

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ

Л.М. АБРАМЧУК

Комплексно проаналізовано на прикладі функціонування багатоканальної динамічної системи з кінцевим числом степенів свободи можливість покращення економічних показників транспортної системи при узгодженні інфраструктурних параметрів для обслуговування підприємств елеваторно-складського господарства. Охарактеризовано залежність числового значення логістичних витрат у системі з двома вузлами обслуговування.

За умови стабільного нарощування достатніх для забезпечення внутрішніх потреб та конкурентоспроможних на світовому ринку обсягів зернової продукції необхідно з урахуванням існуючих економічних відносин суттєво підвищити рівень транспортного обслуговування підприємств агропромислового комплексу. Основою такої стратегії може стати система заходів по забезпеченню транспортної галузі ефективним функціонуванням відповідної інфраструктури. Важливе народногосподарське значення організації зазначених процесів пояснюється широким спектром логістичних операцій по обслуговуванню зернових вантажопотоків та достатньо великими обсягами транспортних робіт для забезпечення технологічних, регіональних і експортних поставок. Підвищення вимог до надійності виконання перевезень зернової продукції та економічності транспортного обслуговування створюють складні проблеми математичного аналізу ефективного використання наявної інфраструктури в існуючих виробничих системах.

Підвищення конкурентоспроможності логістичного обслуговування пов'язане, як правило, з удосконаленням інфраструктури транспортних систем, а значить, із додатковим залученням капіталовкладень [1, 2]. В літературі зустрічається велика кількість публікацій із суперечливими висновками, де окремо показані шляхи покращення економічності транспортного обслуговування та удосконалення існуючої або формування нової інфраструктури для обслуговування зернових вантажопотоків [2]. Проте до цього часу недостатньо розроблено теорію визначення оптимальних показників економічності перевезень при взаємодії окремих суб'єктів господарської діяльності в транспортних системах [2, 3], що істотно ускладнює вирішення задач, пов'язаних із особливостями транспортування зернових вантажів, оскільки числове визначення окремих впливаючих факторів є досить складним. Крім того, наявність значної кількості схем перевезення зернових вантажів вимагає типізації існуючих транспортних процесів [4], а комплексне розв'язання зазначених задач передбачає детальне врахування економічних відносин при обґрунтуванні організаційних форм співробітництва між господарськими і транспортними структурами [4, 5].

Інфраструктурне забезпечення перевізного процесу відіграє важливу роль у підтриманні належного функціонування транспортної системи по накопиченню, зберіганню та переміщенню об'єднаної партії зернових вантажів. Саме автотранспортними засобами проводиться первинне накопичення вантажів на елеваторах і, крім того, ними доставляється значна частина врожаю в складські приміщення переробних підприємств з прилеглих регіонів. Особливого значення такі поставки набувають у випадку відсутності вільних місткостей в елеваторно-складських спорудах та при недостатніх потужностях по розвантаженню рухомого складу залізничного транспорту.

На підставі теоретичних досліджень зміни логістичних витрат, як наслідка рівня інфраструктурного забезпечення, актуальною є розробка математичних методів системного аналізу впливаючих чинників для прийняття узгоджених управлінських рішень. З урахуванням специфічних умов формування та переміщення об'єднаної зернової партії зазначені моделі можуть бути застосовані для аналізу перевізних можливостей автотранспортних засобів. Основним критерієм економічності виконання автомобільних перевезень сформованої об'єднаної партії зернових прийнято загальні логістичні витрати (B_3) обслуговування однієї тонни вантажів. У зазначених виробничих структурах загальне зростання вартості логістичних операцій у зв'язку із збільшенням непродуктивних витрат, пов'язаних з простоями рухомого складу, пояснюється збільшенням загальної кількості автотранспортних засобів на маршрутній мережі, а відповідно, і кількості автомобілів в черзі. В той же час при збільшенні продуктивності постів обслуговування час простою автомобілів в черзі зменшується. Тому за умови незмінної чисельності дорожньо-транспортних засобів в системі зростає кількість вільних механізмів розвантаження, що також позначається на збільшенні числового значення B_3 .

