

Оптимізація міжнародних автомобільних перевезень вантажів при управлінні підприємствами аграрного сектору та підприємств автомобільного транспорту

Л. М. Волинець, О. Ю. Сопецько, Ю. С. Хрутьба, А. В. Севост'янова,
Я. С. Левченко

Для підвищення ефективності управління підприємствами аграрного сектору, необхідно вдосконалювати логістичні процеси доставки продукції тваринництва та рослинництва при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень. Доставка вантажу «точно в термін» є дуже важливою, тому планування часу перевезення є актуальним та дозволяє зменшити витрати.

Описано процес планування доставки швидкопсувних вантажів. Представлено розкид необхідного для цього часу для транспортування із різноманітним ступенем стохастичності. Визначено, що специфіка проходження митного оформлення впливає на наявність певного мінімального часу необхідного для такої процедури. Час митного оформлення вантажу та час затримки впливають на кінцевий термін оформлення вантажів при міжнародних автомобільних перевезеннях. Найбільш широкий розкид часу займає процедура митного оформлення вантажу від 12 год до 25 год, а ймовірність митного оформлення складає лише 0,435. Відповідно, це впливає на зниження показників доставки «точно в термін». Здійснено порівняння функціональної залежності ймовірності транзитного часу, що не перевищує запланований, на даних зазначеного маршруту. На основі ймовірнісного аналізу враховано можливість незапланованих відхилень від розрахункових термінів кожного із етапів та запропоновано оптимальний набір проміжків часу, що дозволяють отримати оптимальну ймовірність доставки «точно в термін». Загальний час доставки вантажу не змінюється.

Надано рекомендації для формулювання вимог для підприємств автомобільного транспорту. А саме посилити вимоги по часу транзиту вантажу. До таких вимог належать середня швидкість руху, вибір відповідного транспорту, планування маршруту з точки зору швидкісного режиму магістралей та ін.

Ключові слова: швидкопсувний вантаж, підприємства автомобільного транспорту, витрати, швидкопсувні продукти харчування, тваринництво.

1. Вступ

Оптимізація міжнародних автомобільних перевезень вантажів має велике значення для підвищення ефективності функціонування транспортної галузі та агропродовольчого сектору, адже швидкий та раціонально організований перетин кордону є конкурентною перевагою будь-якого підприємства. Логістичне обслуговування вантажів у місцях перетину кордонів сприяє розвитку товарообігу та збільшує міцність ланцюгів постачань.

Для підвищення ефективності управління підприємствами аграрного сектору, необхідно вдосконалювати логістичні процеси доставки продукції тваринництва та рослинництва при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень.

Для удосконалення взаємодії підприємств автомобільного транспорту та підприємств аграрного сектору використовуємо логістичний підхід. Логістика лежить в основі будь-якого процесу. Виробництво, постачання та збут – це відповідні логістичні процеси.

Ефективне функціонування підприємств аграрного та транспортного сектору залежить від впровадження та грамотного застосування логістичних підходів, а також розвитку транспортної інфраструктури. Логістика як наука і практика дає можливість скорочувати витрати при здійсненні міжнародних перевезень вантажів. Логістично грамотна організована доставка сільськогосподарської продукції має значний економічний, соціальний та екологічний ефект.

Для перевезення швидкопсувних вантажів (харчових продуктів) необхідно дотримуватись санітарно-гігієнічних норм і правил, так як, ці вантажі мають обмежений термін придатності, тому перевозити їх необхідно максимально оперативно і дбайливо.

Перевезення швидкопсувних вантажів (морепродуктів, овочів, фруктів, охолоджених і заморожених продуктів харчування та ін.) виконують із задіянням спеціалізованих транспортних засобів: рефрижераторів і ізотермів.

При здійсненні міжнародних автомобільних перевезень важливим є чітко дотримуватись правил митного оформлення вантажу із мінімально короткими термінами. Це необхідно для того, щоб вантаж якомога швидше перетнув кордон без затримки. Це є особливо актуальним для швидкопсувних вантажів (продуктів харчування). Це гарантує найбільшу схоронність вантажу при перетині кордону та дає можливість доставити вантаж із найменшими ризиками псування вантажу. Наприклад, такими як погіршення якості через довгий час митного оформлення в результаті виникнення технічної поломки автомобіля або крадіжки вантажу. Доставка вантажу «точно в термін» є дуже важливим, тому планування часу при перетині митного кордону є актуальним та дозволяє зменшити витрати при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В роботі [1] наведено результати дослідження організації ланцюга постачань швидкопсувних вантажів. В даному дослідженні запропоновано рішення, що забезпечують баланс між вартістю, якістю та екологічними проблемами в такому ланцюгу постачань. Також, структури моделювання для підтримки прийняття рішень при проектуванні та експлуатації холодних ланцюгів з метою досягнення компромісу між витратами, викидами та якістю. Але залишається невирішеним питання прийняття таких рішень при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень. Адже, ефективна організація експорту продуктів харчування між країнами є актуальною. При цьому, питання експорту продуктів харчування між країнами добре розкрито в роботі [2].

