежені запаси певної продукції – пропозиція товару;

– споживачі (наприклад, магазини), які мають певний попит на цю продукцію – попит на товар;

– вартість перевезення одиниці товару від кожного постачальника до кожного споживача.

На основі цих понять формулюється постановка транспортної задачі та методи її розв'язування. Важливо наголосити на тому, що розв'язування транспортної задачі складається з двох етапів: знаходження опорного та оптимального планів. Для відшукування опорного плану можна використати такі методи, як: північно-західного кута, мінімальної вартості, апроксимації Фогеля; для оптимального – метод потенціалів. Ми пропонуємо такий підхід до вивчення методів розв'язування транспортної задачі.

Перші три лабораторні роботи присвячені відшукуванню опорного плану за методами північно-західного кута, найменшої вартості та апроксимації Фогеля, а четверта для знаходження оптимального плану за методом потенціалів. Зрозуміло, що необхідно зробити висновок, за яким з методів отримується ближчий результат до оптимального. Кожен з названих треба програмно реалізувати мовою Python. Крім того, з використанням модуля pulp, відшукати оптимальний розв'язок транспортної задачі і порівняти з отриманими. Студенти виконують проєкт, який презентують наприкінці вивчення теми.

Розглянемо найпростішу транспортну задачу, згідно з якою є два пункти зберігання A_1 та A_2 (склади) і два пункти продажу B_1 та B_2 (магазини) певного товару. Обсяги зберігання товару (пропозиція) на складах A_i рівна a_i ($i \in \overline{1,2}$). Потреба магазинів B_j у цих товарах (попит) рівна b_j ($j \in \overline{1,2}$). Крім того, відомими також є витрати c_{ij} ($i \in \overline{1,2}, j \in \overline{1,2}$) на перевезення одиниці товару зі складів A_i до магазинів B_j . Потрібно спланувати обсяги перевезення за заданим маршрутам зі складів до магазинів так, щоб загальні витрати на всі перевезення були мінімальними. Або по-іншому: треба знайти такі обсяги перевезень x_{ij} ($i \in \overline{1,2}, j \in \overline{1,2}$) зі складів A_i до магазинів B_j , за яких досягається мінімум функції

$$f(X) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

за обмежень

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} = a_i \quad (i \in \overline{1,2}), \quad \sum_{i=1}^2 x_{ij} = b_j \quad (j \in \overline{1,2}),$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i \in \overline{1,2}, j \in \overline{1,2}).$$

Перше умова означає, що весь товар зі складів A_1 та A_2 є вивезений. Друга – товар завезений до магазинів B_1 та B_2 у необхідній кількості. Для спрощення розглянемо збалансовану транспорту задачу, тобто виконується умова: $\sum_{i=1}^2 a_i = \sum_{j=1}^2 b_j$ ($i \in \overline{1,2}, j \in \overline{1,2}$).

Проаналізуємо розв'язування такої задачі методом найменшої вартості, який відносять до жадібних алгоритмів, для таких даних:

$$C = \begin{pmatrix} 10 & 14 \\ 6 & 8 \end{pmatrix}, \quad a = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

Крок 1. Відшукаємо маршрут мінімальної вартості, тобто той, який відповідає мінімальному елементу матриці C , а саме: $\min c_{ij} = 6$ для $i=2, j=1$. Тоді зі складу A_2 до магазину B_1 планується перевезення $x_{21} = \min(a_2, b_1) = \min(5, 2) = 2$.

Переобчислюємо величини залишків продукції та попиту на товар:

$$a_2 = a_2 - 2 = 5 - 2 = 3, \quad b_1 = b_1 - 2 = 2 - 2 = 0.$$

Оскільки до магазину B_1 товар завезений в достатній кількості, то зі складу A_1 до магазину

B_1 нічого взяти вже не треба. Тому $x_{11} = 0$. Отже, у матриці перевезень залишаються незаповненими елементи другого стовпця x_{12}, x_{22} : $\begin{pmatrix} 0 & - \\ 2 & - \end{pmatrix}$.

Крок 2. Аналогічно до кроку 1 у матриці C відшукаємо мінімальний елемент, що відповідає цим перевезенням, тобто $\min(c_{12}, c_{22}) = \min(14, 8) = 8 = c_{22}, i = 2, j = 2$. Тому зі складу A_2 до магазину B_2 планується перевезення $x_{22} = \min(a_2, b_2) = \min(3, 6) = 3$.

