

УДК 330.4:519.8

## ЗАСТОСУВАННЯ «ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ВИТРАТ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Ковальов А.І., Карпов В.А., Винокурова О.І.*

---

*Обґрунтована доцільність використання багатокритеріального методу для моделювання логістичного ланцюга поставок на підприємствах молочної промисловості України. Розглянуто типові логістичні задачі для оптимізації витрат та моделі для їх вирішення. Запропоновано економіко-математичну модель мінімізації витрат у ланцюгу поставок з метою оптимізації витрати на закупівлю та постачання матеріальних ресурсів, а також собівартості продукції.*

**Постановка проблеми.** У несприятливих сучасних ринкових умовах господарювання промислових підприємств актуальним питанням є мінімізації витрат на виробництво продукції, в тому числі логістичних витрат. Для підприємств молочної промисловості дана проблема залишається досі не вирішеною, оскільки вартість транспортних витрат під час постачання сировини на переробку неперервно зростає, насамперед, за рахунок подорожчання паливно-мастильних матеріалів та інших факторів, які спричиняють збільшення собівартості виробництва молочних виробів.

**Аналіз останніх досліджень та публікації** показав, що багато питань щодо оптимізації витрат для забезпечення ефективності виробництва в молочної промисловості є багатограними та залишаються ще недостатньо розробленими і дискусійними. Вирішенню проблем теорії і практики моделювання логістичних процесів значну увагу приділено вітчизняними та зарубіжними вченими, зокрема Бакаєвим О.О., Кутах О.П., Пономаренко Л.А. [1], Крикавським Є.В. [2], Кальченко А.Г. Побудова економіко-математичних моделей для економічних процесів і явищ розглядається Кігелем В.Р. [3], Савченко Л. В. [4], Шапиро Дж. [5], Іващук О.Т. [6], Янкового О.Г. [6]. Проте побудова моделей логістичних ланцюгів поставок у науковій літературі висвітлена недостатньо.

Значна увага дослідженню проблемних питань та пошуку шляхів їх вирішення щодо формування та розвитку ринку молока і молочної продукції приділялась у працях вітчизняних науковців та практиків: П.С. Березівського, В.М. Бондаренка, О.В. Лакішика, В.Я. Месель-Веселяка, Т.Л. Мостенської, М.Г. Павленка, П.Т. Саблука, О.В. Шкільова, О.М. Шпичака та ін.

**Метою дослідження** є визначення основних шляхів оптимізації взаємодії між виробниками та переробниками молока для забезпечення ефективності їх діяльності та підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняних виробників шляхом мінімізації логістичних витрат, застосовуючи для цього прийоми економіко-математичного моделювання.

**Виклад основного матеріалу.** З метою підвищення ефективності діяльності промислових підприємств необхідно суттєво розширювати можливості дії всіх зовнішніх та внутрішніх факторів, більшу увагу приділяти виявленню та використанню резервів. Найважливішим завданням управління будь-якого підприємства є пошук можливостей для прискорення використання втрачених резервів, у тому числі тих, які виникають у наслідку оптимізації виробничих витрат.

Молочна промисловість України є стратегічно важливою галуззю для економіки країни. Галузь займає вагомe місце в структурі харчової промисловості України, є провідною ланкою у вирішенні продовольчої проблеми країни. Адже, молоко, як один з головних базових продуктів харчування (характерна особливість якого – легка засвоюваність організмом) є важливою складовою здорового раціону.

Не зважаючи на сприятливі фактори та умови для розвитку молочної промисловості України, галузь перебуває в складному становищі та має певні проблеми розвитку. Серед основних проблем молочної галузі можна назвати такі, як низький рівень технологічного оснащення молокозаводів, застаріле обладнання, низький рівень забезпеченості сировиною та завантаженості потужностей, відсутність налагодженої сировинної бази, висока якість кінцевої продукції, обмежена можливість широкої диференціації асортименту через низьку якість сировини, зниження попиту на продукти переробки в зв'язку із низькою купівельною спроможністю населення, високий рівень конкуренції з боку потужних підприємств, оснащених сучасним обладнанням і технологіями.

