

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ  
АГРОПРОМИСЛОВИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ В СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТЕРМІНАЛАХ

Петрик А.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

MATHEMATICAL MODELING OF TRANSPORT SERVICE AGRICULTURAL TRAFFIC  
IN SPECIALIZED TERMINALS

Petryk A.V., Candidate of technical Sciences, National Transport University, Kiev, Ukraine

ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ  
В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Петрик А.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**Постановка проблеми.** Надійне функціонування транспортних систем вимагає створення наукових основ для їх формування, із яких першочерговими є дослідження закономірностей, що визначають раціональну організацію транспортного обслуговування агропромислового виробництва. В той же час в процесі створення інфраструктурного забезпечення передбачається обґрунтування технологічних параметрів окремих складових, якими забезпечуються якісна та надійна переробка вантажопотоків в транспортних вузлах [1, 2]. Дослідження ефективності транспортного обслуговування підприємств агропромислового виробництва потребують диференційованого підходу до математичного моделювання перевізних процесів. Створення і детальна розробка математичних моделей обов'язково мають бути пов'язаними із необхідністю врахування великої сукупності випадкових факторів, які впливають на поточні і кінцеві результати роботи всієї транспортної системи [3, 4]. З такої позиції використання транспортних засобів для переміщення сільськогосподарських вантажів необхідно розглядати як єдиний процес, сформований із окремих складових системи [5]. В такому випадку показником ефективності роботи транспортної системи вважається забезпечення встановленого рівня надійності обслуговування вантажопотоків, яке полягає у перевезенні певного об'єму кінцевої продукції сільськогосподарського виробництва за визначений термін. Зрозуміло, що така система одночасно повинна визначатися таким рівнем економічних показників виконаних робіт, які задовольнятимуть як виконавців транспортних операцій, так і їх замовників на різному рівні стосунків ринкової економіки.

**Аналіз попередніх досліджень.** Методологія формування інфраструктури транспортних систем для обслуговування агропромислових вантажопотоків виробництві полягає у створенні загальної схеми побудови математичних моделей для вибраної проблеми. Але головне питання, пов'язане із вирішенням зазначених завдань, в ряді випадків полягає у можливості представлення всієї проблеми окремими більш деталізованими підпроблемами з метою паралельних чи послідовних, а головне, незалежних між собою досліджень. Оптимізація логістичних витрат при обслуговуванні вантажопотоків агропромислового виробництва передбачає створення математичних моделей з детермінованим характером технічних та технологічних показників. В такому випадку теоретичною передумовою проведення відповідних розрахунків є припущення про те, що числові значення впливаючих параметрів транспортної системи мають бути чітко визначеними. Проте математичне моделювання процесу обслуговування таких вантажопотоків повинно враховувати випадковий характер числових значень окремих інфраструктурних елементів [6]. Формування інфраструктури транспортних систем для обслуговування агропромислових вантажопотоків в ряді випадків розглядається із використанням основних положень теорії оптимізації матеріальних ресурсів. Застосування запропонованої методології переміщення таких вантажів дозволяє проводити багатоваріантні розрахунки щодо визначення числових значень узагальнених логістичних витрат з урахуванням впливу окремих взаємопов'язаних факторів [7, 8]. В той же час моделювання виробничого процесу враховує особливості обслуговування агропромислових вантажів різними видами рухомого складу, інтенсивність використання наявної інфраструктури в системі, перспективи застосування виробничих потужностей окремих підприємств та засобів перевантаження [9, 10].

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Використання теоретичних положень методу лінійного програмування дозволяє визначити необхідні технічні та технологічні параметри інфраструктури транспортної системи за умови досягнення мінімального значення узагальнених логістичних витрат  $B_{yz}$ . Але отримані результати дозволяють визначити числові значення інфраструктури транспортної системи за умови, що всі початкові параметри такого формування є чітко визначеними величинами. Проте в умовах ринкових відносин значення ряду інфраструктурних показників мають випадкову природу. Тому для прийняття кінцевих рішень в таких випадках використовуються методи стохастичного програмування.

