

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Маслова Тетяна Вячеславівна

УДК 656.135.4

ДИСЕРТАЦІЯ

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ЗА РАЗОВИМИ ЗАМОВЛЕННЯМИ

05.22.01 – Транспортні системи

27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Т.В. Маслова

Науковий керівник Горбачов Петро Федорович, д.т.н., професор

Харків – 2020

АНОТАЦІЯ

Маслова Т.В. Ефективність перевезень вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні за разовими замовленнями. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, МОН України; Харківський національний автомобільно-дорожній університет, МОН України, Харків, 2020.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-прикладної задачі, яка полягає у визначенні прибутковості напрямів та маршрутів разових міжнародних перевезень вантажів.

Для цього проведено аналіз поточної ситуації на ринку міжнародних автомобільних перевезень вантажів з та до України, в результаті якого встановлено, що українські перевізники працюють в умовах високої конкуренції, котрі додатково ускладнюються тим, що повернення транспортного засобу після виконання перевезення до будь-якої з країн СНД або Європи у переважній більшості випадків можливе тільки на Україну. Це істотно звужує можливості отримання зворотного завантаження і для того, щоб уникнути простоїв, українські АТП часто подають свої транспортні засоби з пункту призначення до інших місць отримання зворотних завантажень. Це викликало необхідність аналізу існуючих методів поділу територій на транспортні зони, в результаті якого було встановлено, що більшість з існуючих методів зонування територій призначені для використання під час дослідження процесів функціонування міських транспортних систем та непридатні для застосування в сфері міжнародних перевезень. Тому виникла потреба розробки нової методики зонування, яка б враховувала особливості ринку разових міжнародних перевезень, цілі перевізного процесу та випадковий характер його складових, в т.ч. умов отримання зворотного завантаження в пункті призначення.

Дана методика була розроблена на основі закономірностей у дальності подачі автомобіля під зворотне завантаження, які виявилось можливим описати показниковим розподілом. Дані закономірності дозволяють визначити ймовірності перетину межі потенційно нової зони і суміжних з нею транспортних зон. Для прийняття рішення про призначення нової зони необхідно задатися критичним значенням даної ймовірності, при перевищенні якого нову транспортну зону призначати недоцільно. У випадку доцільності призначення нової зони її межі повинні проходити по серединному перпендикуляру до прямого відрізка, що з'єднує її центр із центрами суміжних транспортних зон.

За результатами застосування методики були виділені транспортні зони на території СНД та ЄС, які є досить ізольованими і вельми однорідними з транспортної точки зору об'єктами, що дозволяє використовувати їх для оцінки економічної ефективності напрямків перевезень вантажів.

При здійсненні перевезень вантажу за разовими заявками велике значення має вибір раціонального маршруту, який повинен робитися з урахуванням напрямку виконання міжнародного перевезення та величини прибутку. Відомі на сьогоднішній день методи побудови маршрутів в своїй більшості не можуть бути безпосередньо застосовані з метою організації міжнародних перевезень, не враховують випадкового характеру елементів транспортного процесу та не дають прямої оцінки тому чи іншому маршруту перевезення з точки зору основної мети діяльності АТП. Через це виникло питання формалізації критерію ефективності, який би враховував закономірності у випадкових складових перевізного процесу в міжнародному сполученні та надавав би оцінку його прибутковості для АТП.

В результаті ефективність перевізного процесу при разовому перевезенні в міжнародному сполученні було вирішено оцінювати питомим прибутком за одиницю витраченого на оборотний рейс часу. При отриманні аналітичного виразу для даного критерію було встановлено, що випадковими величинами, які пов'язані з предметом договору на перевезення вантажу та являють собою первинну інформацію для вивчення характеристик питомого прибутку за оборотний рейс, є тривалість очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, відстань та тариф на перевезення в зворотному напрямку, часові елементи доставки вантажу, безпосередньо не пов'язані з його рухом, а саме тривалість митного оформлення

вантаж у країні відправлення, тривалість митного оформлення вантажу в країні прибуття, тривалість навантаження та розвантаження автомобіля (з урахуванням очікування), витрати часу на проходження пунктів пропуску через державний кордон.