Особливістю розвитку молокопереробних формувань є їх повна залежність від стану сировинної бази (питома вага сировини і матеріалів в структурі матеріальних витрат на виробництво продукції становить 80-90%), яка на сьогоднішній час перебуває в скрутному становищі.

Основними причинами стримування виробництва молока є скорочення поголів'я корів, подорожчання кормів, випереджувальні темпи росту цін на пально-мастильні матеріали порівняно із закупівельними цінами на молоко. Усі ці фактори негативно позначилися на якості й конкурентоспроможності молока і молочної продукції.

Найважливішими факторами стабільного виробництва молочної продукції є поголів'я корів, їх продуктивність та якість молока-сировини. Дослідження статистичних даних [7] показало, що існує стабільна негативна динаміка зниження поголів'я корів по всім категоріям господарств України починаючи з 1990 року. У 2012 році в порівнянні з 2000 роком поголів'я корів скоротилося у 2 рази (з 4958 до 2554 тис. гол), або на 48,5 %, при цьому дана тенденція мала місце в основному за рахунок зменшення сільськогосподарських підприємств в Україні загалом.

Молокопереробним підприємствам сировина надходить із двох джерел – від акціонерних сільськогосподарських підприємств (33 %), від індивідуальних власників (решта). У сільськогосподарських підприємствах здійснюється механічне доїння, охолодження молока, механічна очистка. При надходженні сировини від населення у багатьох випадках молоко

приймають неохолодженим з підвищеною кислотністю, забруднене, розбавлене. З такої сировини зробити високоякісну продукцію неможливо [8, с. 171].

Для виробництва високоякісної молочної продукції із молока другого гатунку та негатурного молока підприємства додатково проводять подвійну пастеризацію, охолодження й очищення на спеціалізованому обладнанні, що призводить до непродуктивного збільшення енергетичних і трудових затрат. Заводу економічно вигідніше купити сировину на підприємстві, де є механічний процес доїння та охолодження, за вищу ціну, ніж дешеве у населення.

Молокопереробні підприємства України за рахунок низької якості сировини втрачають значні суми при реалізації молочної продукції.

Отже, проведений аналіз умов і особливостей функціонування молокопереробних підприємств показав, що головним фактором успіху молочних заводів є забезпеченість в повному обсязі якісною сировиною. При виконанні даної умови заводи можуть працювати ритмічно, без збоїв і простоїв, покращувати показники ефективності та конкурентоспроможності. Однак, проблеми, які пов'язані з дефіцитом сировини та її якістю, перешкоджають вирішенню даної задачі. Погіршує становище і той факт, що значну питому вагу у витратах на виробництво продукції займають транспортні витрати на перевезення сировини-молока від станцій збору молока на переробку до заводів. Молокопереробні підприємства змушені купувати сировину на далеких відстанях, в тому числі перевозити з інших регіонів. Це відповідно призводить до збільшення собівартості виробленої продукції, погіршує показники ефективності діяльності підприємств. Тому, ми вважаємо, що як для заводів, так і для станцій збору молока (СЗМ), актуальним постає питання оптимізація та зниження вартості перевезень молока до споживача-заводу.

На нашу думку, *створення єдиного логістичного регіонального центру оптимізації перевезень* (РЦОП) від СЗМ до переробників сприятиме зниженню вартості перевезень та оптимізації планування поставок сировини від зберігання до переробки.

В даний час, кількість і вартість перевезень перевищує в три рази оптимальний план, розрахований нами на основі побудованої оптимізаційної моделі.

В основу оптимізаційної моделі були покладені такі припущення:

1. Мається сукупність  $n$ -споживачів-переробників сировини-молока –  $P_i$ ,  $i = 1, n$ .
2. Мається ряд постачальників молока – СЗМ –  $C_j$ , де  $j = 1, m$ .
3. Кожен з переробників формує власні потреби в молоці –  $PQ_i$ .
4. Кожна станція забору молока (СЗМ) володіє власними потужностями по зберіганню молока –  $CQ_j$ .
5. Третій і четвертий пункти накладають обмеження на побудову моделі. При цьому потужності зі зберігання молока повинні бути не більше потреб з переробки.