Головною метою використання стохастичних моделей і методів для оптимізації виробничого процесу в транспортних системах є врахування всього діапазону зміни можливих значень інфраструктурних параметрів. Причини такої поведінки вхідної інформації в економіко-математичних моделях транспортного спрямування пояснюються як розподілом сільськогосподарських вантажопотоків в просторі та часі, так і технічним станом окремих елементів системи, впливом погодно-кліматичних умов на характеристики перевізного процесу в агропромисловому комплексі. Практичне застосування стохастичних моделей в процесі формування інфраструктури транспортних систем дає змогу не лише забезпечити відповідну достовірність та визначену точність поточних розрахунків, але й вирішити ряд виробничих задач, розв'язання яких із застосуванням лише детермінованих моделей стає практично неможливим.

Прийняття рішень за результатами аналізу випадкового характеру перевізних процесів в транспортних системах агропромислового виробництва істотно залежить від цільових засад та інформаційної структури математичних моделей. Тому задача раціонального розподілу матеріальних ресурсів в термінах стохастичного програмування формулюється наступним чином: визначити вектор  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , за умови якого результати функції крім керованих параметрів  $X$  залежать ще і від деяких випадкових величин  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ , для компонент якого

$$\begin{aligned} \max(\min)F &= f(X, \omega), \\ q_i(X, \omega) &\leq 0 (i = \overline{1, m}), \\ X &\geq 0, \omega \in \Omega, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\Omega$  – сукупність впливаючих факторів  $\omega$ .

Для вирішення задачі покращення ефективності функціонування і удосконалення інфраструктури транспортної системи на прикладі обслуговування вантажопотоків експортного та транзитного спрямування за умови відомих основних характеристик випадкових параметрів  $\omega$  цільовою функцією може бути мінімізація математичного очікування узагальнених  $B_{yz}$  логістичних витрат. Залежно від можливості отримання та врахування інформації стосовно стохастичності функцій  $f(X, \omega)$ ,  $q_i(X, \omega)$ , умовою постановки задач математичного програмування має бути наявність відповідних коефіцієнтів цільової функції та детермінованих обмежень. За таких умов вектор  $X$  є випадковою величиною математичної моделі, а отже, і функцією від  $\omega - X(\omega)$ . А оптимізація цільової функції трактується як мінімізація математичного очікування узагальнених  $B_{yz}$  логістичних витрат.

Математичне моделювання транспортного обслуговування агропромислових вантажопотоків враховує випадковий характер економічних та технологічних показників, якими характеризуються перевізні процеси в агропромисловому комплексі. Методи розв'язування задач стохастичного програмування передбачають побудову функцій  $f(X, \omega)$  і  $g_i(X, \omega) \leq 0, i = \overline{1, m}$  на базі інформації щодо параметра  $\omega$  з наступним переходом до детермінованого аналога задачі. Обмеження в стохастичних економіко-математичних моделях транспортних систем визначаються як внаслідок випадкового характеру технологічних процесів переміщення агропромислових вантажів, так і в результаті впливу особливості виконання обслуговування зазначених вантажопотоків. В задачах з випадковим характером величин  $\omega$  обмеження задаються як

$$g(X, \omega) \leq 0 \quad (2)$$

Неможливість, а іноді й недоцільність вимоги, щоб знайдене рішення задовольняло умову (2) за будь-яких реалізацій випадкових параметрів  $\omega \in \Omega$ , змушує застосовувати менш жорсткі параметри обмежень. Зокрема замість безумовного виконання початкових вимог допускається невиконання умов з певною ймовірністю

$$P\{g(X, \omega) > 0\} \leq \gamma, \quad (3)$$

Тоді у випадку, якщо  $f(X, \omega)$  – функція, яка визначає ефективність плану для заданих  $X$  та  $\omega$ , то задача створення оптимального детермінованого плану  $X$  за випадкових параметрів  $\omega$  формулюється як