Оптимізація технологічних параметрів транспортної інфраструктури в агропромисловому виробництві розглядається стосовно перевезення зернових вантажів на підприємства елеваторно-складського господарства із використанням нових підходів до взаємодії між суб'єктами господарської діяльності. Тому математичний аналіз зміни B_3 такої структури проведено на прикладі функціонування багатоканальної динамічної системи масового обслуговування з двома вузлами. Вхідним потоком λ_1 вимог на перший вузол є прибуття під завантаження порожніх автомобілів. При цьому інтенсивність μ_1 обслуговування загального потоку вимог кожним механізмом визначається середньою кількістю завантажених автомобілів за одиницю часу. Для другого вузла вхідним потоком вимог λ_2 є прибуття для розвантаження автомобілів із зерновими культурами. За аналогією з першим вузлом інтенсивність обслуговування потоку вимог μ_2 в протилежному пункті системи характеризується середньою кількістю автомобілів, розвантажених за одиницю часу. З урахуванням того, що така транспортна система є замкнутою, числові значення вхідних потоків λ_1 і λ_2 стають однаковими, тому в подальших викладках позначені загальною інтенсивністю потоку вимог λ як величиною, обернено пропорційною часу обороту автомобіля на маршруті, тобто $\lambda = f(\mu_1, \mu_2)$.

У зазначеній системі при обслуговуванні порожніх автомобілів зернозавантажувальними машинами і розвантаженням їх на підприємствах елеваторно-складського господарства побудова діаграми інтенсивності переходів ґрунтується на тому, що джерелом вимог є окремі дорожньо-транспортні засоби. Тому стани замкнутої системи S_k ($k = 0, 1, \dots, m_1, m_2, \dots, n$) будуть пов'язані з числом k автомобілів, що по чергово прибувають для обслуговування. Перехід системи із стану S_k в стан S_{k+1} викликається прибуттям одного автомобіля до технологічних механізмів, а перехід між станами S_k і S_{k-1} відбувається, коли автомобіль після обслуговування починає рух у пункт призначення. В такому випадку спостерігається процес

$$\lambda_k = (n - k)\lambda, \quad 0 \leq k \leq m, \\ \mu_k = \begin{cases} k\mu, & 0 \leq k \leq m, \\ m\mu, & m+1 \leq k \leq n, \end{cases} \quad (1)$$

де n — загальна кількість автомобілів у системі; m — кількість обслуговуючих механізмів.

Тоді, якщо для першого вузла $k > m_1$, то стан S_k означає, що m_1 автомобілів обслуговуються, а $k - m_1$ знаходяться в черзі. Для другого вузла діаграми інтенсивності переходів замкнутої системи масового обслуговування складаються з урахуванням кількості m_2 постів розвантаження та інтенсивності μ_2 обслуговування в ньому.

Таким чином, у зазначеній системі масового обслуговування граничні ймовірності перебування її в k -х станах розв'язуються із застосуванням системи рівнянь

$$\begin{aligned} [(n - k_1)\lambda + k_1\mu_1]p_{k_1} &= (n - k_1 + 1)\lambda p_{k_1-1} + (k_1 + 1)\mu_1 p_{k_1+1} \quad \text{при } 1 \leq k_1 \leq m_1, \\ [(n - k_1)\lambda + m_1\mu_1]p_{k_1} &= (n - k_1 + 1)\lambda p_{k_1-1} + m_1\mu_1 p_{k_1+1} \quad \text{при } m_1 + 1 \leq k_1 \leq n, \\ [(n - k_2)\lambda + k_2\mu_2]p_{k_2} &= (n - k_2 + 1)\lambda p_{k_2-1} + (k_2 + 1)\mu_2 p_{k_2+1} \quad \text{при } 1 \leq k_2 \leq m_2, \\ [(n - k_2)\lambda + m_2\mu_2]p_{k_2} &= (n - k_2 + 1)\lambda p_{k_2-1} + m_2\mu_2 p_{k_2+1} \quad \text{при } m_2 + 1 \leq k_2 \leq n. \end{aligned} \quad (2)$$

Теоретичною передумовою проведення відповідних розрахунків у таких математичних моделях є узагальнена інтенсивність надходження вимог λ на обслуговування. Зазначена величина описується функцією $\lambda = f(l_M, \mu_1, \mu_2)$ довжини маршруту l_M та інтенсивності обслуговування автомобілів μ_1 і μ_2 в обох вузлах і визначається за математичною залежністю

$$\lambda = \frac{1}{\frac{1}{\mu_1} + \frac{l_M}{V_m} + \frac{1}{\mu_2}}. \quad (3)$$