6. Відстань між переробниками і СЗМ формує матрицю витрат на перевезення молока між ними –  $[rij]$ , де  $p$  – вартість перевезення тонни молока від  $j$ -го СЗМ до  $i$ -го переробника.

7. Цільова функція в моделі – отримання мінімальних витрат на всі перевезення.

8. Результат моделі - отримання оптимального плану обсягів перевезень між СЗМ і переробниками.

Наведений вище опис моделі укладається в класичну схему вирішення симплексної моделі на мінімум або так звану «транспортну задачу» [9].

Формально модель виглядає наступним чином:

$$Z(CQ)_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} CQ_j \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де:

$Z(CQ)_j$  – сумарна вартість усіх перевезень від  $j$ -го СЗМ до  $i$ -го переробника;

якщо:

1)  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m CQ_j \leq \sum_j CQ_j$  – кількість перевезеного молока не може перевищувати потужностей СЗМ;

2)  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m CQ_j = \sum_{i=1}^n P_i \leq \sum_{i=1}^n PQ_i$  – кількість перевезеного молока може бути менше потреб переробників, але має бути рівною їх заявці потреби в молоці;

3)  $CQ_j \geq 0$  – кількість перевезеного молока не повинно бути негативним числом.

Рішення постановки задачі виду 1 повинно сходитися і мати однозначне рішення.

Апробацію теоретичної моделі 1 реалізовано на прикладі п'яти станцій збору молока (СЗМ), розташованих в Одеській області та п'яти переробних промислових комплексів, розташованих в різних областях України. У таблиці 1 перераховані об'єкти, які включені в модель з вартісними характеристиками перевезення тонни молока від СЗМ до переробки.

У таблиці 2 наведено вихідні дані для вирішення транспортної задачі виду 1.

Для прискорення розрахунку оптимізаційної моделі 1 використовувалася лінійна задача на збіжність матриці рівнянь. Для вибору алгоритму оптимізації був використаний метод Ньютона [10] або сполучених градієнтів, щоб зазначити напрям пошуку.

Таблиця 1

**Вартість перевезення тонни молока від станції зливу молока (СЗМ) до переробника, грн.**

	<i>СЗМ Кодима</i>	<i>СЗМ Балта</i>	<i>СЗМ Ананьїв</i>	<i>СЗМ Любашівка</i>	<i>СЗМ Роздільна</i>
<b>ГМЗ № 1 (м. Одеса)</b>	4200	3750	1650	1200	3150
<b>Лакталіс - Миколаїв</b>	3750	3450	1350	1350	3350
<b>Лакталіс - Умань</b>	3000	3000	1500	1500	3000
<b>Вінниця - молоко</b>	2625	2550	2250	2400	2250
<b>Данон Дніпро (м. Херсон)</b>	900	1350	3000	3000	2625

Таблиця 2

**Потужності, потреби та вартість перевезень між СЗМ і переробниками молока, які включені в оптимізаційну модель\***

<b>СЗМ</b>						
		<i>СЗМ Кодима</i>	<i>СЗМ Балта</i>	<i>СЗМ Ананьїв</i>	<i>СЗМ Люба- шівка</i>	<i>СЗМ Роздільна</i>
<b>Потужності СЗМ, т</b>	70	5	20	10	15	20
	<b>Поставки молока, т</b>	<b>Витрати на перевезення від СЗМ X до заводу Y, грн.:</b>				
<b>ГМЗ № 1 (м. Одеса)</b>	25	4200	3750	1650	1200	3150
<b>Лакталіс- Миколаїв</b>	30	3750	3450	1350	1350	3350
<b>Лакталіс- Умань</b>	20	3000	3000	1500	1500	3000
<b>Вінниця- молоко</b>	15	2625	2550	2250	2400	2250
<b>Данон Дніпро (м. Херсон)</b>	30	900	1350	3000	3000	2625
<b>Усього потреба</b>	120					

\*за власними даними.

У таблиці 3 представлені результати вирішення оптимізаційної задачі. Наведені у таблиці дані представляють собою план перевезень в абсолютних показниках – тоннах від СЗМ до заводів-переробників.