$$(\max)\min Mf(X, \omega) \quad (4)$$

за умов

$$P\{g(X, \omega) \leq 0\} \geq 1 - \gamma \quad (5)$$

$$X \geq 0, \omega \in \Omega \quad (6)$$

Таким чином, з метою ефективного розподілу матеріальних ресурсів необхідно максимізувати середню очікувану ефективність за умов, що обмеження відповідних ресурсів та забезпечення надійної роботи інфраструктурних елементів транспортної системи виконуються з імовірністю  $1 - \gamma$ . Для практичного користування доцільною є змішана система застережень, тобто одна частина обмежень може виконуватися в середньому, а інша – з деякою ймовірністю.

За таких умов алгоритм реалізації математичної моделі оптимального розподілу матеріальних ресурсів передбачає застосування відомих методів теорії лінійного програмування. Інтенсивність використання інфраструктури транспортних систем за окремими схемами перевезень характеризуються матрицею коефіцієнтів, а вектор обмеження інфраструктурних ресурсів визначає особливості використання матеріально технічної бази транспортних системі. Перш за все, числові значення інфраструктурних обмежень об'єднаної партії вантажів враховують можливість паралельного накопичення інших зернових партій та культур. Така можливість враховувалась вектором обмежень  $B$  для таких показників, як потужність лінійних елеваторів з відвантаження зернових  $U$ , проектна продуктивність зернового терміналу з обробки залізничних вагонів  $D$  та місткість припортового елеватора  $H$ . Обмеження місткості митно-ліцензійних складських приміщень  $M$  передбачає використання відповідних елеваторно-складських підприємств для потреб переробної промисловості, а наявність зернових ресурсів в господарствах  $Q$  враховує обмежені можливості використання автотранспортних засобів  $E$  в зазначеному регіоні.

Продуктивність зернового терміналу з обробки залізничних вагонів  $D$  є одним із впливових чинників щодо забезпечення надійності перевантажувальних операцій. Особливо суттєвого значення зазначений фактор набуває в умовах створення експортної партії з великим обсягом залізничних перевезень. На прикладі функціонування Одеського морського торговельного порту збільшення пропускної спроможності зернового терміналу  $D$  від 30 до 110 залізничних вагонів на добу зменшує суму узагальнених логістичних витрат  $B_{uz}$  від 14,4 грн/т за умов місткості припортового елеватора  $H = 5$  тис. тонн до 7,8 грн/т – для  $H = 25$  тис. т. Визначена тенденція пояснюється зменшенням питомої ваги прямого способу завантаження судна за прямим варіантом, збільшенням обсягів зернового вантажопотоку, обслуговування якого вимагає використання потужностей припортового елеватора та можливість інтенсивного використання митно-ліцензійних складів. А за умов забезпечення продуктивності зернового терміналу  $D \geq 70$  ваг./добу доцільним стає перевантаження зерна із залізничних вагонів на плавзасоби шляхом використання суднозавантажувальних машин. Особливо активно зазначена схема використовується за умови недостатніх вільних місткостей  $H$  в припортовому елеваторі.

Диференційований аналіз надійності обслуговування зернових вантажопотоків та економічності перевезень виявив необхідність диверсифікації наявних маршрутів і використання існуючої інфраструктури транспортної системи. А подальший розвиток спектру перевізних послуг та збільшення пропускної здатності основних транспортних вузлів сприяє подальшому розвитку експортних та транзитних перевезень зернових вантажів між країнами. А оскільки морські торговельні порти України є природними транспортними вузлами в маршрутній мережі, то вирішальними факторами ефективного використання окремих інфраструктурних елементів в більшості випадків може бути надання не тільки перевізних, але і логістичних послуг.

Важливе значення в структурі транспортних систем обслуговування транзитних та експортних вантажопотоків відіграє продуктивність  $Z$  суднозавантажувальних машин портового терміналу. Проведені багатоваріантні розрахунки свідчать про вплив нормально розподіленої випадкової величини продуктивності  $Z$  суднозавантажувальних машин на пропускну здатність механізмів прямого завантаження зерна  $G$  та корисної місткості припортового елеватора  $H$  (рис. 1).