В ході експериментальних досліджень було встановлено, що для всіх транспортних зон час очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, час простою на митних пунктах пропуску, час простою на пунктах пропуску через державний кордон можуть бути описані показниковим розподілом, а тариф на перевезення вантажу в зворотному напрямку та сумарний час простоїв, безпосередньо не пов'язаних з рухом автомобіля, – гама-розподілом.

З огляду на встановлені закономірності у значеннях перелічених випадкових складових процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні були отримані аналітичні вирази для функції та щільності розподілу питомого прибутку перевізника за оборотний рейс. Їх дослідження представляє практичний інтерес, адже дані вирази є вичерпною характеристикою питомого прибутку як випадкової величини, котра здатна забезпечити перевізників оцінкою прибутковості того чи іншого напрямку або маршруту перевезення вантажу та потенційних ризиків, пов'язаних з виконанням перевезення.

Отримані функція та щільність розподілу виявились такими, що не збігаються із жодним аналітичним виразом для відомих законів розподілу, через що було проведене експериментальне дослідження зазначеної щільності за допомогою плану повного факторного експерименту по напрямках виконання перевезень. Для цього потрібно було виділити фактори, які відомі перевізнику до початку перевезення, є визначальними при прийнятті рішення про їх виконання та суттєво впливають на величину питомого прибутку. В результаті незалежними факторними ознаками для формування плану повного факторного експерименту були обрані відстань та тариф на перевезення у прямому напрямку. З метою отримання максимально повної інформації про вплив даних факторів на прибутковість перевезень за оборотний рейс вони варіювались на трьох рівнях – мінімальному, модальному та максимальному. Результуючою ознакою при цьому вважалась крива щільності розподілу питомого прибутку.

За результатами проведення експерименту для кожного із напрямів було отримано криві щільності розподілу питомого прибутку АТП за оборотний рейс. Окрім цього, можливою стала ймовірнісна оцінка ризиків при виконанні перевезень в розглянутих умовах. Вона була отримана як ймовірність понести збитки від виконання перевезення. За результатами розрахунків цієї ймовірності було встановлено, що менш ризикованими в контексті ймовірності понести збитки є перевезення до країн ЄС, серед яких найбільш привабливою для виконання перевезень виявилась Німеччина. В той же час на території СНД найменш ризикованими для здійснення доставки виявились транспортні зони з центрами у містах Челябінськ і Омськ.

Використовуючи отримані закономірності у величині питомого прибутку та досвід роботи з разовими замовленнями, була сформована модель визначення відповідальною особою АТП доцільності виконання міжнародного перевезення вантажу за разовою заявкою, застосування якої потребує від АТП постійного ведення статистики часових та вартісних складових перевезення. Розроблена модель враховує випадковість перевізного процесу і специфіку роботи з разовими заявками та здатна забезпечити національних перевізників ймовірнісною оцінкою прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу.

За результатами проведених досліджень були сформовані практичні рекомендації щодо використання щільності ймовірності питомого прибутку в діяльності перевізників, які спрямовані зорієнтувати перевізників на ведення статистики доходів, витрат та часових складових транспортного процесу і дозволяють визначити доцільність здійснення доставки чи встановити пріоритет обслуговування заявок.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *вперше*:

- встановлені закономірності розподілу питомого прибутку автотранспортних підприємств за оборотний рейс при виконанні разових міжнародних перевезень вантажів, що, на відміну від відомих підходів, надає можливості оцінювати прибутковість маршрутів з урахуванням напрямів їх прямування за межі держави;

- встановлені закономірності у відстані подачі автомобілів під зворотне завантаження з урахуванням напрямку подачі відносно пункту призначення, що, на

відміну від відомих підходів, в залежності від дальності прямого рейсу дозволяє прогнозувати дальність зворотного рейсу до України.

Удосконалено підхід до транспортного районування територій, який, на відміну від відомих підходів, дозволяє виділити різні напрями перевезень у міжнародному сполученні в межах однієї держави призначення вантажу за рахунок формалізації питання призначення меж між потенційними транспортними зонами.

Отримало подальший розвиток застосування питомого прибутку автотранспортних підприємств за оборотний рейс за рахунок його використання як критерію ефективності виконання разових міжнародних перевезень вантажів.