У практичній діяльності при використанні власного парку автомобілів або при залученні для накопичення на зерновому терміналі автотранспортних засобів сторонніх організацій пріоритетним критерієм щодо визначення

комплексу стратегічних рішень є мінімальні загальні логістичні витрати всієї сукупності транспортно-перевантажувальних робіт як функція загальної кількості рухомого складу в системі

$$B_3 = \frac{P_{k1}S_{k1}}{\mu_1q} + S_m + \frac{1}{K_{z1}\mu_1q}(C_1K_{n1} + C_3A_{n1}) + \frac{P_{k2}S_{k2}}{\mu_2q} + \frac{1}{K_{z2}\mu_2q}(C_2K_{n2} + C_3A_{n2}), \quad (4)$$

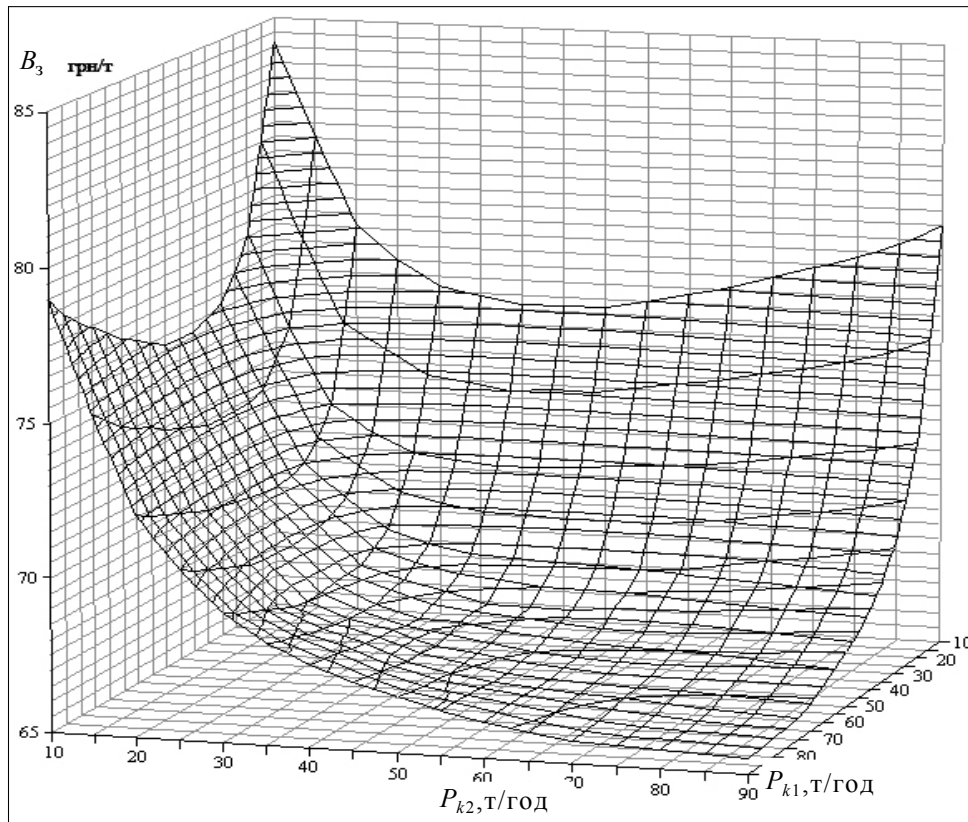
де P_{k1}, P_{k2} — годинна продуктивність відповідно постів навантаження та розвантаження зернових вантажів; S_{k1}, S_{k2} — собівартість виконання відповідно навантажувальних та розвантажувальних робіт; K_{z1}, K_{z2} — кількість зайнятих постів відповідно навантаження та розвантаження автотранспортних засобів; K_{n1}, K_{n2} — кількість постів обслуговування автомобілів, що простоюють, відповідно в пунктах навантаження та розвантаження; A_{n1}, A_{n2} — середня кількість автомобілів в очікуванні обслуговування відповідно біля завантажувальних та розвантажувальних постів; C_1, C_2 — годинна вартість простою механізмів обслуговування відповідно в пунктах навантаження та розвантаження; C_3 — вартість простою автотранспортних засобів.