Переобчислюємо величини залишків продукції та попиту на товар:

$$a_2 = a_2 - 3 = 3 - 3 = 0, b_2 = b_2 - 3 = 6 - 3 = 3.$$

До матриці X записуємо перевезення $x_{22} = 3$. Залишився незаповненим тільки елемент x_{12} :

$$\begin{pmatrix} 0 & - \\ 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Крок 3. Мінімальний елемент матриці C , який відповідає незаповненому елементу матриці X , є елемент c_{12} . Елемент c_{12} обчислюємо аналогічно: $x_{12} = \min(a_1, b_2) = \min(3, 3) = 3$.

Переобчислюємо величини залишків продукції та попиту на товар:

$$a_1 = a_1 - 3 = 3 - 3 = 0, b_2 = b_2 - 3 = 3 - 3 = 0.$$

Як видно, весь товар зі складів A_1 та A_2 вивезений у тих обсягах, в яких його там зберігали. До магазинів B_1 та B_2 доставлено стільки продукції, скільки було необхідно.

Отримаємо такий план перевезень

$$X = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Далі обчислимо витрати на таке перевезення:

$$\begin{aligned} f(X) &= c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} \\ &= 10 \cdot 0 + 14 \cdot 3 + 6 \cdot 2 + 8 \cdot 3 \\ &= 78 \end{aligned}$$

З аналізу публікацій видно, що для розв'язування транспортної задачі, як правило, використовують табличний процесор та певну систему комп'ютерної математики. Ми обрали мову Python.

Для реалізації мовою Python формалізуємо алгоритм мінімальної вартості:

1. Відшукується елемент з мінімальною вартістю перевезення.

2. Знаходиться мінімум між пропозицією постачальника та попитом споживача для знайденого елемента.

3. Відповідне значення віднімається від пропозиції і попиту.

4. Якщо пропозиція або попит стають нульовими, видаляється відповідний рядок або стовпчик.

5. Процес повторюється доти, доки пропозиція та попит не будуть задоволені.

Важливо наголосити на правилах оформлення програмного коду як важливої складової розробки програмного забезпечення, що допомагає зробити

його зрозумілим, підтримуваним і читабельним. Насамперед треба використовувати узгоджені правила і стиль для всього проекту та дотримуватися стандартів у певній мові програмування, зокрема Python. Наступним важливим кроком є коментарі, які рекомендується додавати до важливих частин коду та/або для пояснення складних алгоритмів. Для назв змінних та функцій доцільно використовувати зрозумілі та описові назви. Наприклад, функцію, за якою реалізовуватиметься метод мінімальної вартості, можна назвати `min_cost_method`, яка має три формальних параметри `cost`, `supply`, `demand`. За іменами функції та параметрів можна здогадатися, що вони означають. У тілі функції коментарі можна додати до блоків знаходження мінімальної вартості, визначення мінімального значення між попитом і пропозицією, оновленням попиту і пропозиції.

Пояснимо функцію `min_cost_method()`, за якою реалізовується метод мінімальної вартості для відшукування опорного плану транспортної задачі. Функція має три параметри:

1) `cost`: матриця вартостей перевезення від постачальників до споживачів (зі складів до магазинів);

2) `supply`: список значень кількості товарів у кожного постачальника (на кожному складі).

3) `demand`: список значень попиту кожного споживача (потреба магазинів).

В основному циклі: доки у постачальника є продукція або у споживачів незадоволений попит, то виконуємо цикл. У матриці вартостей перевезень знаходимо мінімальний елемент, який ще є. Далі визначаємо кількість товарів, які можуть бути перевезені з урахуванням пропозиції та попиту. Оновлюємо значення пропозиції та попиту. Потім виводимо матрицю перевезень та вартість перевезень.

Застосуємо створену функцію для розв'язування наведеної вище задачі:

```
#Дані для прикладу
cost = [
[10, 14], [6, 8]]
supply = [3, 5]
demand = [2, 6]
result, total_cost = min_cost_method(cost, supply, demand)
print("План перевезень :")
for row in result:
    print(row)
print("Загальна вартість перевезень:", total_cost)
```

Отримаємо такий результат:

План перевезень :

[0, 3]

[2, 3]

Загальна вартість перевезень: 78

Отже, алгоритм працює добре. Отриманий план перевезень є опорним (допустимим, початковим). Для відшукування оптимального плану перевезень використовують, як правило, метод потенціалів [8].