Зокрема, зроблено акцент на тому, що неефективність логістики перешкоджає експорту та затримки вантажних перевезень продуктів харчування через

кордон та є ключовим фактором, що збільшує вартість та непередбачуваність ланцюга поставок. В роботі зазначається, що затримання вантажних партій на прикордонних постах покликане знизити ризик несплати мит та запобігти незаконній контрабанді. В даному дослідженні, ризики порівнюються з ризиками для торгівлі, викликаними непередбачуваними затримками в часі перетину кордону. Було запропоновано ширше використання інформаційних технологій для збалансування впливу митних та торговельних ризиків. Недоліком даного дослідження є те, що воно зроблено для такого регіону, як Південна Африка. Розв'язок даного питання є необхідним та актуальним і для європейських країн. Доцільним є проведення дослідження не тільки для такого регіону, як Південна Африка, але й для інших регіонів для розвитку експорту продуктів харчування.

На увагу заслуговує робота [3], в якій достатньо приділено уваги принципам стійкого розподілу швидкопсувних вантажів, розглянуто приклад застосування таких принципів у діловій практиці, визначені сучасні проблеми стійкого розподілу швидкопсувних вантажів. Зазначається, що економічні та організаційні фактори є найбільш важливими серед багатьох інших факторів. Недостатньо уваги приділено питанню ефективної організації транспорту для перевезень швидкопсувних вантажів.

Вивчення проблеми ефективної організації транспорту розкрито в роботі [4], яка розглядає логістику рефрижераторів, як складну задачу, оскільки вона має справу з витратами та обмеженнями часу, а також з вимогами до якості продукції.

В даній статті зазначається, що існує компроміс між такими факторами як час транспортування та якість свіжих продуктів. Із чим не можна не погодитись. Перевагою даної роботи є те, що при високій цінності рефрижераторів, ефективна логістика настільки ж важлива, як і ефективні вантажопотоки. Це спричиняє технічні ускладнення та конфлікт інтересів між вантажовідправниками та власниками транспорту та терміналів.

Варіантом подолання відповідних труднощів може бути підхід запропонований в роботі [5]. В ній запропоновано підвищувати ефективність управління постачаннями на основі розроблення методів і моделей раціонального управління системами транспортного обслуговування у ланцюгах постачань швидкопсувних вантажів.

Що стосується питання зменшення вартості міжнародних автомобільних перевезень, то дане питання розглянуто у роботах [6, 7].

Інше дослідження [6] розглядає аналітичні моделі розроблені у США, що дозволяють вирішувати питання високої вартості міжнародних перевезень. На підставі проведеного дослідження надано відповідні інструменти для прийняття рішень для перевезень автомобільним транспортом китайської продукції для виходу на міжнародний ринок і створення мереж дистрибуції.

В роботі [7] запропоновано підвищити ефективність міжнародних автомобільних перевезень шляхом зниження вартості транспортних послуг шляхом застосування методології визначення вартості палива за критерієм найбільшого використання палива в країнах за найнижчими цінами.

В роботі [8] використано методи Fuzzy Delphi та Fuzzy ELECTRE для покращення перевезень вантажів автомобільним транспортом з Кореї до Центральної Азії.

Але залишається невирішеним питання часу транспортування швидкопсувних вантажів та його схоронності, адже, це є важливим фактором при такому перевезенні.

Варіантом подолання відповідних труднощів може бути модель, запропонована в роботі [9], яка базується на двох основних критеріях оцінки рішення: критерій вартості та критерій безпеки вантажу. Перевагою даної моделі є те, що в неї включені такі фактори як прийнятний час транспортування, мінімальна або максимальна температура в безпосередньому оточенні вантажу та стійкість до механічних пошкоджень. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з урахуванням додаткових характеристик швидкопсувних вантажів.

Схожі проблеми розглянуті і в роботі [10]. Досліджено проблеми ланцюга постачань швидкопсувних вантажів, що пов'язані із перевищення температури вище або нижче оптимального діапазону та ставить під загрозу безпеку харчових продуктів. Зроблено акцент на дослідженні температурно-часових умов на кожному етапі такого ланцюга постачань для оцінки його прибутковості. При цьому, в роботі, не приділено уваги ризикам, що виникають при транспортуванні швидкопсувних вантажів.

Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого проблемам ефективної організації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів із оптимальною організацією часу перевезень та забезпеченням максимальної схоронності вантажу. Адже, оптимальний час перевезення швидкопсувного вантажу зменшує ризики його пошкодження та втрати. При цьому, залишається актуальним питання зменшення витрат при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення шляхів оптимізації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів при здійсненні управління підприємствами аграрного сектору та підприємств автомобільного транспорту. Ефективна взаємодія цих двох видів підприємств позитивно впливає на економіку будь-якої країни та розвиток обох галузей.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати дані маршруту та порівняти залежність ймовірностей тривалості часових показників проходження митного оформлення із наявними статистичними даними;
- запропонувати оптимальний набір проміжків часу для кожного із етапів транспортування для забезпечення максимальної ефективності доставки «точно в термін»;
- надати рекомендації по організації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів, що сприяють зменшенню витрат.

4. Матеріали та методи досліджень

На початковому етапі дослідження були проаналізовані результати наукових робіт у сфері міжнародних автомобільних перевезень та досліджено питання скорочення витрат при здійсненні таких перевезень.

