

**Н. В. Халіпова**, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри транспортних  
систем та технологій Університету митної  
справи та фінансів

**І. Ю. Леснікова**, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри транспортних  
систем та технологій Університету митної  
справи та фінансів

**Н. А. Ісрафілова**, студентка Університету  
митної справи та фінансів

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

*Аналіз транспортно-логістичних процесів підприємства на сучасному етапі засвідчив нерівномірний стан та певні диспропорції їх розвитку. Виявлено, що проблема являється комплексною і одним з важливих недоліків є неефективний розподіл та спосіб використання наявного автопарку. Встановлено, що для розвитку промислового підприємства важливим аспектом є організація ефективних транспортно-логістичних процесів, при плануванні яких мають застосовуватись загальні принципи, як то повне задоволення транспортних потреб структурних підрозділів підприємства, ефективне використання технічних засобів та різних видів ресурсів, розгляд роботи всіх видів транспорту в комплексі.*

*Аналіз засвідчує, що при плануванні роботи транспорту найбільш складною ділянкою є оперативне планування, функції якого полягають у встановленні погоджених обсягів роботи транспорту та їх підрозділів на найближчий час, маршрутизації перевезень, організації узгодженої роботи транспортного та структурних підрозділів підприємства. Для безперервного виробництва на підприємстві необхідне постійне оперативне оновлення існуючих рішень щодо транспортно-логістичного забезпечення та складських рішень.*

*Для вирішення задачі даної виробничої ситуації запропоновано використовувати багатетапний алгоритм, що включає послідовний розв'язок задач: лінійного програмування з обмеженнями на ресурси підприємства; транспортної задачі і задачі про найкоротшу відстань від постачальників до складів для перевезення заданих обсягів сировини з найменшими витра-*

**© Н. В. Халіпова, І. Ю. Леснікова, Н. А. Ісрафілова, 2018**

---

тами; подальшого формування висновків та пропозицій щодо поліпшення розв'язку і прийняття остаточного варіанту. Для розв'язку задач оптимізації використовувалися Надбудови Microsoft Excel "Пошук рішення".

На прикладі ПрАТ "ДКХЗ" холдингу Метінвест проведено аналіз існуючого транспортно-логістичного забезпечення та визначено оптимальні схеми постачання сировини для забезпечення функціонування смолопереробного цеху. Для безперервної роботи смолопереробного цеху необхідно мати відповідні складські ємності для зберігання вихідної сировини. На основі аналізу оптимальних схем постачання сировини для забезпечення виробництва визначено ємності для зберігання та оптимальні схеми доставки смоли кам'яновугільної.

Результати дослідження свідчать про необхідність постійного оперативного оновлення існуючих рішень та можуть бути використані при удосконаленні транспортно-логістичної складової процесів промислових підприємств

Ключові слова: транспортно-логістичні процеси; промислове підприємство; оптимальні схеми постачання.

Статья посвящена решению проблемы организации эффективных транспортно-логистических процессов на промышленном предприятии. На примере ЗАО "ДКХЗ" холдинга Метинвест проведен анализ существующего транспортно-логистического обеспечения и определены оптимальные схемы поставки сырья и складские решения. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости постоянного оперативного обновления существующих решений и могут быть использованы при совершенствовании транспортно-логистической составляющей процессов промышленных предприятий.

Ключевые слова: транспортно-логистические процессы; промышленное предприятие; оптимальные схемы поставки.

Analysis of transport-logistical processes of the enterprise at the present stage showed uneven condition and certain disproportions in their development. Was discovered that the problem is complex and one of the important drawbacks is the inefficient allocation and use of the existing transportation fleet. It is established that for the development of an industrial enterprise an important aspect is the organization of efficient transport and logistics processes, the planning of which should use the general principles, such as full satisfaction of enterprise structural units transport needs, efficient use of technical means and different types of resources, consideration of work of all types of transport in complex.

---

*The analysis shows that when planning the work of transport, the most difficult area is operational planning, whose functions are to establish agreed volumes of transport work and their units in the near future, routing of transportation, organization and coordinated work of transport and structural units of the enterprise. Continuous production at the enterprise requires constant prompt updating of existing solutions for transport and logistics support and warehouse solutions.*

*To solve the problem of given production situation, it is proposed to use a multi-stage algorithm, which includes a sequential tasks solution: linear programming with limitations on the resources of the enterprise; the transport task and the task of the shortest distance from suppliers to warehouses for transportation of specified volumes of raw materials with the least cost; further formulation of conclusions and recommendations regarding the solution improvement and making the final decision. Microsoft Excel 'Solution Finder' plugin was used to solve our optimization tasks.*

*On the example of PrJSC Metinvest holding, an analysis of the existing transport and logistics support was carried out and the optimal raw material supply schemes were determined to ensure the operation of the resin-processing manufactory department. For continuous operation of the resin-processing department, it is necessary to have appropriate capacities for raw materials storing. Based on the analysis of optimal raw material delivery schemes to support manufacturing, storage tanks capacity and the optimal delivery schedules for coal tar have been identified.*

*The results of the study indicate the need for continuous prompt updating of existing solutions and can be used to improve the transport and logistics component of industrial enterprise processes.*

*Key words: transport-logistical processes; industrial enterprise; optimal supply schemes.*

**Вступ.** Аналіз транспортно-логістичних процесів підприємства на сучасному етапі засвідчив нерівномірність та певні диспропорції їх розвитку. Проблема являється комплексною і одним з важливих недоліків є неефективний розподіл та спосіб використання наявного автопарку. Автомобільний транспорт бере участь у різноманітних виробничих процесах: працює в цехах промислових підприємств, використовується при ремонтах та для перевезення матеріалів і обладнання, при навантажувально-розвантажувальних роботах та ін. Це обумовлює актуальність проблеми удосконалення транспортно-логістичних процесів промислового підприємства.