Практичне значення результатів дослідження полягає у розробці методики зонування територій держав та їх союзів, яка може бути використана при економічній оцінці ефективності виконання перевезень до певної держави. Розроблена модель, яка при відомому пункті призначення та тарифі на перевезення в прямому напрямку дозволяє АТП, що функціонує на ринку разових міжнародних перевезень вантажів, приймати рішення щодо доцільності здійснення перевезення. Отримані аналітичні вирази для закону розподілу величини питомого прибутку дозволяють надати ймовірнісну оцінку прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу.

Ключові слова: прибуток, напрямок перевезення, зворотне завантаження, разова заявка, міжнародне перевезення вантажу, модель визначення доцільності.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Зонирование территории Российской Федерации при организации перевозок грузов из Украины. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/3 (62) 2013. С. 38–43.

2. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Исследование продолжительности простоя автомобилей на пограничных переходах при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2013. № 33. С. 87–91.

3. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Оценка параметров распределения продолжительности простоя автомобилей на таможенных пунктах пропуска при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2014. №

34. С. 65–69.

4. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Подход к построению модели функционирования транспортного процесса при международных перевозках. *Автомобильный транспорт*. 2015. № 37. С. 39–48.

5. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Визначення закону розподілу критерію ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 144 (2018). С. 15–23.

6. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Експериментальне дослідження прибутковості міжнародних автомобільних перевезень вантажів за разовими заявками. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. № 4 (50). С. 50–56.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свічинський С.В. Підхід до виділення напрямів міжнародних разових перевезень вантажів. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: зб. наук. праць за матеріалами Х міжнародної наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 93–95.

8. Немна Т.В., Свічинський С.В. Дослідження часу простою автомобілів на митних пунктах пропуску при виконанні міжнародних перевезень вантажів. *Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні*: тези доповідей III всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Львів, 22-23 лютого 2018 р.). Львів, 2018. С. 156–158.

9. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свичинский С.В. Критерий оценки эффективности выполнения международных перевозок грузов по разовым заявкам. *Технології та інфраструктура транспорту*: тези доповідей міжнародної наук.-техн. конф. (м. Харків, 14-16 травня 2018 р.). Харків, 2018. С. 186–188.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

10. Немна Т.В. Энергоемкость международных перевозок грузов по разовым заявкам и её влияние на эффективность работы предприятия. *Автомобілі та автомобільне господарство*: тези всеукраїнської наук.-практ. on-line конф. аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченій Дню науки (м. Житомир, 16-17 травня 2018 р.). Житомир, 2018. С. 57.

ABSTRACT

Maslova T.V. The Efficiency of International Road Freight Transportation on One-Time Requests. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for obtaining the degree of candidate of technical sciences (doctor of philosophy) in the speciality 05.22.01 «Transport Systems» (275 – Transport Technologies (on Road Transport)). – Kharkiv National Automobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine; Kharkiv National Automobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2020.

The dissertation is devoted to the solution of the theoretical and practical problem of determining the profitability of directions and routes of international transportation on one-time requests.

In order to solve the problem, analysis of the existing environment on the market of international road freight transportation towards and outwards Ukraine is conducted. As a result, it is determined that Ukrainian carriers work under high competition which is additionally complicated by the fact that in most cases after the transportation to any country of CIS or EU the return of the vehicle is possible only to Ukraine. It significantly narrows the possibilities of getting reverse shipping. So, to avoid downtimes Ukrainian motor transport enterprises often place own vehicles from destination point to other points where the freight for reverse shipping is available. It caused the need to analyse existing methods to divide regions into transportation analysis zones and it was determined that most of the methods are useful only for the research of the city transportation systems. They are not applicable in the field of international transportation. Therefore the need to develop new zoning method has appeared. Such a method should take into account peculiarities of the market of international transportation on one-time requests, the goals of transportation and probabilistic nature of its components including the conditions of getting the reverse shipping in the destination point.

The method was developed based on regularities in the distances of placing the vehicle for reverse shipping that appeared to be exponentially distributed. This regularity

allowed defining the probability of crossing the border of the potentially new transportation analysis zone with the neighbourhood zones that are already set. To make decision to set a new zone it is necessary to specify critical probability value exceeding of which means that setting a new zone is inexpedient. Otherwise, the borders of the new zone should be midperpendiculars to the linear segments that connect zone centroid with the centroids of the neighbourhood zones.