Україна експортує продукцію тваринництва та рослинництва. Із статистичних даних [11] видно, які саме види товарів Україна експортує, та що серед них є й товари, термін придатності, яких є обмеженим.

Так як ця продукція вимагає відповідних правил зберігання та транспортування та може бути обмежена терміном придатності, то процес її транспортування через кордон має бути здійснений із мінімальними затримками. Це дозволить і зберегти продукцію і доставити вчасно та підвищити рейтинг українських підприємств, як виготовлювачів продукції, так і перевізників на міжнародному ринку.

У I півріччі 2021 р. експорт товарів становив 29924,0 млн. дол. США, або 130,7 % порівняно із I півріччям 2020 р., імпорт – 31250,6 млн. дол., або 128,0 %. Негативне сальдо склало 1326,6 млн. дол. (у I півріччі 2020 р. також негативне – 1519,4 млн. дол.). У табл. 1 наведено товарну структуру зовнішньої торгівлі у I півріччі 2021 р.

До основних позицій швидкопсувних продуктів харчування за класифікатором УКТЗЕД можна віднести групи 02, 03, 04, 07, 08, 16, 21. Особливістю їх зберігання і транспортування є вимога підтримки певного температурного режиму з моменту виробництва протягом процесу перевезення до моменту споживання.

Планування доставки швидкопсувних вантажів (харчових продуктів) пов'язано із необхідністю врахування різноманітних нерегулярних факторів, що впливають на час транспортування такого вантажу від місця завантаження до складу отримувача. Цей процес є багатоетапним та особливо ускладнюється у випадку необхідності перетину державного кордону та здійснення процедур оформлення супровідної документації, проходження митного контролю та ін.

За даними підприємства, на даних якого проводилось дослідження, то несвоєчасна доставка швидкопсувних вантажів складає 12 % у внутрішньому сполученні, а для міжнародних перевезень цей показник значно вищий та становить 35 %.

Для математичного опису таких процесів в рамках логістичного циклу доцільно використовувати ймовірнісні методи [12], що базуються на наявних статистичних даних проходження маршрутів. Для прикладу, в табл. 2 наведені фактичні дані про доставку продуктів харчування рефрижераторним транспортом по маршруту «Бельгія-Меер – Вербомонт-п/п Ягодин-с. Чайки, с. Стоянка».

На прикладі представленого маршруту міжнародних автомобільних перевезень продуктів харчування проведено розрахунок часу проходження вантажу на різноманітних етапах. Ефективність проходження швидкопсувного вантажу без затримки, дозволяє знизити ризики його псування. Адже, бувають ситуації підвищення температури транспортування вище оптимального діапазону.

Таблиця 1

Товарна структура зовнішньої торгівлі у I півріччі 2021 р. (витяг із Додатку 2) [11]

Код і назва товарів згідно з УКТЗЕД	Експорт		Імпорт			
	тис. дол. США	у % до I півріччя 2020	у % до загального обсягу	тис. дол. США	у % до I півріччя 2020	у % до загального обсягу
Усього	29923963,2	130,7	100,0	31250630,4	128,0	100,0
у тому числі	–	–	–	–	–	–
I. Живі тварини; продукти тваринного походження	599032,8	105,3	2,0	676849,6	123,4	2,2
01 живі тварини	19072,2	82,2	0,1	42057,1	125,8	0,1
02 м'ясо та їстівні субпродукти	373327,1	116,9	1,2	81525,9	121,6	0,3
03 риба і ракоподібні	15996,4	114,0	0,1	376740,6	127,6	1,2
04 молоко та молочні продукти, яйця птиці; натуральний мед	178061,5	86,7	0,6	164121,9	115,1	0,5
05 інші продукти тваринного походження	12575,6	184,8	0,0	12404,1	121,7	0,0
II. Продукти рослинного походження	5046874,1	98,1	16,9	1196732,8	110,5	3,8
06 живі дерева та інші рослини	4025,7	142,0	0,0	42823,3	175,3	0,1
07 овочі	65918,9	101,9	0,2	173864,6	90,8	0,6
08 їстівні плоди та горіхи	104901,9	110,7	0,4	367134,0	107,5	1,2
09 кава, чай	6648,4	97,3	0,0	121680,2	108,1	0,4
10 зернові культури	4447626,6	98,7	14,9	118483,0	94,8	0,4
11 продукція борошномельно-круп'яної промисловості	73199,0	81,0	0,2	32958,2	209,1	0,1
12 насіння і плоди олійних рослин	332981,7	96,6	1,1	326038,7	126,0	1,0
13 шелак природний	1845,1	439,9	0,0	13320,4	101,2	0,0
14 рослинні матеріали для виготовлення	9726,8	28,4	0,0	430,4	134,3	0,0
III. Жири та олії тваринного або рослинного походження	3297894,6	112,5	11,0	201134,9	170,6	0,6
IV. Готові харчові продукти	1868076,9	115,7	6,2	1558445,0	121,5	5,0
16 продукти з м'яса, риби	11411,5	129,5	0,0	81345,9	118,2	0,3
17 цукор і кондитерські вироби з цукру	114105,2	104,3	0,4	86962,2	268,9	0,3
18 какао та продукти з нього	102446,6	127,5	0,3	199745,8	131,3	0,6
19 готові продукти із зерна	188924,3	139,7	0,6	130676,0	119,8	0,4
20 продукти переробки овочів	77369,1	100,3	0,3	122463,1	129,0	0,4
21 різні харчові продукти	90237,4	112,8	0,3	262430,3	121,8	0,8

Проводиться огляд польових досліджень температурно-тимчасових умов на кожному критичному етапі холодової цепі для оцінки поточного стану комерційних холодових ланцюгів постачань. Оптимізація часу проходження вантажу на кожному етапі ланцюга постачань впливає на його прибутковість.