**Постановка задачі.** Аналіз сучасного стану досліджень у сфері транспортної логістики свідчить, що ефективна реалізація функції транспорту-

---

вання неможлива без комплексного планування її разом з іншими логістичними функціями: спільного планування транспортних процесів на різних видах транспорту; забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу; спільного планування транспортного процесу зі складським та виробничим [1].

На думку спеціалістів важливою перевагою логістичного управління є підвищення рівня саме транспортного обслуговування, що досягається не тільки і не стільки завдяки функціонуванню транспортних підрозділів, скільки в результаті злагодженого виконання комплексу робіт, пов'язаних із постачанням, збутом та перевезенням продукції [2].

Визначенню аспектів спрямованих на ефективну реалізацію функцій транспортування на основі застосування транспортних технологій, пов'язаних із логістичними процедурами вибору, обґрунтуванню необхідності їх застосування та аналізу організації транспортування в логістичних системах присвячено [3]. Перспективами їх подальших досліджень є пошук нових, максимально ефективних способів оптимізації транспортного процесу, вдосконалення логістичних систем на основі покращення реалізації функцій транспортування, виявлення нових напрямів і підходів до розвитку транспортної логістики [3].

На відміну від старих методів ізольованого управління вантажними перевезеннями на підприємствах здійснюється перехід до об'єднаного чи скоординованого управління вантажопотоками. Взаємозв'язок і взаємозалежність усіх логістичних елементів, включно із транспортом, обумовили необхідність застосування комплексного підходу до їх подальшого розвитку [4].

Також необхідна адаптація існуючих положень до специфічних умов діяльності транспортних структурних підрозділів промислових підприємств [5].

Оперативне планування є завершальною ланкою в системі планування діяльності підприємства, виступає як засіб виконання довго-, середньо- та короткострокових планів і є одним із важелів оперативного управління виробництвом. Посилення нестабільності сфери функціонування підприємств у динамічних умовах ринкової економіки підвищує роль оперативного планування. Суть оперативного планування полягає в детальній розробці планів підприємств та їхніх підрозділів (цехів, бригад, ферм, навіть робочих місць) на короткі проміжки часу – окремий виробничий період, місяць, декаду, робочий тиждень, добу, зміну. При цьому опрацювання планів органічно поєднується з розв'язанням питань організації їх виконання та поточного регулювання [6].

Підсумовуючи, можна сказати, що технічна складова організації транспортно-логістичних процесів – важливий аспект розвитку промислового підприємства. Інформаційне забезпечення вражає своїм різноманіттям, про-

---

те, через швидкий технічний прогрес дуже швидко застаріває, тож існує постійна потреба в дослідженні ефективності нових видів інформаційного забезпечення та їх практичного використання.

**Мета статті** – це аналіз сучасного стану транспортно-логістичних процесів на промисловому підприємстві та визначення основних напрямків їх удосконалення. На прикладі ПрАТ “ДКХЗ” холдингу Метінвест проаналізувати існуюче транспортно-логістичне забезпечення та визначити оптимальні схеми постачання сировини та складські рішення.

**Результати дослідження.** Забезпечення раціонального обслуговування транспорту промислових підприємств є складною задачею. Її розв'язання потребує максимального скорочення часу знаходження рухомого складу на підприємстві, їх пробігу по шляхах загального користування та по шляхах промислових підприємств, а також можливу концентрацію переробки вантажів, які відповідають потребам технології виробництва, найкращому використанню транспортних засобів та капіталовкладень. Істотне значення має при цьому чітка взаємодія в роботі зовнішнього транспорту із внутрішнім транспортом підприємств [7].

Приватне акціонерне товариство “Дніпровський коксохімічний завод” (далі – ПрАТ “ДКХЗ”) спеціалізується на виробництві коксу, смоли сульфату амонію і продуктів переробки. Продукція споживається металургійними, енергетичними, хімічними та іншими промисловими компаніями. Це обумовлює необхідність забезпечення надійності та якості процесу перевезень, потребує враховувати і задовольняти запити кожного конкретного споживача.

ПрАТ “ДКХЗ” входить до Метінвесту – міжнародної вертикально інтегрованої гірничо-металургійної компанії. У структуру Метінвесту також входять видобувні та металургійні підприємства на Україні, в ЄС і США. Вертикальна інтеграція дозволяє управляти всіма етапами: видобутком сировини, виробництвом, поставками і продажами готової продукції [8].

ПрАТ “ДКХЗ” є одним з небагатьох підприємств в даній галузі в Україні з повним циклом переробки хімічних продуктів коксування. Тут здійснюється підготовка вугільної шихти, виробництво коксу, уловлювання хімічних продуктів коксування, переробка кам'яновугільної смоли.

Підприємство виробляє широкий спектр коксової і хімічної продукції, яка відповідає європейським і міжнародним стандартам. Продукцію підприємства за видами та її структуру зображено у табл. 1 та на рис. 1.

Предметом діяльності ПрАТ “ДКХЗ” є виробництво та реалізація коксової, хімічної продукції та хімічних речовин, виробництво та реалізація іншої продукції виробничо-технічного призначення, зовнішньоекономічна діяльність та ін.