Але для перевірки отриманого плану перевезень на оптимальність ми звернемося до модуля pulp мови Python [7; 9], використовуючи який можна розв'язувати задачі лінійного програмування, в тому числі і транспортну задачу. Передовсім зауважимо, що цей модуль не міститься у дистрибутиві Python, тому його потрібно доінстальовувати (!pip install pulp).

Наведемо схему використання функцій модуля pulp для знаходження оптимального розв'язку наведеної вище задачі. Насамперед треба задати початкові дані (етап ініціалізації даних): supply, demand, costs.

Далі визначається цільова функція та обмеження. Необхідно відшукати мінімум цільової функції при заданих обмеженнях. Для цього використовується метод solve. Після цього виводимо результати, а саме: статус розв'язання, оптимальний розподіл товарів та вартість перевезення. Отримаємо такий результат:

```
Статус розв'язання: Optimal
Оптимальний розподіл:
Зі складу 1 до Магазину 1: 2.0
Зі складу 1 до Магазину 2: 1.0
Зі складу 2 до Магазину 1: 0.0
Зі складу 2 до Магазину 2: 5.0
Загальна вартість: 74.0
```

Висновки. Навчання транспортної задачі включає теоретичні знання, практичні навички та використання цифрових технологій. Такий підхід дозволяє студентам глибоко зрозуміти суть транспортної задачі, ефективно розв'язувати її та застосовувати отримані знання у реальних умовах. Це підготовлює їх до розв'язування складних логістичних задач у професійній діяльності та сприяє розвитку аналітичних навичок до розв'язування оптимізаційних задач. Ознайомлення студентів із програмними засобами, такими як модуль PuLP мови Python, дає їм змогу застосовувати отримані знання для розв'язування складних задач. Це забезпечує практичні навички, які будуть корисні у професійній діяльності.

Перспективи подальших розвідок вбачаємо у розробці методики навчання розв'язування задач математичного програмування з використанням мови Python.

ЛІТЕРАТУРА

1. Добровольська Н.В. Методика використання інформаційних технологій при розв'язанні оптимізаційних задач. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. праць. 2018. Вип. 52. С. 290–296.

2. Іваницька О.В., Рощина Н.В., Сербул Р.С. Транспортна задача лінійного програмування. *Агросвіт*. 2015. № 14. С. 35–40.

3. Кобильник Т., Грозовський В. Аналіз можливостей використання системи Mathematica для розв'язування екстремальних задач. *Молодь і ринок*. 2010. № 5 (64). С. 52–56.

4. Кобильник Т., Грозовський В. Методичні аспекти вивчення теми “Цілочисельне лінійне програмування”. *Молодь і ринок*. 2011. № 12 (83). С. 103–107.

5. Кузьміна Н.М. Деякі методичні аспекти навчання основ теорії і методів оптимізації з комп'ютерною підтримкою. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання* : зб. наук. праць. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. Вип. 15 (22). С. 42–49.

6. Chilikina T., Parfyonova T., Rudenko N. Overview of software for solving optimization problems. *Information technology and society*, 2023. No. 2(8), pp. 90–96.

7. Jha A.K., Sharma G., Kaushik N. Modeling of Transport Problem in Linear Programming with Python (PULP). *SAMRIDDHI : A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 2023.

8. Joshi Mrs. Optimization Techniques for Transportation Problems of Three Variables. *IOSR Journal of Mathematics*. 2013. Vol. 9. pp. 46–50.

9. Parganiha K. Linear Programming with Python and Pulp. *International Journal of Industrial Engineering Research and Development*. 2018. Vol. 9, Issue 3. pp. 01–08.

REFERENCES

1. Dobrovol'ska, N.V. (2018). Metodyka vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii pry rozv'iazanni optymizatsiinykh zadach [Methodology for Using Information Technology in Solving Optimization Problems]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience Problems*. No. 52. pp. 290–296. [in Ukrainian].

2. Ivanytska, O.V., Roshchyna, N.V. & Serbul, R.S. (2015). Transportna zadacha liniinoho prohramuvannia [Linear programming transportation problem]. *Agrosvit*. Vol. 14. pp. 35–40. [in Ukrainian].

3. Kobyl'nyk, T. & Hrozovskyyi, V. (2010). Analiz mozhlyvosti vykorystannia systemy Mathematica dlia rozv'iazuvannia ekstremal'nykh zadach [Analysis of the possibilities of using the Mathematica system for solving extreme problems]. *Youth & market*. Monthly scientific-pedagogical journal. Drogobych, Vol. 5 (64). pp. 52–56. [in Ukrainian].