Таблиця 2

Статистичні дані по часу проходження маршруту «Бельгія-Меер – Вербомонт-п/п Ягодин-с. Чайки, с. Стоянка» на різноманітних етапах доставки продуктів харчування

№ п/п	Час оформлення, год.	Завантаження по документам	Час оформлення, год	Вивантаження	Транзитний час, день	Оформлення на кордоні, год.	Відстань, км
1	48	24.03	24	28.03	4	15	2206
2	48	07.04	24	11.04	4	12	2250
3	48	21.04	24	25.04	4	12	2250
4	48	05.05	24	10.05	5	18	2206
5	48	19.05	24	23.05	4	12	2206
6	48	02.06	24	07.06	5	20	2206
7	48	16.06	24	20.06	4	12	2206
8	48	30.0	24	04.07	4	12	2206
9	48	14.07	24	19.07	5	20	2206
10	48	28.07	24	01.08	4	12	2206
11	4+48	23.08-25.08	48	30.08	5	18	2560
12	48	08.09	24	12.09	4	12	2206
13	48	22.09	24	26.09	4	12	2206
14	48	06.10	48	11.10	5	18	2206
15	48	20.10	24	25.10	5	20	2206
16	48	03.11	24	07.11	4	12	2206
17	5+48	15.11-17.11	48	22.11	5	18	2560
18	48	01.12	24	06.12	5	18	2206
19		21.12		28.12	7	25	2007
20	48	12.01	24	16.01	4	12	2222
21	48	25.01	48	30.01	5	15	2222
22	48	09.02	24	14.02	5	18	2222
23	48	23.02	24	28.02	5	15	2222
24	48	09.03	24	16.03	7	16	2270

5. Результати досліджень визначення шляхів оптимізації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів

5.1. Аналіз даних маршруту та порівняння залежності ймовірності проходження митного оформлення за час

Проведений аналіз даних на різноманітних етапах проходження зазначеного маршруту показує розкид необхідного для цього часу t_i (где i – номер етапу) із різноманітним ступенем стохастичності.

Зокрема, час оформлення на кордоні має достатньо широкий розкид значень у діапазоні від $t_{Tmin}=12$ год. до $t_{Tmax}=25$ год. Для того, щоб визначити ймовірність p_T [13] транспорту пройти дану процедуру оформлення за час t_T , можна

використати опис наведених в табл. 2 даних в рамках статистики Вейбулла [14], а саме:

$$p_T = p_T(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t - t_A}{B_t}\right)^\eta\right], \quad (1)$$

де t_A , B_T , η_T – коефіцієнти Вейбулла.

Для вирішення задачі, що розглядається співвідношення (1) не може бути застосовано безпосередньо в зазначеній формі в силу розривності функції $p_T(t)$, а саме:

$$p_T(t_T) = \begin{cases} 0, & \text{при } t_T < t_{T\min}; \\ p_{T0}, & \text{при } t_T = t_{T\min}; \\ f(t_T), & \text{при } t_{T\min} < t_T < t_{T\max}; \\ 1, & \text{при } t_T > t_{T\max}, \end{cases} \quad (2)$$

де $f(t_T)$ – експоненційна функція виду (1).

Це пов'язано зі специфікою проходження митного оформлення, а саме наявністю певного мінімального часу t_{\min} , необхідного для цієї процедури, та часу затримки dt , що визначає кінцевий термін оформлення.

Для формалізації математичного опису функції $p_T(t)$ можна припустити, що проходження процедури «в термін» та «із затримкою» є незалежними, тому $p_T(t)$ може бути представлена у вигляді:

$$p_T(t_T) = 1 - (1 - p_{T0}) \exp\left[-\left(\frac{t_T - t_{T\min}}{B_T}\right)^\eta\right], \quad (3)$$

де p_{T0} – ймовірність проходження митного оформлення «в термін», $dt_T = t_T - t_{T\min}$ – планований час затримки.

Виходячи, із даних, наведених у табл. 2, ймовірність проходження митного оформлення за час $t_{T\min} = 12$ год. складає $p_{T0} = 0,435$. Коефіцієнти Вейбулла, дозволяють із найкращим ступенем точності апроксимувати наявні статистичні дані (рис. 1), дорівнюють $B_T = 5,4$ ч и $\eta_T = 3,5$.

5. 2. Визначення оптимального набору проміжків часу для кожного із етапів транспортування

Аналогічно може бути визначена залежність ймовірності p_{TR} транзитного часу, що не перевищить планований час t_{TR} , для якого відповідні коефіцієнти, визначені відповідно представленим даним, мають наступні значення: $t_{TR\min} = 4$ дні складає $p_{TR0} = 0,478$, $B_{TR} = 0,5$ днів и $\eta_{TR} = 0,8$ (рис. 1, 2).