## Продукція ПрАТ “ДКХЗ” за видами

Продукція ПрАТ “ДКХЗ”	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– кокс доменний</li> <li>– горішок коксовий</li> <li>– дрібняк коксовий</li> <li>– смола кам’яновугільна</li> <li>– амонію сульфат</li> <li>– феноляти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– бензол сирий кам’яновугільний</li> <li>– пек кам’яновугільний</li> <li>– масла кам’яновугільні</li> <li>– полімери бензольних відділень</li> </ul>

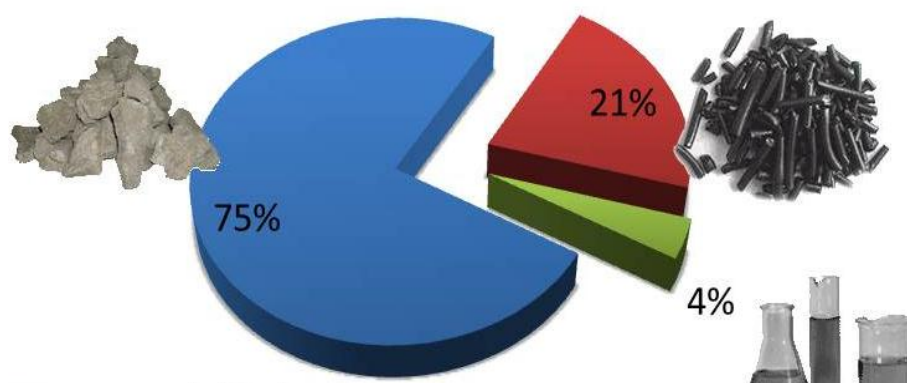


Рис. 1. Структура продукції підприємства: 75 % – кокс валовий, 21 % – продукти переробки смоли, 4 % – інші хімічні продукти

До основних цехів, які зайняті різними стадіями виготовлення виробів основного виробництва, тобто виробів, що йдуть на поставку та реалізацію відносяться: коксовий цех, вуглепідготовчий цех, цех уловлювання хімічних продуктів коксування та смолопереробний цех.

Допоміжні цехи випускають вироби допоміжного призначення, які споживаються усередині заводу та не йдуть на поставку. До них належать: ремонтно-механічний цех, теплосиловий цех, енергоремонтний цех, цех з ремонту коксових печей, автотранспортний цех, цех залізничного транспорту.

Загальнозаводські обслуговуючі господарства організовуються для обслуговування основних і допоміжних цехів. До них відносяться складське та енергетичне господарства, лабораторії.

Для ефективного управління процесом виробництва на підприємстві розроблена оптимальна організаційна структура управління, основною відмінною рисою якої є встановлення підпорядкованості по центрах функціо-

---

нальної відповідальності. Для централізації ремонтних служб, єдиного планування та організації ремонтів, забезпечення його безаварійної роботи, підвищення якості технічного обслуговування і зниження витрат підприємства на його проведення в 2010 р. був створений Сервісний центр, що інтегрує в своїй структурі механічну і електричну служби [9].

Аналіз системи діяльності автотранспортного цеху вказує на його вагому роль у господарській діяльності. Ним здійснюються перевезення усередині цехів і між ними, забезпечується зв'язок цехів і складів, а також зв'язок з магістральним транспортом при вивозі-завезенні сировини і продукції. Від чіткості і надійності його роботи багато в чому залежить ритм підприємства.

Управління автотранспортним цехом в сучасних умовах потребує добре продуманої організації, що дозволяє приймати оптимальні рішення в умовах нестабільної економічної ситуації, характерної для перехідного періоду на заводі. Одне з головних завдань полягає в тому, щоб домогтися ритмічної роботи всіх ланок управління, високої оперативності й чіткості в аналізі поточної інформації, подальшій підготовці, прийнятті та реалізації управлінських рішень [10].

Основні проблеми виходять зі специфіки функціонування цеху та організації роботи всього заводу. Серед них – застарілі методи контролю та аналізу роботи; недосконале планування та, як наслідок, задоволення заявок не в повному обсязі; необхідність запровадження заходів економії витрат паливно-мастильних матеріалів; утримання специфічних та сезонних видів транспорту. Розв'язання даних проблем повинне бути комплексне.

Логістична система пред'являє до своєї мережі наступні вимоги:

- швидкий і надійний, переважно автоматизований збір інформації і даних про транспортні засоби і виробників товарної продукції;
- структурування внутрішньої інформаційної системи прийняття рішень, що у кожен момент містить актуальну інформацію про хід транспортних процесів.

Також в даний час широко поширюються технології безпаперового обміну інформацією [11].

Загальними принципами планування є повне задоволення транспортних потреб структурних підрозділів підприємства, ефективне використання технічних засобів та різних видів ресурсів, розгляд роботи всіх видів транспорту в комплексі.

При плануванні роботи транспорту найбільш складною ділянкою є оперативне планування. Його функції полягають у встановленні погоджених обсягів роботи транспорту та їх підрозділів на найближчий час, маршрутизації перевезень, організації узгодженої роботи транспортного та структурних підрозділів підприємства.

Оскільки якість планування підвищується разом з ростом повноти інформації і швидкості обробки даних, всі підрозділи підприємства повинні оснащуватися сучасним програмним забезпеченням, що утворить єдину мережу, що безсумнівно значно спростить процес прийому й обробки даних, як вихідних, так і вхідних.