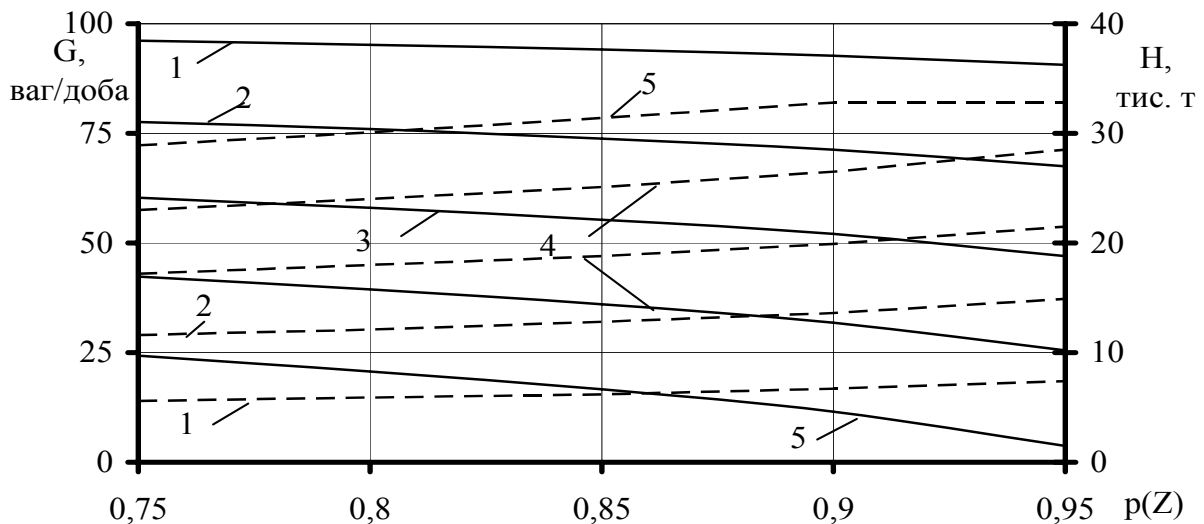


Рисунок 1 – Залежність продуктивності механізмів прямого завантаження (—) та місткості припортового елеватора (-----) від надійності роботи суднозавантажувальних машин за умови їх проектної продуктивності, т/добу: 1 – 1500; 2 – 2500; 3 – 3500; 4 – 4500; 5 – 4500

Так, підвищення надійності роботи перевантажувального комплексу  $p(Z)$  від 0,75 до 0,95 за умови коефіцієнта варіації зазначеного показника  $v_Z = 25\%$  дозволяє зменшити обсяги завантаження за прямим варіантом на 5,8% для  $Z = 1500$  т/добу, на 22,1% – для  $Z = 3500$  т/добу та на 84,8% – для  $Z = 5500$  т/добу. Стрімке зниження інтенсивності використання механізмів прямого завантаження судна  $G$  пояснюється, в першу чергу, зменшенням обсягів переміщення зернових за прямим варіантом та відповідним зростанням перевезень з використанням припортових елеваторів та суднозавантажувальних машин. Доцільність зазначеного перерозподілу зернового вантажопотоку ґрунтується на порівняно нижчій вартості логістичного обслуговування  $C$  двох останніх транспортних схем.

В той же час, підвищення надійності функціонування суднозавантажувальних машин  $p(Z)$  вимагає збільшення місткості  $H$  припортового елеватора. Підвищення показника  $p(Z)$  з 0,75 до 0,95 потребує додаткових вільних елеваторних містностей  $H$  від 1,8 тис. т для  $m_Z = 1500$  т/добу до 3,9 тис. т для  $m_Z = 5500$  т/добу. Необхідність у збільшенні обсягів попереднього накопичення зернових вантажів в транспортному вузлі за умови підвищення потужності роботи суднозавантажувальних машин  $Z$  диктується більш інтенсивним використанням відповідної транспортної схеми.