4. Kobyl'nyk, T. & Hrozovskyyi, V. (2011). Metodychni aspekty vyvchennia temy “Tsilychyselne liniine prohramuvannia” [Methodological aspects of studying the topic “Integer linear programming”]. *Youth & market*. Monthly scientific-pedagogical journal. Drogobych, Vol. 12 (83). pp. 103–107. [in Ukrainian].

5. Kuzmina, N.M. (2015). Deiakі metodychni aspekty navchannia osnov teorii i metodiv optymizatsii z kompiuternoiu pidtrymkoiu [Some methodological aspects of teaching the basics of computer-aided optimization theory and methods]. *Scientific Journal of the National Pedagogical Dragomanov University. Series 2: Computer-Oriented Learning Systems: Collection of Scientific Works*, Kyiv, Vol. 15(22). pp. 42–49. [in Ukrainian].

**ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕНЬ “КОНЦЕПЦІЇ НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНОГО
ВИХОВАННЯ В СИСТЕМІ ОСВІТИ УКРАЇНИ” В ЖИТОМИРСЬКОМУ МЕДИЧНОМУ ІНСТИТУТІ
ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ**

6. Chilikina, T., Parfyonova, T. & Rudenko, N. (2023). Overview of software for solving optimization problems. *Information technology and society*, Vol. 2(8), pp. 90–96. [in English].

7. Jha, A.K., Sharma, G. & Kaushik, N. (2023). Modeling of Transport Problem in Linear Programming with Python (PULP). *SAMRIDDHI : A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*. [in English].

8. Joshi, Mrs. (2013). Optimization Techniques for Transportation Problems of Three Variables. *IOSR Journal of Mathematics*, Vol. 9, pp. 46–50. [in English].

9. Parganiha, K. (2018). Linear Programming with Python and Pulp. *International Journal of Industrial Engineering Research and Development*, Vol. 9, Issue 3, pp. 01–08. [in English].

Стаття надійшла до редакції 20.12.2024

УДК 378.017:172]“364”ЖМІ

DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.320565>

Ірина Махновська, кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри природничих та соціально-гуманітарних дисциплін
Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради

Марина Кірячок, кандидат філологічних наук, доцент
кафедри природничих та соціально-гуманітарних дисциплін
Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради

Олена Дмитрук, кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри природничих та соціально-гуманітарних дисциплін
Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради

Ірина Круковська, кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри природничих та соціально-гуманітарних дисциплін
Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради

**ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕНЬ “КОНЦЕПЦІЇ НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНОГО
ВИХОВАННЯ В СИСТЕМІ ОСВІТИ УКРАЇНИ” В ЖИТОМИРСЬКОМУ МЕДИЧНОМУ
ІНСТИТУТІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ**

Стаття присвячена проблемі національно-патріотичного виховання студентської молоді в умовах новітніх викликів. Авторами актуалізовано досвід національно-патріотичного виховання майбутніх медиків у Житомирському медичному інституті ЖОР. Описано шляхи реалізації основних положень “Концепції національно-патріотичного виховання в системі освіти України” в умовах воєнного часу як такі, що максимально сприяють формуванню національно свідомого патріота своєї держави, готового працювати задля її блага і за необхідності стати на захист її безпеки та національних інтересів.

Ключові слова: національно-патріотичне виховання; освітній процес; ідентичність; національна свідомість; Концепція національно-патріотичного виховання; студент-медик.

Рис. 4. Літ. 10.

Iryna Makhnovska, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Natural and Social Sciences Department,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council

Maryna Kiryachok, Ph.D. (Philology), Associate Professor of the
Natural and Social Sciences Department,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council

Olena Dmytruk, Ph.D. (Economic), Associate Professor,
Associate Professor of the Natural and Social Sciences Department,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council

Iryna Krukovska, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor,
Head of the Natural and Social Sciences Department,
Zhytomyr Medical Institute of Zhytomyr Regional Council

**THE EXPERIENCE IN IMPLEMENTING THE PROVISIONS OF THE “CONCEPT OF
NATIONAL AND PATRIOTIC EDUCATION WITHIN THE EDUCATION SYSTEM” OF
UKRAINE AT ZHYTOMYR MEDICAL INSTITUTE OF ZHYTOMYR REGIONAL COUNCIL IN
WARTIME CONDITIONS**

The article is devoted to the problem of national and patriotic education of the student youth in the context of the latest challenges. The national interests of Ukraine and the political goal of the newest state formation determine the current requirements for national and patriotic education in higher education institutions. The authors elaborate on the