Для безперервного виробництва на підприємстві необхідне постійне оперативне оновлення існуючих рішень щодо транспортно-логістичного забезпечення та складських рішень.

Тож визначимо оптимальні схеми постачання сировини для забезпечення функціонування смолопереробного цеху. Від якості сировини залежать показники готової продукції. Від того, яку сировину та в яких пропорціях додати – залежить виконання плану.

Для безперервної роботи смолопереробного цеху необхідно мати відповідні складські ємності для зберігання вихідної сировини.

В загальному виді постановка задачі наступна. Постачання сировини ведеться від  $k$  підприємств використовуючи існуючу транспортну мережу для якої відомі відстані між зв'язними точками (об'єктами мережі) окремих ділянок шляхів можливого постачання.

Загальна схема виробничого процесу наведена на рис. 2.

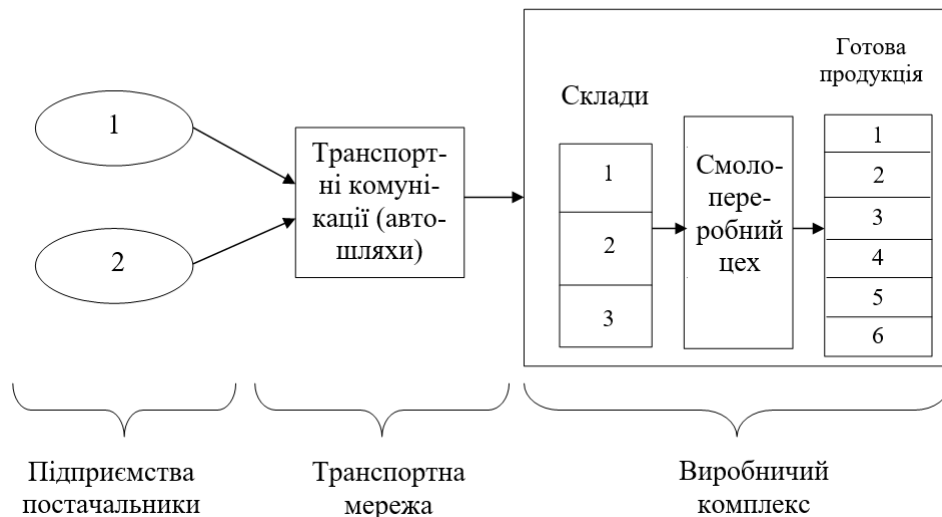


Рис. 2. Загальна схема виробничого процесу

Для забезпечення безперебійного виробництва продукції смолопереробного цеху необхідно розрахувати складські ємності та вибрати схему постачання сировини з інших підприємств.



---

Необхідно визначити ємність складів сировини згідно з планом виробництва та мінімальною собівартістю виробництва хімічних речовин при обмеженнях на витрати електроенергії  $A$  кВт/рік та пару  $V$  Гкал.

Питомі норми витрат сировини, електроенергії та пару, а також собівартість переробки 1 т смоли необхідної якості беремо з внутрішніх даних по підприємству.

Введемо наступні умовні позначення:

$X_j$  – кількість кінцевої продукції ( $j = 1, n$ );

$b_i$  – кількість складів для сировини ( $j = 1, m$ );

$A$  – задані обсяги електроенергії, кВт/рік;

$V$  – задані обсяги пару, Гкал/рік;

$Q$  – план переробки смоли кам'яновугільної, т/рік;

$a_j$  – питомі норми витрат електроенергії, кВт/т;

$V_j$  – питомі норми витрат пару Гкал/т;

$q_{ij}$  – питомі норми витрат сировини, т/т;

$C_j$  – собівартість смоли кам'яновугільної, грн/т;

$C_{ki}$  – питомі транспортні витрати на один кілометр, грн/км;

$x_{ki}$  – обсяг перевезень з  $k$  – го підприємства до  $i$  – го складу, т.

Алгоритм вирішення задач для розв'язання даної виробничої ситуації наведено на рис. 3.

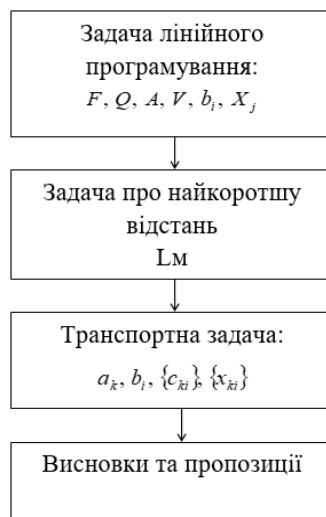


Рис. 3. Алгоритм вирішення задач

---

У відповідності до рис. 3 необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Задача лінійного програмування з урахуванням обмеження

$$F = \sum_{j=1}^n e_j \cdot x_j \rightarrow \min. \quad (1)$$

2. Визначення кількості планів виробництва за формулою

$$\sum_{j=1}^n x_j = Q. \quad (2)$$

3. Оцінка витрат електроенергії за формулою

$$\sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j \leq A. \quad (3)$$

4. Визначення витрати пару за формулою

$$\sum_{j=1}^n V_j \cdot x_j \leq V. \quad (4)$$

Витрати  $i$ -ї сировини визначаємо за формулою

$$\sum_{j=1}^n q_y \cdot x_j \leq b_i. \quad (5)$$

Транспортна задача.