Попередній аналіз оптимального значення загальних логістичних витрат, розрахованих за математичною залежністю (4), свідчить про те, що величина показника B_3 в значній мірі залежить як від кількості механізмів обслуговування m_1, m_2 , так і від продуктивності P_{k1}, P_{k2} кожного з них. Результати математичного моделювання, проведеного за умови перевезення зернових вантажів автопоїздами КамАЗ-53212 + ГКБ-83512 на відстань їздки з вантажем $l_{в.ї} = 60$ км переконливо свідчать про те, що мінімальне значення B_3 досягається за умови синхронної роботи обслуговуючих механізмів у підприємствах відправлення та приймання зернових культур (рисунок).

Особливістю функціонування транспортної системи з двома вузлами обслуговування є те, що із синхронним зростанням продуктивності технологічних механізмів P_{k1}, P_{k2} результуюча величина B_3 зменшується. Визначена тенденція пояснюється підвищенням пропускної здатності транспортної системи та зменшенням часу простою рухомого складу в пунктах обслуговування. Проте зменшення продуктивності обслуговуючих механізмів у одному із пунктів має значно більший вплив на зростання B_3 , ніж аналогічне збільшення показника P_k на зменшення його числового значення. Така тенденція поведінки оптимального значення витрат B_3 свідчить не стільки про вплив тривалості простоїв механізмів обслуговування, скільки про зменшення інтенсивності використання автотранспортних засобів.

Достовірне і достатньо повне узагальнення закономірностей обслуговування зернових вантажопотоків має важливе значення при вирішенні задач формування раціональної інфраструктури відповідних транспортних систем. Форми і методи обслуговування різноманітних вантажопотоків визначаються, в першу чергу, видами та обсягами поставок. Проте сучасний науковий підхід до аналізу перевезень зернових вантажів з урахуванням на-

явності конкуруючого середовища вимагає диференційованого врахування вимог кожного споживача транспортних послуг. Тому виробничі системи обслуговування підприємств агропромислового комплексу мають вдосконалюватися таким чином, щоб відповідати визначеним загальноприйнятим критеріям якості: виконувати перевезення у фіксовані терміни, забезпечувати певний рівень надійності, бути економічно ефективними і конкурентоспроможними.



Визначення B_3 перевезень зернових вантажів у системі з двома вузлами обслуговування

Для таких перевезень характерними ознаками є невизначеність як у часі, так і в обсягах доставки зернових вантажів за певний період або територіально за місцем його знаходження. Названі параметри можуть бути безпосередньо залежними від технології виконання навантажувально-розвантажувальних операцій та технічного оснащення відповідними елеваторними машинами і механізмами.

Відомо, що переміщення зернових вантажів характеризується широким спектром умов роботи рухомого складу, коли під впливом великої кількості випадкових факторів постає питання ефективного використання наявної інфраструктури. Розробка методів удосконалення таких транспортно-технологічних процесів з урахуванням особливостей функціонування обслуговуючих механізмів має важливе значення через те, що обсяг цих вантажів визначається мільйонами тонн за сезон. Тому економічно дуже важливо зменшити пов'язані з транспортуванням зернових вантажів витрати трудо-

вих, матеріальних і енергетичних ресурсів для зниження собівартості кінцевої продукції.

Важливим чинником зменшення B_3 під час інтенсивного перевезення зернових є виробнича структура транспортної системи, а вплив на його числове значення характеризується кількістю постів обслуговування відвантаження та приймання вантажів. Тому для перевезення зернових культур автопоїздами $q = 20$ т і продуктивності обслуговуючих механізмів $P_{k1} = P_{k2} = 40$ т/год було розраховано числове значення B_3 за умови зміни кількості постів m_1 і m_2 обслуговування (таблиця). Базовою величиною витрат B_3 прийнято розрахункове значення показника за умови мінімальної кількості обслуговуючих постів $m_1 = m_2 = 1$.