By the results of the application of the method, the zones in CIS and EU were set. They are quite isolated and homogenous areas from the transportation point of view and it allows to use them during estimation of economic efficiency of the freight transportation directions.

When carrying out transportation on one-time requests the choice of the rational route is of big significance and should be made taking into account the direction of international transportation and the level of profit. Known methods of route design, for the most part, cannot be directly used in the organization of international transportation. They do not consider the randomness of transportation process elements and do not provide the direct assessment of one or another route in respect to the main goal of motor transport enterprise operation. It led to the necessity of formalizing the efficiency criterion that considers the regularities in random elements of international transportation process and provides the assessment of its profitability for the enterprise.

As a result, it was decided to estimate the efficiency of the transportation process by the profit per unit of turnaround time. When obtaining the analytical expression for the criterion it was determined that the random variables, which are related to the subject of transportation contract and constitute initial information for the study of parameters of profit per unit of turnaround time, are the time of waiting for a relevant request for reverse shipping, the distance of placing the vehicle for reverse shipping, the distance of reverse shipping and proper fare, the time elements of the delivery process that are not directly connected with freight moving, namely duration of freight customs processing in the country of origin, duration of freight customs processing in the country of destination, duration of vehicular loading and offloading (including waiting), time expenditure for passing the border inspection posts.

During experimental research, it was determined that for all transportation analysis zones time of waiting for a relevant request for reverse shipping, the distance of placing the vehicle for reverse shipping, downtime at customs offices, downtime at border inspection posts can be described by exponential distribution and the fare for reverse shipping and total downtime that is not directly connected with freight moving – by the gamma distribution.

Considering these regularities in the values of random elements of international transportation process the analytical expressions for the cumulative distribution function and probability density function of the profit of motor transport enterprise per unit of turnaround time were obtained. Research of these functions is of practical interest because they are the comprehensive characteristic of the profit as a random variable and provide carriers with the assessment of transportation route or direction profitability and potential risks linked to transportation.

The received cumulative distribution and probability density function do not coincide with any analytical expression of the known distribution laws. Therefore, the experimental research of the density function was conducted using the complete factorial experiment design for all transportation directions. To perform it the factors that the carrier knows before the beginning of the transportation and which are determinative for making a decision on transportation and influence the profit-per-unit greatly were distinguished. As a result, the fare and distance of direct shipping were chosen as the independent factors for complete factorial experiment design. In order to get complete information about the influence of these factors on the profit per unit of turnaround time, they were varied on three levels – minimum, mode and maximum. The density function curve was considered as a resultant characteristic.

The complete factorial experiment resulted in obtaining the profit-per-unit density function curves for each transportation direction. Besides that, the assessment of the risks linked to transportation under experiment conditions became possible. The assessment was received as the probability to incur losses from transportation. According to results of the probability calculation, it was determined that the less risky transportation within the context of probability to incur losses is the transportation to EU countries, among

which Germany appeared to be most attractive. At the same time in CIS, the less risky is the transportation to transport analysis zones with the centroids in the cities of Cheliabinsk and Omsk.

Using the received regularities in profit-per-unit variable and experience of the work with one-time requests the model to define expediency of organization of transportation on one-time requests was developed. The use of the model at the enterprise requires continuous collecting statistics of time and cost elements of transportation. The developed model takes into account the transportation process randomness, specifics of the work with one-time requests and provides national carriers with the probabilistic estimate of the profitability of different transportation routes and directions and risks linked to turnaround.

Conducted research resulted in the formulation of recommendations concerning the use of profit-per-unit probability density function in carriers' activity. The recommendations are aimed at the orientation of carriers on collecting statistics of income, expenses and time elements of transportation process and allow to define the expediency of starting the delivery or establish the priority of handling the requests.

The scientific novelty of the obtained results is as follows:

- for the first time the distribution of the profit of motor transport enterprise per unit of turnaround time when carrying out international transportation on one-time requests, which, in contrast to known approaches, provides an opportunities to assess the profitability of routes taking into account their directions outside the country is established;

- for the first time the distribution of the distance of placing the vehicles for reverse shipping that takes into account the direction of placing relative to the freight destination, which, in contrast to known approaches, allows predicting the distance of reverse shipping to Ukraine depending on the distance of the forward transportation.