Цільова функція визначається за формулою

$$F = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^m c_{ki} \cdot x_{ki} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Обсяг перевезення з  $k$  – го підприємства до  $i$ -го складу визначається через потужності кожного постачальника за формулою

$$\sum_{i=1}^m x_{ki} = a_k, (i = \overline{1, m}). \quad (7)$$

Обсяг перевезення з  $k$  – го підприємства до  $i$ -го складу визначається через потреби складів у сировині за формулою

$$\sum_{k=1}^k x_{ki} = b_i, (k = \overline{1, k}). \quad (8)$$

Розв'язування задач виробництва реалізується в п'ять етапів, а саме:

*1 етап.* Розв'язується задача лінійного програмування, але без обмежень на сировину, тобто за формулою

$$\sum_{j=1}^n q_y \cdot x_j \leq b_i. \quad (9)$$

Згідно з обмеженням на сировину та відомим значенням  $x_j$  після рішення задачі лінійного програмування, знаходяться величини  $b_i$  (витрати на сировину) за формулою

$$b_i = \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot x_j \cdot \quad (10)$$

Ємності складів сировини приймаються  $b_i$ . Загальна собівартість дорівнює  $F$ .

*2 етап.* Потужності кожного підприємства-постачальника оцінюються за формулою

$$a_k = \sum_{i=1}^n b_i \cdot \quad (11)$$

Розв'язується транспортна задача для  $\{a_k\}$ ,  $\{b_i\}$ , та  $\|C_{ki}\|$ , вводячи фіктивний склад. Для одержаного варіанта постачання (прив'язка складів до постачальників  $\{x_{ki}\}$ ,  $((k = \overline{1, k})$  – постачальників,  $(i = \overline{1, m})$  – склади) необхідно вибрати найбільш вигідні маршрути постачання сировини.

*3 етап.* Згідно з транспортною мережею знаходяться найкоротші шляхи від постачальників до складів для перевезення обсягів сировини  $\{x_{ki}\}$ .

У результаті рішення цієї задачі знаходяться найкоротші відстані  $\{L_{ki}\}$ . Потім знаходяться транспортні витрати на 1 км:  $C_{ki} = L_{ki} \cdot C_{ki}$ .

$$F_{TP} = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^m C_{ki} \cdot x_{ki} \cdot \quad (12)$$

*4 етап.* Знаходиться загальна сума витрат  $F_0 = F + F_{TP}$  та складається схема виробництва.

*5 етап.* Пропонуються висновки та пропозиції щодо поліпшення розв'язку. Прийняття остаточного варіанту.

Для вирішення задачі маємо такі вихідні дані: план виробництва  $Q=10610$  т/рік; електроенергія:  $A=29010$  кВт/рік; пар:  $V=4500$  ГКал/рік, ціна ресурсів вказана в табл. 2.

Таблиця 2

### Ціна ресурсів

Ресурс	Ціна, грн
Електроенергія (грн/кВт)	1,75
Пар (грн/Гкал)	760
Сировина I (грн/т)	105
Сировина II (грн/т)	110
Сировина III (грн/т)	103

Питомі норми витрат наведено в табл. 3.

Вартісні коефіцієнти перевезення 1 т сировини на 1 км від двох підприємств до трьох складських приміщень (в грн.) представляються у вигляді наступної матриці:

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 4 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Таблиця 3

### Питомі норми на тону переробки смоли кам'яновугільної

Показники, ресурси	Технологія переробки		
	I	II	III
Електроенергія(кВт/т)	3,30	1,80	2,00
Пар (Гкал/т)	0,40	0,46	0,50
Сировина I (т/т)	0,40	0,30	0,17
Сировина II (т/т)	0,45	0,30	0,50
Сировина III (т/т)	0,15	0,40	0,32
Собівартість (грн/т)	416,7	458,5	490,4

Мережа автомобільних шляхів постачання сировини наведена на рис. 4.

Розв'язання задачі виконуємо згідно з алгоритмом:

1. Складаємо математична модель лінійного програмування, яка розв'язується симплекс-методом:

$$F = 416,7 \cdot x_1 + 458,5 \cdot x_2 + 490,4 \cdot x_3 \rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 10610,$$

$$3,3 \cdot x_1 + 1,8 \cdot x_2 + 2,0 \cdot x_3 \leq 29010,$$

$$0,4 \cdot x_1 + 0,46 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 \leq 4500.$$

Розв'язання симплекс-методом знаходимо за допомогою Надбудови Microsoft Excel "Пошук рішення", що зображено на рис. 5.

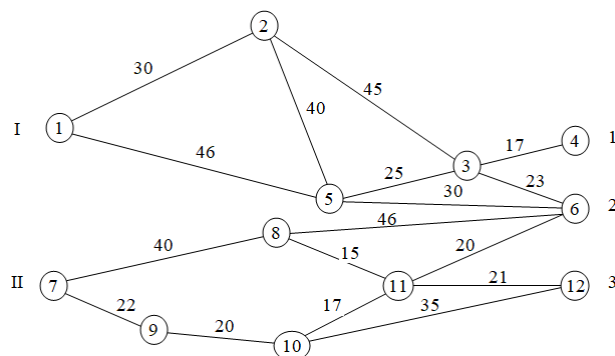


Рис. 4. Мережа автомобільних шляхів постачання сировини

	A	B	C	D
<b>Симплекс-метод</b>				
	x1	x2	x3	
	6608	4002	0	
Електроенергія(кВт/т)	3,30	1,80	2,00	
Пар (Т кал/т)	0,40	0,46	0,50	
Собівартість переробки (грн/т)	416,73	458,45	490,37	
Функція	4588435,70		min	
Нерівність 1	10610,00	>=	10610,00	
Нерівність 2	29010,00	<=	29010,00	
Нерівність 3	4484,12	<=	4500,00	