Проте запропоновані заходи пов'язані із вирішенням питань технічного стану системних елементів, організаційної структури і ефективності використання транспортно-технологічних процесів та нормативно-правової бази. Створення таких транспортних систем відкриває нові перспективи для формування регіональної логістичної мережі.

Подальше удосконалення таких систем характеризується поглибленою інтеграцією в міжнародну логістичну мережу. Удосконалення інфраструктури транспортних вузлів є невіддільною умовою залучення додаткових зернових вантажопотоків. З метою збільшення пропускної здатності і ефективності перевізних можливостей операторам транспортного ринку необхідно підсилити маркетингову роботу з перспективними замовниками послуг шляхом пропозиції високоякісних логістичних послуг, застосування гнучкого управління перевізним процесом і доступу до наявних інфраструктурних потужностей.

**Висновки.** На прикладі формування оптимальної інфраструктури транспортних систем для обслуговування агропромислових вантажопотоків в спеціалізованих терміналах показано, що застосування сучасних математичних моделей дозволяє визначити технологічні параметри окремих елементів системи. А формування структури транспортних систем з урахуванням впливу ринкових відносин відкриває новий потенціал у створенні відповідного інфраструктурного забезпечення. Акцентовано увагу на те, що переваги і перспективи створення регіональної мережі логістичних центрів пов'язані з вирішенням певних задач в рамках сумісної стратегії системного розвитку транспортних вузлів, спрямованої на ефективне функціонування зазначених структур в рамках господарського комплексу країни.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Миронюк В.П. Оптимизация размещения транспортной и складской инфраструктур / В.П. Миронюк, Н.Н. Курочкин // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2006. – №8. – С. 47 – 50.
2. Сидорчук О.В. Системні принципи та напрями досліджень розвитку агропромислового виробництва на інноваційній основі / О.В. Сидорчук, А.С. Матвієнко // Наук. вісник НАУ. – 2005. – Вип. 80. – Ч. 2. – С. 136 – 141.
3. Гуков Я.С. Системно-логічний підхід до моделювання технічного забезпечення господарських утворень в аграрному виробництві / Я.С. Гуков // Вісник аграрної науки. – 2007. – №9. – С. 46 – 51.
4. Зубець М. Наукові основи розвитку агропромислового виробництва на інноваційних засадах (теорія, методологія, практика) / М. Зубець, С. Тивончук. – К.: Аграрна наука, 2006. – 480 с.
5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок. Пер. с англ. / Пер. И.И. Грушко; ред. В.И. Непман. – М.:Машиностроение, 1979. – 432 с.
6. Баканов М.И. Теория экономического анализа / М.И. Баканов, А.Д. Шеремет. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 288 с.
7. Петрик А.В. Узгодження технологічних параметрів транспортних систем при накопиченні експортної партії зернових вантажів / А.В. Петрик, Л.М. Абрамчук // Автошляхових України: Окремий випуск. Вісник Центрального наукового центру ТАУ. – 2007. – № 10. – С. 53 – 54.
8. Абрамчук Л.М. Методологія визначення раціональної структури парку автотранспортних засобів для перевезення зернових вантажів / Л.М. Абрамчук // Вісник НТУ. Частина 2 – К.: НТУ. – 2007. – № 15. – С. 202 – 207.
9. Коваленко Ю.С. Наукові засади та основні тенденції формування аграрного ринку в Україні / Ю.С. Коваленко // Економіка АПК. – 2004. – №3. – С. 19 – 29.
10. Броншпак Г.К. Государственная поддержка кластерных инициатив: вертикально интегрированные структуры в АПК / Г.К. Броншпак // Економіка АПК. – 2007. – №4. – С. 45 – 50.