The approach to transport zoning of territories is improved, and in contrast to the known approaches, it allows designating the directions of international transportation within the same destination country due to formalization of assigning the borders of potential transportation analysis zones.

The application of the profit of motor transport enterprise per unit of turnaround time was further developed due to its use as the criterion of the efficiency of international freight transportation on one-time requests.

The practical significance of the research results consists in developing the methodology for zoning the territories of the countries and their unions, which can be used during the economic evaluation of the effectiveness of transportation to a particular country. A model that at a known destination and fare for direct shipping allows ATP operating in the market of one-time international freight transportation to make decisions on the feasibility of transportation was developed. The obtained analytical expressions for the profit-per-unit distribution law allow probabilistic estimating of the profitability of different directions and routes of transportation, as well as the risks linked to turnaround.

Keywords: profit, transportation direction, reverse shipping, one-time request, international freight transportation, expediency defining model.

List of candidate's publications

Scientific papers in which the main scientific results of the thesis are published:

1. Horbachov P.F., Nemna T.V. Zoning of the Russian Federation when organizing freight transportation outwards Ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2013. № 2/3 (62) 2013. P. 38–43.
2. Horbachov P.F., Nemna T.V. Research of downtime of freight vehicle at border crossings during transportations of cargoes between Ukraine and Russia. *Automobile Transport*. 2013. № 33. P. 87–91.
3. Horbachov P.F., Nemna T.V. Research of freight vehicles downtime at customs checkpoints at cargo transportation between Ukraine and Russia. *Automobile Transport*. 2014. № 34. P. 65–69.
4. Horbachov P.F., Nemna T.V. Approach to building a model of the functioning transport process in international traffic. *Automobile Transport*. 2015. № 37. P. 39–48.
5. Horbachov P.F., Maharichev O.V., Nemna T.V., Svichynskyi S.V. Determination of the distribution law of the criteria of efficiency of international cargo transportation. *Municipal Economy of Cities*. 2018. № 144 (2018). P. 15–23.
6. Horbachov P.F., Maharichev O.V., Nemna T.V., Svichynskyi S.V. Experimental

research of the profitability of international automobile freight transportation on one-time requests. *Control, navigation and communication systems*. 2018. № 4 (50). P. 50–56.

Scientific works certifying the testing of the dissertation materials:

7. Horbachov P.F., Nemna T.V., Svichynskyi S.V. Approach to distinguish the directions of one-time international freight transportation. *Modern technologies and perspectives of automobile transport development: collection of scientific works by the materials of X Int. sc. and pract. conf.* (Vinnytsia, October 23-25, 2017). Vinnytsia, 2017. P. 93–95.

8. Nemna T.V., Svichynskyi S.V. Research of automobile standing time at customs checkpoints when making international cargo transportation. *Bus construction and passenger transportation in Ukraine: abstracts of the III All-Ukrainian sc. and pract. conf.* (Lviv, February 22-23, 2018). Lviv, 2018. P. 156–158.

9. Horbachov P.F., Nemna T.V., Svichynskyi S.V. The criterion of efficiency of international cargo transportation by one-time requests. *Transport technologies and infrastructure: abstracts of the Int. sc. and techn. conf.* (Kharkiv, May 14-16, 2018). Kharkiv, 2018. P. 186–188.

Scientific works, which additionally reflect the scientific results of the dissertation:

10. Nemna T.V. Energy consumption of international freight transportation on one-time requests and its influence on enterprise efficiency. *Automobiles and vehicle fleet: abstracts of the III All-Ukrainian sc. and pract. on-line conf. of postgraduates, young scientists and students devoted to Science Day* (Zhytomyr, May 16-17, 2018). Zhytomyr, 2018. P. 57.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	16
Вступ	17
Розділ 1 Сучасні проблеми організації міжнародних перевезень вантажів автомобільним транспортом.....	22
1.1 Поточний стан ринку міжнародних автомобільних перевезень вантажів	22
1.2 Аналіз підходів до організації вантажних автомобільних перевезень у міжнародному сполученні	26
1.2.1 Вибір маршрутів перевезень вантажів і організація роботи автомобілів.....	27
1.2.2 Критерії оцінки ефективності вантажних перевезень	37
1.3 Сучасні підходи до виділення напрямів перевезень вантажів.....	41
1.4 Мета і постановка задач дослідження	44
Висновки по першому розділу	45
Розділ 2 Теоретичні основи прийняття рішень про виконання разових міжнародних перевезень вантажів.....	47
2.1 Формалізація критерію оцінки ефективності виконання разового міжнародного перевезення вантажу	47
2.2 Розробка теоретичних основ виділення напрямів перевезень у міжнародному сполученні	51
2.3 Моделювання випадкових елементів транспортного процесу при виконанні міжнародних перевезень	57
2.3.1 Моделювання доходної частини виконання оборотного рейсу	58
2.3.2 Визначення змінних витрат протягом оборотного рейсу	62
2.3.3 Моделювання відстані подачі автомобіля під зворотне навантаження.....	64
2.3.4 Визначення постійних витрат протягом оборотного рейсу	73
2.4 Формування аналітичного виразу для визначення питомого прибутку підприємства за оборотний рейс	78
Висновки по другому розділу	81

Розділ 3 Експериментальне дослідження складових процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні.....	83
3.1 Вибір об'єктів для експериментальних досліджень та виділення напрямів перевезень.....	83
3.2 Дослідження характеристик випадкових складових процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні.....	91
3.3 Формування функції та щільності розподілу питомого прибутку за оборотний рейс.....	115
Висновки по третьому розділу.....	119
Розділ 4 Розробка моделі визначення доцільності виконання разових міжнародних автомобільних перевезень вантажів.....	121
4.1 Дослідження закономірностей розподілу питомого прибутку від разових перевезень вантажів.....	121
4.2 Формування моделі визначення доцільності виконання разових міжнародних перевезень та розробка практичних рекомендацій щодо її використання.....	129
Висновки по четвертому розділу.....	131
Висновки.....	133
Список використаних джерел.....	135
Додаток А Рішення задачі взяття похідної за аргументом, що входить до інтегралу.....	145
Додаток Б Плани експериментального дослідження щільності розподілу питомого прибутку за оборотний рейс.....	150
Додаток В Криві розподілу питомого прибутку автотранспортного підприємства за оборотний рейс.....	154
Додаток Г Акти впровадження результатів дослідження.....	169
Додаток Д Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.....	174

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТП	–	автотранспортне підприємство
ВДМ	–	вулично-дорожня мережа
ЄАЕС	–	Євразійський економічний союз
ЄС	–	Європейський Союз
ЄУТР	–	Європейська угода щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення
ЗТА	–	зона транспортного аналізу
МС	–	Митний Союз
СНД	–	Співдружність Незалежних Держав
ТЗ	–	таблиця зв'язків
ТР	–	транспортний район

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. На сьогоднішній день в Україні автомобільний транспорт залишається серед лідерів за часткою перевезень вантажів як у внутрішньому, так і в міжнародному сполученні. З організаційної точки зору внутрішні перевезення не викликають суттєвих складнощів у національних перевізників, чого не можна сказати про міжнародні, які мають свої особливості в залежності від напрямку їх виконання.

В теперішній час зростання обсягів міжнародних вантажних перевезень до країн заходу, як і раніше, стримується багатьма факторами, зокрема суттєвою конкуренцією на європейському ринку та високими технічними і екологічними вимогами до транспортних засобів. Стосовно ж перевезень в східному напрямку, то виконувати їх суттєво простіше, адже тут висуваються мінімальні вимоги до рухомого складу та транспортної документації і відсутні суттєві обмеження на використання транспортних магістралей. В той же час, соціально-економічні перетворення останніх років мали відчутний негативний вплив на економічне співробітництво з країнами Митного союзу, що торкнулось і транспортної галузі.