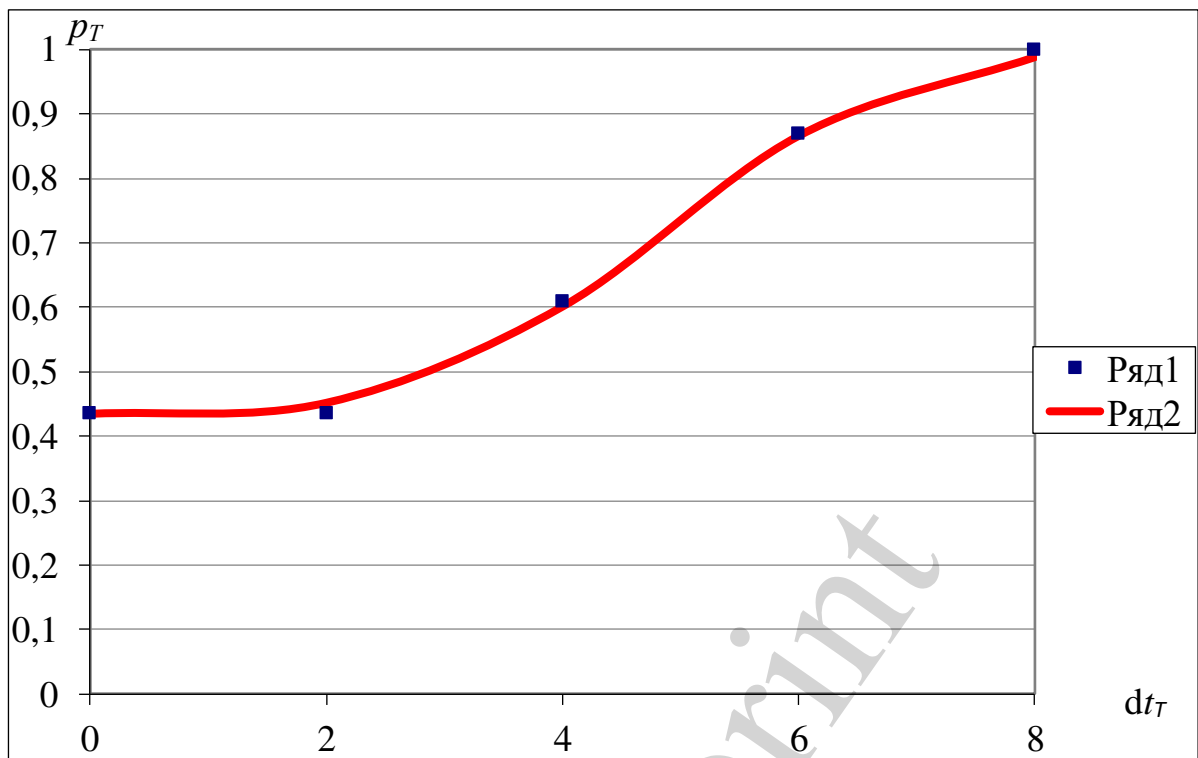


Рис. 1. Порівняння функціональної залежності ймовірності проходження митного оформлення за час t_T $p_T(t_T)=p_T(t_{T\min}+dt_T)$ (—) із наявним статистичними даними (■)