## REFERENCES

1. Mironyuk V.N., Kurochkin N.N. Optimization of transport and storage infrastructures // Cargo and passenger fleet. – 2006. No. 8. – P. 47 – 50. (Rus).
2. Sidorchuk A.C., Matvienko A.C. System concepts and research directions of development of agricultural production on the basis of innovation // Scientific Herald of the NAU. – 2005. – Vol. 80. - 2 hours. – P. 136 – 141. (Ukr).
3. Gukov J. C. Systematic logical approach to modeling technical support of economic agents in agricultural production // Bulletin of agricultural science. – 2007. No. 9. – P. 46 – 51. (Ukr).
4. Zubetz M. The Scientific basis for the development of agricultural production on the basis of innovation (theory, methodology, practice). – K.: Agricultural science, 2006. – 480 p.
5. Kleinrock L. Queueing Theory / L. Kleinrock. TRANS. from English. / Lane. I. I. Grushko; edited Century Imperial Nepman. – M.:Mashinostroenie, 1979. – 432 p. (Rus).
6. Bakanov M.I., Sheremet A.D. Theory of economic analysis. – M.: Finance and statistics, 1994. – 288 p. (Rus).
7. Petryk, A.V., Abramchuk L.M. Approval process parameters transport systems with accumulation export batches of grain cargo // Road transport of Ukraine: a Separate issue. Bulletin of the Central research center TAU. – 2007. No. 10. – P. 53 – 54. (Ukr).
8. Abramchuk L.M. The Methodology of determining the optimal structure of the fleet of vehicles for the carriage of grain cargoes // Bulletin of NTU. Part 2): NTU. – 2007. No. 15. P. 202 – 207. (Ukr).
9. Kovalenko Y.S. Scientific basis and the basic tendencies of development of the agricultural market in Ukraine // Economics of agriculture. – 2004. No. 3. – P. 19 – 29. (Ukr).
10. Branchpak, K. State support of cluster initiatives: a vertically integrated structure in agriculture // Economy of agriculture. – 2007. No. 4. – P. 45 – 50. (Rus).

## РЕФЕРАТ

Петрик А.В. Математичне моделювання транспортного обслуговування агропромислових вантажопотоків в спеціалізованих терміналах / А.В. Петрик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті запропонована методологія створення математичних моделей для удосконалення транспортного обслуговування агропромислових вантажопотоків в спеціалізованих терміналах.

Об'єкт дослідження – процес формування оптимальної інфраструктури транспортних систем в агропромисловому виробництві при обслуговуванні зернових вантажопотоків.

Мета роботи – удосконалення організації та управління процесами транспортного обслуговування спеціалізованих терміналів при виконанні експортних перевезень зернових вантажів.

Метод дослідження – теорія транспортних процесів і систем, теорія масового обслуговування і економіко-математичного моделювання перевізних процесів.

Стабільне та надійне функціонування транспортних систем вимагає створення наукових основ раціональної організації транспортного обслуговування агропромислового виробництва. А дослідження ефективності транспортного обслуговування підприємств агропромислового виробництва потребують диференційованого підходу до математичного моделювання перевізних процесів. Саме тому створення та детальна розробка математичних моделей обов'язково мають бути пов'язаними із необхідністю врахування великої сукупності випадкових факторів, які впливають на поточні і кінцеві результати роботи всієї транспортної системи. Оптимізація логістичних витрат при обслуговуванні вантажопотоків агропромислового виробництва передбачає створення математичних моделей з детермінованим характером технічних та технологічних показників. В такому випадку теоретичною передумовою проведення відповідних розрахунків є припущення про те, що числові значення впливаючих параметрів транспортної системи мають бути математично обґрунтованими. Використання теоретичних положень методу лінійного програмування дозволяє визначити необхідні технічні та технологічні параметри інфраструктури транспортної системи за умови досягнення мінімального значення узагальнених логістичних витрат. Для вирішення задачі покращення ефективності функціонування і удосконалення інфраструктури транспортної системи для обслуговування вантажопотоків експортного та транзитного спрямування цільовою функцією визначено мінімізацію узагальнених логістичних витрат. В роботі на прикладі функціонування зернового терміналу Одеського морського торговельного порту показано технологічні можливості збільшення пропускної спроможності такого транспортного вузла. За результатами розрахунків визначено, що для підвищення надійності обслуговування зернових вантажопотоків та економічності перевезень необхідно диверсифікувати наявні маршрути перевезення зернових вантажів та інтенсифікувати використання існуючої інфраструктури транспортних систем. Зроблено висновок про те, що подальший розвиток спектру перевізних послуг та збільшення пропускної здатності основних транспортних вузлів сприяє подальшому розвитку експортних та транзитних перевезень зернових вантажів між країнами. А оскільки морські торговельні порти України є природними транспортними вузлами в маршрутній мережі, то вирішальними факторами ефективного використання окремих інфраструктурних елементів в більшості випадків може бути надання не тільки перевізних, але і логістичних послуг. Визначені шляхи подальшого удосконалення таких систем у зв'язку із поглибленою інтеграцією України в міжнародну логістичну мережу.