В сукупності ситуація, що склалася, змушує автотранспортні підприємства (АТП) шукати шляхи та способи залучення нових клієнтів, адже з початком кризи кількість замовників транспортних послуг скоротилась, а витрати підприємств зросли. В особливому ступені це стосується АТП, що не мають довгострокових контрактів та займаються виконанням перевезень вантажів за разовими заявками. В такому випадку завжди виникає питання про визначення найбільш перспективних напрямків перевезень, адже при доставці вантажу в один бік прийняття рішення про її доцільність залежить від багатьох випадкових факторів. Найбільш важко прогнозованими з них є умови отримання зворотного завантаження в пункті призначення. Це робить актуальним питання розробки математичної моделі, яка б дозволяла планувати прибуток від разового міжнародного перевезення з урахуванням ймовірнісних елементів транспортного процесу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Задача підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень вантажів відповідає Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України (КМУ) від 30 травня 2018 р. № 430-р, Стратегічному плану розвитку автомобільного транспорту та дорожнього господарства на період до 2020 року і Переліку стратегічних цілей та завдань розвитку автомобільного транспорту та дорожнього господарства на період до 2020 року, затверджених наказом Міністерства інфраструктури України від 21.12.2015 р. № 548, Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року, затвердженої наказом Міністерства транспорту і зв'язку України від 08.01.2008 р. № 7, Рішенню про Основні напрями розвитку ринку міжнародних автотранспортних послуг від 14.11.2008 р., підписаному Урядом України.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є визначення закономірностей зміни ефективності разових міжнародних перевезень вантажу, що виконуються автотранспортними підприємствами. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз відомих підходів до організації міжнародних автомобільних перевезень вантажів та стану відповідного ринку перевізних послуг;
- виділити випадкові параметри транспортного процесу при виконанні разових міжнародних перевезень;
- формалізувати модель прийняття рішень про виконання разового міжнародного перевезення вантажу;
- розробити метод обґрунтованого виділення напрямів перевезень у різні регіони при здійсненні міжнародної перевізної діяльності;
- провести експериментальні дослідження характеристик випадкових складових перевізного процесу та прибутковості маршрутів разових міжнародних перевезень вантажів;
- розробити практичні рекомендації щодо оцінки доцільності виконання міжнародного перевезення вантажу за разовим замовленням;

Об'єкт дослідження – процес виконання міжнародного перевезення вантажу автомобільним транспортом за разовим замовленням.

Предмет дослідження – ефективність перевезень вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні.

Методи дослідження. При розробці методики зонування територій здійснення перевізної діяльності у міжнародному сполученні були застосовані гіпотетичний метод та формалізація. З метою виявлення часових та вартісних параметрів транспортного процесу з виконання разового міжнародного перевезення вантажу були застосовані декомпозиція, формалізація та агрегування. Значення даних параметрів були отримані за допомогою спостережень і вимірювань, а закономірності у них – з використанням методів теорії ймовірностей та математичної статистики. При дослідженні величини питомого прибутку автотранспортного підприємства від виконання оборотного рейсу був застосований системний підхід, експериментальний метод та методи теорії ймовірностей. Порядок дій щодо прийняття рішення про виконання міжнародного перевезення вантажу був отриманий із застосуванням моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *вперше*:

- встановлені закономірності розподілу питомого прибутку автотранспортних підприємств за оборотний рейс при виконанні разових міжнародних перевезень вантажів, що, на відміну від відомих підходів, надає можливість оцінювати прибутковість маршрутів з урахуванням напрямів їх прямування за межі держави;

- встановлені закономірності у відстані подачі автомобілів під зворотне завантаження з урахуванням напрямку подачі відносно пункту призначення, що, на відміну від відомих підходів, в залежності від дальності прямого рейсу дозволяє прогнозувати дальність зворотного рейсу до України.

Удосконалено підхід до транспортного районування територій, який, на відміну від відомих підходів, дозволяє виділити різні напрями перевезень у міжнародному сполученні в межах однієї держави призначення вантажу за рахунок формалізації питання призначення меж між потенційними транспортними зонами.

Отримало подальший розвиток застосування питомого прибутку автотранспортних підприємств за оборотний рейс за рахунок його використання як критерію ефективності виконання разових міжнародних перевезень вантажів.

Практичне значення результатів дослідження полягає у розробці методики зонування територій держав та їх союзів, яка може бути використана при економічній оцінці ефективності виконання перевезень до певної держави. Розроблена модель, яка при відомому пункті призначення та тарифі на перевезення в прямому напрямку дозволяє АТП, що функціонує на ринку разових міжнародних перевезень вантажів, приймати рішення щодо доцільності здійснення перевезення. Отримані аналітичні вирази для закону розподілу величини питомого прибутку дозволяють надати ймовірнісну оцінку прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу.