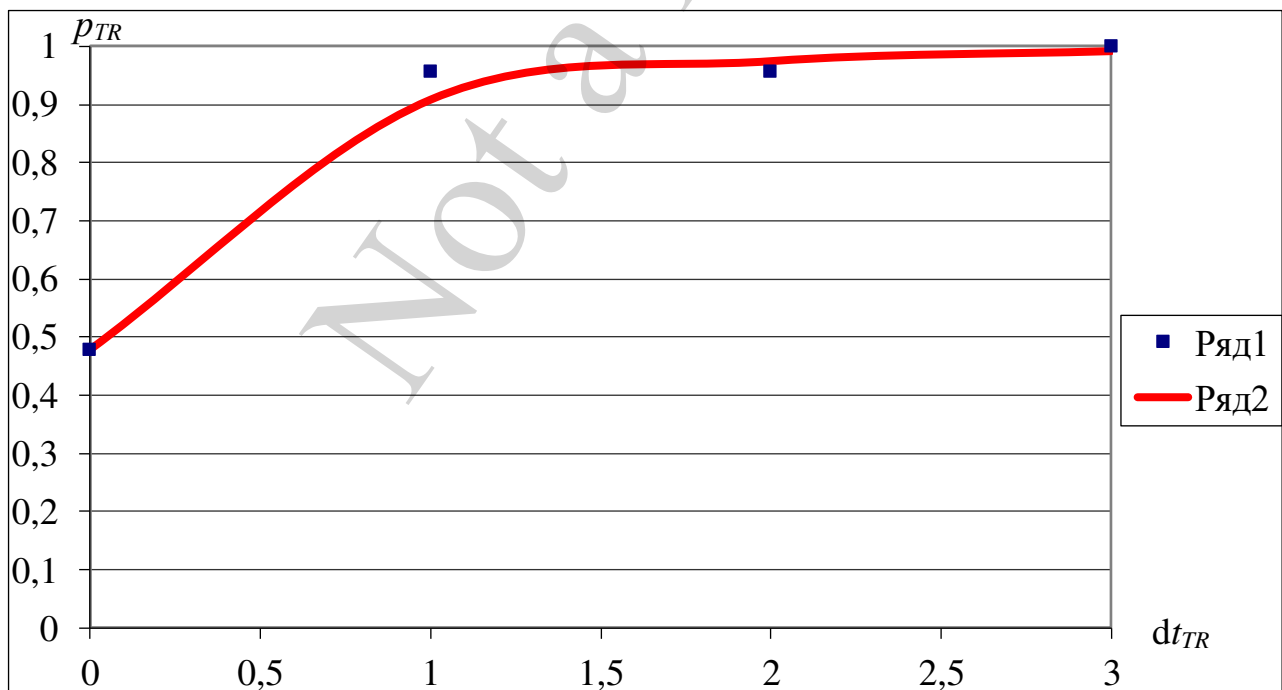


Рис. 2. Порівняння функціональної залежності ймовірності транзитного часу, що не перевищить запланований час t_{TR} $p_{TR}(t_{TR})=p_{TR}(t_{TR\min}+dt_{TR})$ (—) із наявними статистичними даними (■)

Два етапи оформлення швидкопсувного вантажу характеризуються слабо вираженою стохастичністю, і тому можуть бути описані дискретними (пороговими) функціями $p_{S1}=p_{S1}(t_{S1})$ и $p_{S2}=p_{S2}(t_{S2})$ наступного виду:

$$p_{S1}(t_{S1}) = \begin{cases} 0, & \text{при } t_{S1} < t_{S1}^{\min} \\ p_{S1}^0, & \text{при } t_{S1}^{\min} \leq t_{S1} \leq t_{S1}^{\max} \\ 1, & \text{при } t_{S1} > t_{S1}^{\max} \end{cases}, \quad (4)$$

$$p_{S2}(t_{S2}) = \begin{cases} 0, & \text{при } t_{S2} < t_{S2}^{\min} \\ p_{S2}^0, & \text{при } t_{S2}^{\min} \leq t_{S2} \leq t_{S2}^{\max} \\ 1, & \text{при } t_{S2} > t_{S2}^{\max} \end{cases}, \quad (5)$$

Виходячи із даних в табл. 2, коефіцієнти співвідношень (4) и (5) мають наступні значення: $t_{S1}^{\min} = 48$ ч, $t_{S1}^{\max} = 53$ ч, $p_{S1}^0 = 0,913$, $t_{S2}^{\min} = 24$ ч, $t_{S2}^{\max} = 48$ ч, $p_{S2}^0 = 0,826$.

Таким чином, при плануванні часу доставки швидкопсувних вантажів (харчових продуктів), можна скористатися принципами ймовірнісного аналізу. Даний аналіз дає можливість врахувати незаплановані відхилення від розрахункових термінів кожного із етапів. За результатами проведеного аналізу обираємо оптимальний набір, запланованих проміжків часу t_i ($t=T, TR, S1, S2$), що дозволяють отримати оптимальну ймовірність доставки «точно в термін» $p(t)$:

$$p(t) = p\left(\sum_i t_i\right) = \prod_i p_i(t_i), i = T, TR, S1, S2. \quad (6)$$

Як приклад, нижче розглянуто наступну систему запланованих термінів транспортування швидкопсувних вантажів (харчових продуктів), яким відповідає розрахункова величина ймовірності виконання даних термінів (табл. 3).

Запланований час було прорахована таким чином:

$$t = T + TR \cdot 24 + S1 + S2, \quad (7)$$

$$t = 13 + 5,5 \cdot 24 + 50 + 48 = 243 \text{ год.}$$

Розрахунок ймовірності виконання плану:

$$p = p_T \cdot p_{TR} \cdot p_{S1} \cdot p_{S2}, \quad (8)$$

$$p = 0,43632518 \cdot 0,953057 \cdot 0,913 \cdot 0,826 = 0,313603 \approx 0,314.$$

Таблиця 3

Система запланованих термінів транспортування швидкопсувних вантажів (харчових продуктів)

Етапи транспортування	Запланований час, год.	Ймовірність виконання плану
Оформлення на митниці	13	0,436
Транзит	132	0,953
Оформлення S1	50	0,913
Оформлення S2	48	0,826
Всього	$t=243$	$p=0,314$

Як видно, із табл. 3, ймовірність виконання такої системи термінів доставки характеризується невисокою сумарною ймовірністю виконання – 0,314. Це пов'язано із достатньо високими вимогами на етапі оформлення швидкопсувного вантажу на митниці, де ймовірність виконання складає 0,436. При цьому, оптимізація таких термінів може суттєво покращити ймовірнісні показники виконання доставки «точно в термін» при тій же величині сумарного часу доставки (243 год.). Наприклад, відповідно до таких вимог, ймовірність виконання складе – $p=0,999 \cdot 0,909 \cdot 0,913 \cdot 1,000=0,829$ (табл. 4).