Зменшення B_3 для перевезень зернових вантажів за умови зміни кількості постів обслуговування

Відстань перевезення, км	Базове значення B_3 , грн/т	Кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів у вузлах обслуговування			
		$m_1 = m_2 = 2$	$m_1 = m_2 = 3$	$m_1 = m_2 = 4$	$m_1 = m_2 = 5$
40	62,79	2,35	3,32	3,88	4,25
45	64,88	2,39	3,38	3,94	4,32
50	66,53	2,43	3,44	4,01	4,40
55	68,29	2,49	3,52	4,11	4,51
60	70,06	2,55	3,61	4,21	4,61
65	71,75	2,57	3,63	4,24	4,65
70	73,45	2,29	3,66	4,28	4,69
75	75,27	2,66	3,74	4,36	4,78
80	77,09	2,73	3,83	4,45	4,87

Як свідчать проведені розрахунки, синхронне збільшення кількості постів обслуговування від $m_1 = m_2 = 1$ до $m_1 = m_2 = 5$ зменшує B_3 від 6,8% для відстані перевезень зернових вантажів $l_{в.і} = 40$ км до 6,3% для $l_{в.і} = 80$ км. Сам процес зменшення витрат B_3 пояснюється підвищенням інтенсивності використання навантажувально-розвантажувальних механізмів та автотранспортних засобів, а відносно зменшення B_3 із збільшенням відстані перевезень $l_{в.і}$ — зростанням впливу транспортної складової у загальній сумі витрат.

Удосконалення складових компонентів транспортних систем агрокомплексу базується на впровадженні передових технологій вирощування зернових культур та проведенні збирально-транспортних робіт, у тому числі засобів обробки та доставки сільськогосподарських вантажів. Визначений рівень продуктивності транспортних систем повинен забезпечувати умови для задоволення потреб населення і суспільного виробництва в перевезеннях. Особливої актуальності зазначене положення набуває для нашої країни як експортної та транзитної держави. Саме тому особлива увага в процесі функціонування транспортних систем приділяється зміцненню матеріально-технічної бази, а важливим аспектом є створення відповідної законодавчої і нормативної бази та чіткий контроль за виконанням норм і законів.

Успішна взаємодія різних видів транспорту можлива лише за умови наявності відповідної інформаційної підтримки. При експортуванні зернових вантажів багаточисельні трейдери, як правило, закупають продукцію невеликими обсягами, відправляють їх залізничними вагонами або автотранспортом на припортові станції або в порти для накопичення об'єднаної судової партії. У результаті таких дій вантажопотоки формуються найчастіше спонтанно і залежать від великої кількості випадкових факторів, а це, в свою чергу, вносить певну хаотичність у роботу транспортників. Проте частково позбутися такого явища можна за допомогою ефективного управління всім процесом переміщення зернових, починаючи від закупки продукції і закінчуючи її доставкою до споживача на основі створення єдиного інформаційного простору. За такої організаційної структури можливості кожного з учасників транспортного ланцюга приймати оптимальні рішення в режимі реального часу будуть значно розширені. Першим кроком в цьому напрямі може бути взаємоузгоджена і економічно вигідна робота інформаційних систем вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих масивів та транспортних організацій.

ВИСНОВКИ

Комплексно проаналізовано можливість покращення економічних показників транспортної системи при узгодженні інфраструктурних параметрів на прикладі обслуговування підприємств елеваторно-складського господарства.

Для перевезень зернових вантажів визначено зміну загальних логістичних витрат B_3 для різної кількості постів обслуговування.

Розраховано залежність числового значення показника B_3 як функцію продуктивності навантажувальних механізмів у системі з двома вузлами обслуговування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грицишин М.І., Адамчук В.В. Концептуальні питання відтворення матеріально-технічної бази аграрного сектору економіки України // Вісн. аграрної науки. — 2007. — № 4. — С. 49 – 53.
2. Гайдуцький А.П. Інвестиційна конкурентоспроможність аграрного сектору України. — Київ: Нора-Друк, 2004. — 246 с.
3. Саблук П.Т. Ціноутворення в період ринкового реформування АПК. — Київ: ННЦ ІАЕ УААН, 2006. — 440 с.
4. Миронюк В.П., Курочкин Н.Н. Оптимизация размещения транспортной и складской инфраструктур // Грузовое и пассажирское автохозяйство. — 2006. — № 8. — С. 47 – 50.
5. Левицкий И. Как улучшить координацию работы смежников // Порты Украины. — 2006. — № 2(58). — С. 28 – 30.

Надійшла 23.07.2008