Оптимізувати цільову функцію: \$B\$6\$5

До: ☐ Максимум ☒ Мінімум ☐ Значення: 0

Змінювані коефіцієнти: \$B\$5\$9:\$D\$5\$9

В відповідності з обмеженнями:
 

\$F\$2\$6 = 1  
 \$B\$6\$6 >= 10610  
 \$B\$6\$8 <= 4500  
 \$B\$6\$7 <= 29010  
 \$F\$2\$5 = 1

Додати

Змінити

Вилучити

Сбросити

Завантажити/зберегти

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения: Поиск решения лин. задач симплекс-методом

Параметры

Метод решения  
 Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом  
 ОНТ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для  
 негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Закрыть

Рис. 5. Знаходження розв'язку задачі лінійного програмування

Розв'язування:  $F = 4588435,7$  грн,  $x_1 = 6608$  т,  $x_2 = 4002$  т,  $x_3 = 0$  т.

2. Визначаємо обмеженнями на сировину:

$$0,40 \cdot x_1 + 0,30 \cdot x_2 + 0,17 \cdot x_3 \leq b_1,$$

$$0,45 \cdot x_1 + 0,30 \cdot x_2 + 0,50 \cdot x_3 \leq b_2,$$

$$0,15 \cdot x_1 + 0,40 \cdot x_2 + 0,32 \cdot x_3 \leq b_3.$$

Знаходимо потребу у кожному виді сировини:

$$b_1 = 0,40 \cdot 6608 + 0,30 \cdot 4002 + 0,17 \cdot 0 = 3843,8 \text{ T,}$$

$$b_2 = 0,45 \cdot 6608 + 0,30 \cdot 4002 + 0,50 \cdot 0 = 4174,2 \text{ T,}$$

$$b_3 = 0,15 \cdot 6608 + 0,40 \cdot 4002 + 0,32 \cdot 0 = 2592,0 \text{ T.}$$

3. Розв'язуємо транспортну задачу, у якій потреба від кожного підприємства-постачальника:

$$a = a_1 = a_2 = b_1 + b_2 + b_3 = 3843,8 + 4174,2 + 2592,0 = 10610 \text{ T,}$$

Задача розв'язується з фіктивним складом  $b_4=10610$  т, для якого

$$C_y=0.$$

Оптимальне розв'язування транспортної задачі знаходимо за допомогою Надбудови Microsoft Excel "Пошук рішення", що зображено на рис. 6.

Транспортна задача						
Потужності кожного постачальника	Ємності складів сировини					
	1	2	3	4	$a_i$	
	I	2	2	3	0	10610,0
	II	4	1	2	0	10610,0
$b_j$	3843,8	4174,2	2592,0	10610,0		
Рішення задачі						
	1	2	3	4	$a_i$	
I	3843,8	0,0	0,0	6766,2	10610,0	
II	0,0	4174,2	2592,0	3843,8	10610,0	
$b_j$	3843,8	4174,2	2592,0	10610,0		
F	17045,8	min				

Параметры поиска решения  
 Оптимизировать целевую функцию:  $SC\$58$   
 До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения: 0  
 Изменяя ячейки переменных:  $SC\$54:SF\$55$   
 В соответствии с ограничениями:  
 $SC\$56 = SD\$50$   
 $SD\$56 = SE\$50$   
 $SE\$56 = SF\$50$   
 $SF\$56 = SG\$50$   
 $SH\$48 = SG\$54$   
 $SH\$49 = SG\$55$   
☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными  
 Выберите метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ  
 Метод решения  
 Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.  
 Найти решение

Рис. 6. Знаходження оптимального розв'язку транспортної задачі

Тож оптимальний розв'язок транспортної задачі наведено в табл. 4.

Таблиця 4

### Оптимальне розв'язування транспортної задачі

	Склад 1, т	Склад 2, т	Склад 3, т	Склад 4, т	Всього $a_i$ , т
Постачальник I, т	3843,8	0	0	6766,2	10610,0
Постачальник II, т	0	4174,2	2592,0	3843,8	10610,0
Всього $b_j$ , т	3843,8	4174,2	2592,0	10610,0	

Згідно з оптимальним розв'язком будемо схему постачання сировини від підприємств до складів, схема зображена на рис. 7.

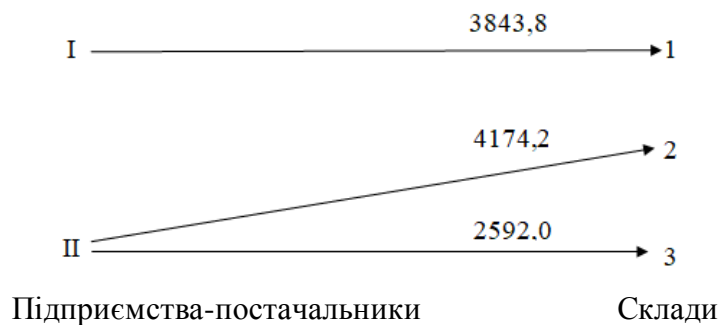


Рис. 7. Схема постачання сировини

---

4. Для знаходження транспортних витрат за постачання сировини треба знайти найкоротші шляхи транспортування вантажу.