Таблиця 4

Ймовірність виконання доставки «точно в термін»

Етап транспортування	Запланований час, ч	Ймовірність виконання плану
Оформлення на митниці	22	0,999
Транзит	120	0,909
Оформлення S1	51	0,913
Оформлення S2	50	1,000
Всього	$t=243$	$p=0,829$

В даних табл. 4 представлено ймовірність доставки «точно в термін» на підставі проведеного розрахунку. При цьому, запропоновано розподіл часу транспортування на кожному із етапів, відмінний від існуючого, відповідно до представлених статистичних даних маршруту. Загальний час доставки вантажу не змінюється. Таким чином, було проведено порівняння ймовірності проходження митного оформлення за певний час із наявними статистичними даними. Результати даного дослідження можуть використовуватись при плануванні міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів. За даними розрахунками в табл. 3, 4 можна зробити висновки, що за існуючих даних ймовірність доставки «точно в термін» становила 0,314, а за запропонованим варіантом – 0,829. Отже, таким чином, можна підвищити ймовірність доставки «точно в термін» на 63 %.

5. Рекомендації по організації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів, що сприяють зменшенню витрат

За результатами даних ймовірності виконання доставки «точно в термін» проведеного дослідження були визначені загальні рекомендації для підпри-

ємств автомобільного транспорту при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень. Серед таких рекомендацій є посилення вимог по часу транзиту вантажу. До таких вимог належать середня швидкість руху, вибір відповідного транспорту, планування маршруту з точки зору швидкісного режиму магістралей та ін. При цьому, рекомендовано відповідне збільшення часових допусків на митне оформлення.

6. Обговорення результатів визначення шляхів оптимізації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів

В роботі запропоновано шляхи оптимізації міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів. Розглянуто приклад одного із маршрутів, яким здійснюються міжнародні автомобільні перевезення. За даними проведеного аналізу виявлено недоліки при плануванні такого маршруту. Запропоновано альтернативні рішення, такі як більш оптимальне планування часу маршруту, а саме збільшення часових допусків при митному оформленні. При проведенні розрахунків було виявлено, що збільшення часових допусків при митному оформленні вантажу підвищує ефективність доставки «точно в термін».

За результатами проведеного дослідження були визначені загальні рекомендації для підприємств автомобільного транспорту при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень.

Дослідження проводилось за даними маршруту перевезень швидкопсувних вантажів (табл. 2). Актуальність та затребуваність підтверджена статистичними даними (табл. 1), в якій відображено показники експорту продукції тваринництва та рослинництва.

Аналіз даних маршруту та порівняння залежності ймовірностей проходження митного оформлення за час із наявними статистичними даними показав розкид необхідного для цього часу із різноманітним ступенем стохастичності. Виявлено, що час оформлення на кордоні має достатньо широкий розкид. При проведенні дослідження було використано розподіл Вейбулла. Показано на рис. 1 апроксимовані статистичні дані. Також, за допомогою розподілу Вейбулла визначено залежність ймовірності транзитного часу та визначено відповідні коефіцієнти Вейбулла (рис. 2).

Використано принципи ймовірнісного аналізу за допомогою якого враховано незаплановані відхилення від розрахункових термінів кожного із етапів. Таким чином, було сформовано оптимальний набір запланованих проміжків часу, які в свою чергу, забезпечують доставку «точно в термін». В табл. 3 надано інформацію, на підставі проведених розрахунків, про заплановані терміни транспортування та ймовірність їх виконання. А в табл. 4 запропоновано оптимізацію часу доставки та розрахунок ймовірності їх виконання.

До особливостей даного методу належать можливість визначення затримок у часі на кожному із етапів транспортування та прийняття відповідних управлінських рішень. За даним методом можна проводити аналіз й інших маршрутів та визначити, який саме етап транспортування має найнижчий показник ймовірності виконання. Після цього, знаходимо оптимальні проміжки часу транспортування для кожного із етапів. Визначивши етап із найменшою ймовірністю

виконання, слід звернути на це увагу та проаналізувати причини цього. Причини низької ймовірності виконання можуть бути досить різноманітні – від одnorазової поломки автомобіля до системної низької співпраці із постачальниками. Тому, в кожному разі, показники низької ймовірності виконання плану транспортування показують слабе місце у ланцюгу постачань швидкопсувних вантажів. Це дозволяє виявити більш глобальні проблеми, що спричиняють виникнення такої ситуації.

Наприклад, в роботі [5] запропоновано управління системами транспортного обслуговування, але не розглянуто часові характеристики при управлінні ланцюгами постачань швидкопсувних продуктів харчування. У роботі [7] пропонуються шляхи підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень шляхом зниження вартості транспортних послуг. Але не розглядається можливість такої оптимізації шляхом оптимального розподілу часу на етапах транспортування, що в свою чергу теж сприяє зменшенню вартості перевезень.

Схожа є робота [9], модель якої включає такий фактор як прийнятний час транспортування. А робота [10] розглядає температурно-часові умови на кожному етапі ланцюга постачань, тобто у дослідженні пропонується вибір оптимального часу із температурними умовами. В роботі розглядаємо час транспортування, не прив'язаний до температурних умов транспортування вантажу. Тому дані дослідження є різними.

Обмеженнями даного дослідження є те, що воно здійснювалось на прикладі маршруту для перевезень швидкопсувних вантажів. В подальшому дослідження може бути проведене і на інших видах вантажів.

Недоліком роботи є, те, що не висвітлено таке питання – чи збільшаться витрати при посиленні вимог по транзиті. Слід було б у рекомендаціях зазначити шляхи посилення вимог по транзиті та провести відповідний аналіз за статистичними даними цього ж підприємства.