Результати статті можуть бути використані для удосконалення інфраструктури транспортних систем за умови обслуговування зернових вантажопотоків в спеціалізованих терміналах.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – створення оптимальної структури транспортних мереж для обслуговування зернових вантажопотоків.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, ЛОГІСТИЧНІ ВИТРАТИ, ЗЕРНОВІ ВАНТАЖОПОТОКИ.

#### ABSTRACT

Petryk A.V. Mathematical modelling of transport service agricultural traffic in specialized terminals. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper proposes a methodology for the creation of mathematical models to improve transport services agricultural traffic in specialized terminals.

The object of study - the process of generating optimal infrastructure transport systems in agro-industrial production for maintenance of grain traffic.

The goal is to improve the organization and management of processes transport services of specialized terminals when performing export shipments of grain cargo.

Method of research – the theory of transport processes and systems, queueing theory and mathematical modelling of transport processes.

Stable and reliable operation of transport systems requires the creation of scientific bases for the rational organization of transport services agricultural production. While research on the effectiveness of transport service enterprises of agro-industrial production require a differentiated approach to mathematical

modelling of transport processes. That is why the creation and formulation of the mathematical models must be associated with the necessity of taking into account a large set of random factors that affect the current and final results of the whole transport system. Optimization of logistics costs for maintenance of flows of agricultural production provides for the creation of mathematical models with deterministic nature of the technical and technological parameters. In this case, the theoretical background appropriate calculation is the assumption that the numeric values for the adjustable parameters of the transport system must be mathematically justified. The use of theoretical positions of the linear programming method allows determining the necessary technical and technological parameters of the infrastructure of the transport system while achieving the minimum value of the generalized logistic costs. For solving the problem of improving the efficiency of the operation and improvement of the infrastructure of the transport system for maintenance of traffic export and transit directions of the target function is defined by the minimization of the generalized logistic costs. In the example of the functioning of the grain terminal of the Odessa commercial sea port is shown technological opportunities to increase the bandwidth of this transport hub. The calculations have determined that to improve the service reliability of grain flows and efficiency of the transportation needs to diversify existing routes transportation of grain cargoes and to intensify the use of existing infrastructure for transportation systems. It is concluded that further development of a range of transportation services and increasing the capacity of the main traffic junctions contributes to the further development of export and transit transportation of grain cargoes between countries. And since the commercial sea ports of Ukraine are natural hubs in the route network, the decisive factors for the efficient use of individual infrastructure elements in most cases can be provided not only transportation, and logistics services. Identified ways to further improve such systems due to the deep integration of Ukraine in the international logistics network.

The results of this paper can be used to improve infrastructure, transport systems, provided maintenance of grain flows in specialized terminals.

Forecast assumptions about the development of the research object – creating the optimal structure of transport networks serving of grain traffic.

KEYWORDS: ROAD TRANSPORT, TRANSPORT INFRASTRUCTURE, LOGISTICS COSTS, GRAIN FLOWS.