Згідно з оптимальною прив'язкою постачальників до складів знаходимо найкоротші шляхи:

1) Для перевезення з першого підприємства до першого складу необхідно знайти загальну відстань  $L_{1-4}$ . Варіанти шляху такі:

$$L_{1-4} = L_{1-2} + L_{2-3} + L_{3-4} = 30 + 45 + 17 = 92, \text{ км};$$

$$L_{1-4} = L_{1-2} + L_{2-5} + L_{5-4} + L_{4-5} = 30 + 40 + 25 + 17 = 112, \text{ км};$$

$$L_{1-4} = L_{1-5} + L_{5-3} + L_{3-4} = 46 + 25 + 17 = 85, \text{ км};$$

$$L_{1-4} = L_{1-5} + L_{5-2} + L_{2-3} + L_{3-4} = 46 + 40 + 45 + 17 = 148, \text{ км}.$$

2) Для перевезення з другого підприємства до другого складу необхідно знайти загальну відстань  $L_{7-6}$ . Розглянемо всі варіанти:

$$L_{7-6} = L_{7-8} + L_{8-6} = 40 + 46 = 86, \text{ км};$$

$$L_{7-6} = L_{7-9} + L_{9-10} + L_{10-11} + L_{11-6} = 22 + 20 + 17 + 20 = 79, \text{ км};$$

$$L_{7-6} = L_{7-8} + L_{8-11} + L_{11-6} = 40 + 15 + 20 = 75, \text{ км};$$

$$L_{7-6} = L_{7-9} + L_{9-10} + L_{10-11} + L_{11-8} + L_{8-6} = 22 + 20 + 17 + 15 + 46 = 120 \text{ км}.$$

3) Для перевезення з другого підприємства до третього складу необхідно знайти загальну відстань  $L_{7-12}$ . Можливі варіанти:

$$L_{7-12} = L_{7-9} + L_{9-10} + L_{10-11} + L_{11-12} = 22 + 20 + 17 + 21 = 80, \text{ км};$$

$$L_{7-12} = L_{7-9} + L_{9-10} + L_{10-12} = 22 + 20 + 35 = 77, \text{ км};$$

$$L_{7-12} = L_{7-8} + L_{8-11} + L_{11-12} = 40 + 15 + 21 = 76, \text{ км}.$$

Оптимальні маршрути зображено на рис. 8 (виділено жирними лініями). Тож маємо такі результати:

1-й постачальник → Перший склад:  $L_{1-4} = 85$  км,

2-й постачальник → Другий склад:  $L_{7-6} = 75$  км,

2-й постачальник → Третій склад:  $L_{7-12} = 76$  км.

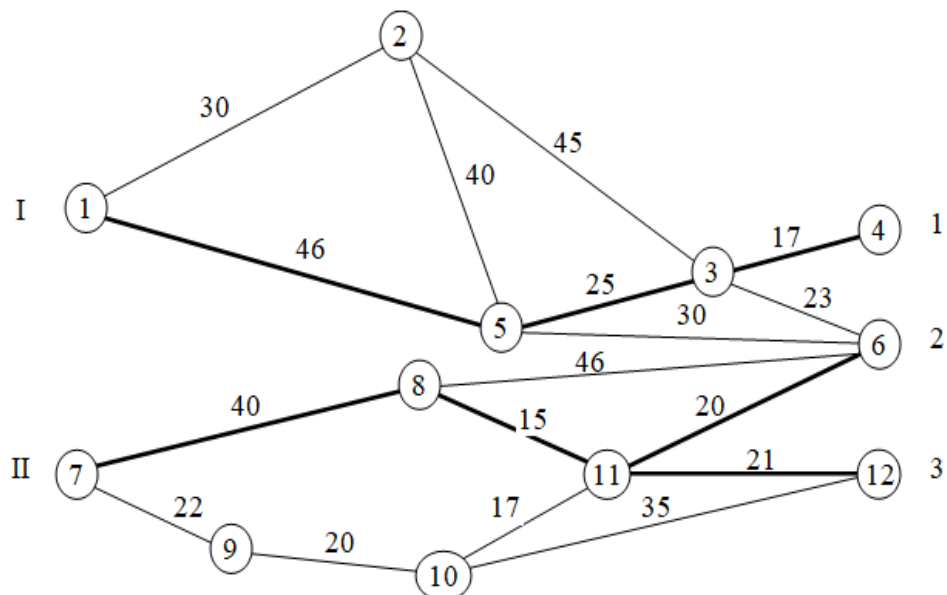


Рис. 8. Найкоротші маршрути доставки сировини

Таким чином, транспортні витрати на перевезення 1 т сировини найкоротшими шляхами дорівнюють:

$$C_{11} = 2 \cdot 85 = 170, \text{ грн}; C_{22} = 1 \cdot 75 = 75, \text{ грн}; C_{13} = 2 \cdot 76 = 152, \text{ грн};$$

Загальні транспортні витрати складають:

$$F_{TP} = 170 \cdot 3843,8 + 75 \cdot 4174,2 + 152 \cdot 2592,0 = 1360495,0 \text{ грн},$$

$$F_0 = F + F_{TP} = 4588435,7 + 1360495,0 = 5948930,7 \text{ грн}.$$

Висновки та пропозиції:

1. Складські приміщення повинні мати наступну ємність:

- Перший склад – не менше 3843,8 т,
- Другий склад – не менше 4174,2 т,
- Третій склад – не менше 2592,0 т.

2. Для виконання плану виробництва обсягом 10610 т/рік хімікатів з мінімальною собівартістю треба виробляти тільки перший та другий вид кінцевої продукції обсягами відповідно 6608 т/рік та 4002 т/рік.