Також, не розглянуто саму процедуру митного оформлення вантажу. Не враховано, які саме фактори впливають на час оформлення вантажу. Доцільно було б розглянути й фактори, що впливають на затримку вантажу при митному оформленні та надати рекомендації по їх усуненню. В той же час, не можна не погодитись із наданими розрахунками, які показують доцільність збільшення допуску часу на митне оформлення. Стосовно факторів, які впливають на час при перетині кордону швидкопсувним вантажем, то це може бути предметом подальшого дослідження. Також усунення таких факторів дасть можливість скоротити час митного оформлення та пришвидшить процес перевезення взагалом. Але збільшення часу допуску на митне оформлення вантажів та виявлення факторів, які на це впливають є двома різними дослідженнями, які сприяють підвищенню ефективності міжнародних автомобільних перевезень. Тому, є підстави вважати, що рекомендації, щодо збільшення часових допусків при перетині кордону, є доцільними.

7. Висновки

1. В роботі проаналізовано дані маршруту по перевезенню швидкопсувних вантажів автомобільним транспортом. Визначено розкид необхідного часу для

кожного із етапів. Найбільш широкий розкид часу займає процедура митного оформлення вантажу від 12 год до 25 год, а ймовірність митного оформлення складає лише 0,435. Відповідно, це впливає на зниження показників доставки «точно в термін». Здійснено порівняння функціональної залежності ймовірності транзитного часу, що не перевищує запланований, на даних зазначеного маршруту. Запропоновано розрахунок доставки «точно в термін», із розподілом часу транспортування на кожному із етапів, відмінний від існуючого. Загальний час доставки вантажу не змінюється, а ймовірність виконання плану, при цьому, складає 0,829.

2. Для вирішення питання планування доставки швидкопсувних вантажів із врахуванням нерегулярних факторів, що впливають на час транспортування враховано незаплановані відхилення від розрахункових термінів кожного із етапів. Запропоновано оптимальний набір запланованих проміжків часу, що дозволяють отримати оптимальну ймовірність доставки «точно в термін». А саме, збільшити запланований час на оформлення на митниці від 13 год. до 22 год. за рахунок скорочення часу транзиту.

3. Рекомендовано при плануванні міжнародних автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів збільшувати часові допуски на митне оформлення. Також доцільним є підсилення вимог по часу транзиту вантажу. До таких вимог належать середня швидкість руху, вибір відповідного транспорту, планування маршруту з точки зору швидкісного режиму магістралей та ін.

Література

1. Naumenko, S., Nabatchikova, T., Gusev, G., Polivoda, F. (2021). Impact of External Conditions on Selecting Special Transport Vehicle for Perishable Cargo Transportation. *Transportation Research Procedia*, 54, 445–454. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.094>
2. Hoffman, A. J., Grater, S., Schaap, A., Maree, J., Bhero, E. (2016). A simulation approach to reconciling customs and trade risk associated with cross-border freight movements. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27 (3). doi: <https://doi.org/10.7166/27-3-1659>
3. Filina-Dawidowicz, L., Wiktorowska-Jasik, A. (2021). Contemporary problems and challenges of sustainable distribution of perishable cargoes: Case study of Polish cold port stores. *Environment, Development and Sustainability*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01600-z>
4. Fan, Y., Behdani, B., Bloemhof-Ruwaard, J. M. (2020). Reefer logistics and cool chain transport. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 20 (2). doi: <https://doi.org/10.18757/ejtir.2020.20.2.3887>
5. Vorkut, T., Volynets, L., Bilonog, O., Sopotsko, O., Levchenko, I. (2019). The model to optimize deliveries of perishable food products in supply chains. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (101)), 43–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177903>
6. Yuzhong, M., Guangming, Y. (2012). A Study of Outsourcing and Self-Run Business Decision- Making in the Distribution Transportation of International

Logistics. Energy Procedia, 16, 965–970. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.01.154>

7. Bondariev, S. I. (2020). Optimization methods of operating costs on road transport in international transportation. Machinery and Energetics, 11 (3), 129–133. doi: <https://doi.org/10.31548/machenergy2020.03.129>

8. Wang, Y., Yeo, G.-T. (2017). Intermodal route selection for cargo transportation from Korea to Central Asia by adopting Fuzzy Delphi and Fuzzy ELECTRE I methods. Maritime Policy & Management, 45 (1), 3–18. doi: <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1319581>

9. Leleń, P., Wasiak, M. (2019). The model of selecting multimodal technologies for the transport of perishable products. Archives of Transport, 50 (2), 17–33. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.5573>

10. Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., Uysal, I. (2017). Time-Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16 (4), 647–667. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>

11. Зовнішня торгівля України товарами у I півріччі 2021 року (2021). Експрес-випуск. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2021/08/95.pdf>

12. Alon, N., Spencer, J. H. (2000). The Probabilistic Method. John Wiley & Sons. doi: <https://doi.org/10.1002/0471722154>

13. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning. Springer, 745. doi: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>

14. Weibull, W. (1951). A Statistical Distribution Function of Wide Applicability. Journal of Applied Mechanics, 18 (3), 293–297. doi: <https://doi.org/10.1115/1.4010337>