Таблиця 3

**Оптимальний за вартістю перевезень план розподілу  
заявок переробників молока між СЗМ Одеської області, тонн\***

	<i>Всього</i>	<i>СЗМ Кодима</i>	<i>СЗМ Балта</i>	<i>СЗМ Ананьїв</i>	<i>СЗМ Любашівка</i>	<i>СЗМ Роздільна</i>
<b>ГМЗ № 1 (м. Одеса)</b>	15	0	0	0	15	0
<b>Лакталіс - Миколаїв</b>	10	0	0	10	0	0
<b>Лакталіс - Умань</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Вінниця - молоко</b>	15	0	0	0	0	15
<b>Данон Дніпро (м. Херсон)</b>	30	5	20	0	0	5
<b>Всього потужності</b>	70	5	20	10	15	20
<b>Перевезення, грн.</b>	109 875	4 500	27 000	13 500	18 000	46 875

\*за власними даними.

Результат рішення – 109875 грн. – загальна вартість всіх перевезень від СЗМ до переробників. При цьому все молоко СЗМ знаходить збут та покриває потреби споживачів-заводів. В даний час загальна вартість перевезень необхідних запасів молока від СЗМ до переробника складає більше 300 000 грн. Модель виду 1 можна побудувати для будь-якої кількості постачальників і переробником.

Таким чином, в результаті вирішення «транспортної задачі», визначено важливий резерв росту ефективності діяльності підприємств молочної промисловості України – оптимізація транспортних витрат шляхом створення єдиного логістичного регіонального центру оптимізації перевезень.

Застосування методів економіко-математичного моделювання дає змогу підвищувати обґрунтованість логістичних рішень, дає можливість комплексно вирішувати питання їх адаптації до змінних умов, оптимального управління виробництвом, підвищення ефективності функціонування та конкурентоспроможності підприємств. Перспективним питанням залишається інтеграція сільськогосподарських і переробних підприємств, яка була б спрямована на використання резервів підвищення економічних показників розвитку багатогалузевого виробництва.

### Література:

1. Бакаєв О.О. Теоретичні засади логістики / О.О. Бакаєв, О.П. Кутах, Л.А. Пономаренко. – К.: Фенікс, 2005. – 528 с.
2. Крикавський Є.В. Логістичне управління / Є.В. Крикавський - Львів: Видавництво НУ “Львівська політехніка”, 2005. – 684с.
3. Кігель В.Р. Оптимізація логістичних рішень / В.Р. Кігель. – К.: Університет економіки та права “КРОК”, 2007. – 136 с.
4. Савченко Л.В. Оптимізація рішень в логістиці: теорія і практика / Л.В. Савченко. – К.: НТУ, 2007. – 248 с.
5. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро; пер. с англ. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2006. – 720 с.
6. Економіко-математичне моделювання: навч. посіб. / за ред. О.Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ “Економічна думка”, 2008. – 704 с.
7. Статистичний щорічник України за 2012 рік / за ред. О.Г. Остапчук. – К.: Державна служба статистики України, 2013. – 552 с.
8. Рябенко А.Є. Система функціонування ринку молока України та шляхи його удосконалення / А.Є. Рябенко, О.Г. Радева // Економіка АПК. – 2010. – № 1 (17). – С. 170-174.
9. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
10. Шевченко Г.В. Метод симплексных покрытий для решения линейных задач оптимального управления: автореф. на соис. уч. степени канд. экон. наук Г.В. Шевченко. – Новосибирск, 2002. Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/metod-simpleksnykh-pokrytii-dlya-resheniya-lineinykh-zadach-optimalnogo-upravleniya#ixzz3DOjI6X95>.
11. Янковий О.Г., Гура О.Л. Вдосконалення планування на підприємстві за допомогою математико-статистичних методів прогнозування // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – Режим доступа: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/handle/123456789/1702>.

### Abstract

**Kovalyov A.I., Karpov V.A., Vynokurova O.I.**  
**Using of “transport task” for optimization of logistic costs**

In the article described the expediency of the use of multi-criteria method for modeling the logistics supply chain for the dairy industry in Ukraine. Considered a typical logistical problems for cost optimization and model for their solution. Developed an economic-mathematical model of minimizing the cost of the supply chain to optimize the cost of the purchase and delivery of material resources, and the cost of production.