3. Перевиконання плану виробництва не передбачається за вибраною цільовою функцією.



---

4. При виробництві кінцевої продукції є профіцит електроенергії, тому що вона повністю не витрачається при плані 29010 кВт/рік:

$$3,3 \cdot 6608 + 1,8 \cdot 4002 + 2 \cdot 0 = 13814,9 \text{ кВт/рік},$$

а забезпечення паром повністю задовільняє потреби без залишків при плані 4500 ГКал/рік:

$$0,4 \cdot 6608 + 0,46 \cdot 4002 + 0,4 \cdot 0 = 4484,1 \text{ ГКал/рік}.$$

5. План виробництва задовільняється повністю, проте зайву електроенергію можливо передавати до інших цехів.

6. Знайдено оптимальні маршрути перевезення, якими рекомендується користуватись надалі.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Важливим аспектом розвитку промислового підприємства є організація ефективних транспортно-логістичних процесів. На прикладі ПрАТ “ДКХЗ” холдингу Метінвест проведено аналіз існуючого транспортно-логістичного забезпечення та визначено оптимальні схеми постачання сировини та складські рішення. Вирішено задачу визначення оптимальних схем постачання сировини для забезпечення виробництва, за якою визначено ємності для зберігання вихідної сировини та оптимальні схеми доставки смоли кам’яновугільної.

Результати дослідження свідчать про необхідність постійного оперативного оновлення існуючих рішень та можуть бути використані при удосконаленні транспортно-логістичної складової процесів промислових підприємств.

#### **Список використаних джерел:**

1. *Сергеев В. И.* Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. и научн. ред. проф. В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 976 с

2. *Кальченко А. Г.* Логістика : навч. посібник / А. Г. Кальченко. – К. : КНЕУ, 2000. – 148 с.

3. *Гринів Н. Т.* Логістичні процедури транспортних технологій / Н. Т. Гринів, С. В. Гагарін, Т. Б. Данилович – Національний університет “Львівська політехніка”, 2007. – С. 194–198.

4. *Абрамов А. П.* Маркетинг на транспорті / під загальною ред. д-ра екон. наук, проф. В. Г. Галабурди : підручник для вузів. – М. : Желдориздат. 2001. – 329 с.

5. *Шершньова З. Є.* Стратегічне управління : підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. / З. Є. Шершньова – К.: КНЕУ – 2014. – 588 с.

- 
6. *Нелеп В. М.* Планування на аграрному підприємстві : підручник / В. М. Нелеп – К.:КНЕУ – 2004. – 495 с.
  7. *Яцківський Я. Ю.* Загальний курс транспорту : навчальний посібник / Я. Ю. Яцківський, Д. В. Зеркалов. – [Кн. 1]. – К. : Арістей, – 2007. – 544 с.
  8. Офіційний сайт Метінвест [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://metinvestholding.com>
  9. Офіційний сайт ПрАТ “ДКХЗ” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dkhz.com.ua/index.php/corpdocs>
  10. *Мельник О. Г.* Процес оптимізації управлінських рішень / О. Г. Мельник, А. М. Ульянова Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра менеджменту і міжнародного підприємництва. – 2006. – С. 197–204
  11. *Балабан П. Ю.* Торговельна логістика : підручник / П. Ю. Балабан, Н. М. Тягунова, В. І. Місюкевіч. – К. – 2014. – 148 с.

#### References:

1. *Sergeev V. I.* Korporativnaya logistika. 300 otvetov na voprosy professionalov / Pod obsh. i nauchn. red. prof. V. I. Sergeeva. – M. : INFRA-M, 2004. – 976 p.
2. *Kalchenko A. G.* Logistika : Navch. posibnik / A. G. Kalchenko. – K. : KNEU, 2000. – 148 p.
3. *Griniv N. T.* Logistichni proceduri transportnih tehnologij / N. T. Griniv, S. V. Gagarin, T. B. Danilovich – Nacionalnij universitet “Lvivska politehnika”, 2007. – P. 194–198.
4. *Abramov A. P.* Marketing na transporte / Pod obshej red. d-ra ekon. nauk, prof. V. G. Galaburdy : Uchebnik dlya vuzov. – M. : Zheldorizdat. 2001. – 329 p.
5. *Shershnova Z. Ye.* Strategichne upravlinnya : Pidruchnik. – 2-ge vid., pererob. i dop. / Z. Ye. Shershnova – K. : KNEU – 2014. – 588 p.
6. *Nelep, V. M.* Planuvannya na agrarnomu pidpriyemstvi: Pidruchnik / V. M. Nelep – K. : KNEU – 2004. – 495 p.
7. *Yackivskij, Ya. Yu.* Zagalnij kurs transportu : navchalnij posibnik / Ya. Yu. Yackivskij, D. V. Zerkalov. – [Kn. 1]. – K. : Aristej, – 2007. – 544 p.
8. Офіційний сайт Метінвест [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://metinvestholding.com>
9. Офіційний сайт ПрАТ “ДКХЗ” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dkhz.com.ua/index.php/corpdocs>
10. *Melnik O. G.* Proces optimizaciyi upravlinskih rishen / O. G. Melnik, A. M. Ulyanova Nacionalnij universitet “Lvivska politehnika”, kafedra menedzhmentu i mizhnarodnogo pidpriyemnictva. – 2006. – P. 197–204.
11. *Balaban P. Yu.* Torgovelnaya logistika: Pidruchnik / P. Yu Balaban, N. M. Tyagunova, V. I. Misyukevich. – K. – 2014. – 148 p.