#### РЕФЕРАТ

Петрик А.В. Математическое моделирование транспортного обслуживания агропромышленных грузопотоков в специализированных терминалах / А.В. Петрик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложена методология создания математических моделей для усовершенствования транспортного обслуживания агропромышленных грузопотоков в специализированных терминалах.

Объект исследования – процесс формирования оптимальной инфраструктуры транспортных систем в агропромышленном производстве при обслуживании зерновых грузопотоков.

Цель работы – совершенствование организации и управления процессами транспортного обслуживания специализированных терминалов при выполнении экспортных перевозок зерновых грузов.

Метод исследования – теория транспортных процессов и систем, теория массового обслуживания и экономико-математического моделирования перевозочных процессов.

Стабильное и надежное функционирование транспортных систем требует создания научных основ рациональной организации транспортного обслуживания агропромышленного производства. А исследования эффективности транспортного обслуживания предприятий агропромышленного производства требуют дифференцированного подхода к математическому моделированию перевозочных процессов. Именно поэтому создание и детальная разработка математических моделей обязательно должны быть связанными с необходимостью учета большого совокупности случайных факторов, которые влияют на текущие и конечные результаты работы всей транспортной системы. Оптимизация логистических затрат при обслуживании грузопотоков агропромышленного производства предусматривает создание математических моделей с детерминированным характером технических и технологических показателей. В таком случае теоретической предпосылкой проведения соответствующих расчетов является предположение о том, что числовые значения влияющих параметров транспортной системы должны быть математически обоснованными. Использование теоретических положений метода линейного программирования позволяет определить необходимые технические и технологические параметры инфраструктуры транспортной

системы при условии достижения минимального значения обобщенных логистических затрат. Для решения задачи улучшения эффективности функционирования и совершенствование инфраструктуры транспортной системы для обслуживания грузопотоков экспортного и транзитного направления целевой функцией определено минимизации обобщенных логистических затрат. В работе на примере функционирования зернового терминала Одесского морского торгового порта показаны технологические возможности увеличения пропускной способности такого транспортного узла. По результатам расчетов определено, что для повышения надежности обслуживания зерновых грузопотоков и экономичности перевозок необходимо диверсифицировать имеющиеся маршруты перевозки зерновых грузов и интенсифицировать использование существующей инфраструктуры транспортных систем. Сделан вывод о том, что дальнейшее развитие спектра перевозочных услуг и увеличения пропускной способности основных транспортных узлов способствует дальнейшему развитию экспортных и транзитных перевозок зерновых грузов между странами. А поскольку морские торговые порты Украины являются естественными транспортными узлами в маршрутной сети, то решающими факторами. Определены пути дальнейшего совершенствования таких систем в связи с углубленной интеграцией Украины в международную логистическую сеть.

Результаты статьи могут быть использованы для усовершенствования инфраструктуры транспортных систем при условии обслуживания зерновых грузопотоков в специализированных терминалах.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – создание оптимальной структуры транспортных сетей для обслуживания зерновых грузопотоков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РАСХОДЫ, ЗЕРНОВЫЕ ГРУЗОПОТОКИ.

#### АВТОР

Петрик Анатолий Васильевич, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: anv.petruk@gmail.com, тел. 097-658-73-77, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

#### AUTHOR

Petryk Anatoliy Vasilyevich, candidate of technical Sciences, associate Professor, national transport University, associate Professor of the Department of international transportations and customs control, e-mail: anv.petruk@gmail.com, tel. 097-658-73-77, Ukraine, 01010, Kiev, street Suvorova 1, K. 437.

#### АВТОР

Петрик Анатолий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: anv.petruk@gmail.com, тел. 097-658-73-77, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437.

#### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Фришев С.Г., доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК, Київ, Україна.

Воркут Т.А., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

#### REVIEWERS:

Frishev A.S., Doctor of technical Sciences, Professor, National University of bioresources and nature management of Ukraine, Professor of the Department of transport technologies and tools in agriculture, Kiev, Ukraine.

Vorkut T.A., Doctor of technical Sciences, Professor, National transport University, Head of the chair of transport law and logistics, Kiev, Ukraine.