Особистий внесок здобувача. Усі положення та результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримані автором самостійно і наведені в роботах [1-10]. У наукових роботах, які опубліковані у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в наступному: досліджено стан ринку міжнародних автомобільних вантажних перевезень [3, 4]; проаналізовані сучасні методи та моделі транспортного районування, розроблено методику зонування територій держав та регіонів виконання разових міжнародних перевезень вантажів [1, 7]; встановлено випадкові часові складові доставки вантажу при виконанні разового перевезення [2-4, 8]; отримані закони розподілу, придатні для опису часу простою автомобілів на пунктах пропуску через державний кордон [2] та на митних пунктах пропуску [3, 8], часу очікування заявки та тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку [5]; визначено дохідні, видаткові та часові складові разового міжнародного перевезення, формалізовано критерій його ефективності [4, 9, 10]; встановлений закон розподілу величини питомого прибутку АТП за оборотний рейс [5]; розроблені практичні рекомендації щодо прийняття рішень про виконання разових міжнародних перевезень та отримана ймовірнісна оцінка ризиків при здійсненні доставки [6].

Апробація матеріалів дисертації. Матеріали та результати дисертаційної

роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на:

- 72-й міжнародній науковій конференції молодих вчених та студентів ХНАДУ (м. Харків, 2010 р.);
- 81-й науково-технічній та науково-методичній конференції ХНАДУ (м. Харків, 2017 р.);
- X міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (ВНТУ, м. Вінниця, 2017 р.);
- III всеукраїнській науково-практичній конференції «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні» (НУ «Львівська політехніка», м. Львів, 2018 р.);
- міжнародній науково-технічній конференції «Технології та інфраструктура транспорту» (УДУЗТ, м. Харків, 2018 р.);
- всеукраїнській науково-практичній он-лайн конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченій Дню науки (ЖДТУ, м. Житомир, 2018 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць, з яких 6 статей у фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз, 4 тез у збірниках матеріалів вітчизняних та міжнародних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг основного тексту дисертаційної роботи становить 114 сторінок та 4 сторінки, площа яких повністю зайнята таблицями та ілюстраціями, 29 рисунків та 26 таблиць, 5 додатків на 34 сторінках, список використаних джерел складає 112 найменувань, розміщених на 10 сторінках.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1 Поточний стан ринку міжнародних автомобільних перевезень вантажів

В наш час глобалізація ринку та інтеграція національних економік у світову стали одними із основних стимулів розвитку міжнародної торгівлі та, як наслідок, міжнародних перевезень вантажів.

В Україні автомобільні перевезення є найбільш динамічним сегментом ринку міжнародного транспортування вантажів, який за обсягом експорту та імпорту займає суттєву його часту, а саме 7,6 % [11-19]. Функціонування даного сегмента ринку супроводжується постійною появою нових транспортних компаній і виходом з ринку тих, які не витримали конкурентної боротьби. Наявність великої кількості учасників транспортного процесу пов'язана із загальнодержавною політикою переведення підприємств на ринкові взаємовідносини. Наслідком такої політики стала приватизація великих АТП та поява замість них багатьох фізичних і юридичних осіб, у яких через дефіцит кадрового потенціалу та інші нові для них фактори ринкової кон'юнктури якість перевізних послуг знаходилась на невисокому рівні. Такі завдання, як повне та правильне оформлення супровідної документації, вибір раціонального маршруту, кваліфіковане експедирування та ін., стали такими, які під силу виконати далеко не кожному, особливо якщо це стосується міжнародних перевезень вантажів [20-23].

З часу проголошення незалежності України її головними торговельними партнерами залишались країни зі Співдружності Незалежних Держав (СНД), але, починаючи з 2014 р., внаслідок активних політичних та економічних перетворень в нашій державі інтенсивність зв'язків з країнами-членами СНД в певному ступені знизилась, що торкнулось і транспортної галузі. Водночас намітилась тенденція до

розширення співробітництва з Європейським Союзом (ЄС), що повинне сприяти реалізації транзитного потенціалу нашої держави.

Розвиток існуючих та поява нових напрямків міжнародних перевезень вантажів неминуче пов'язана зі збільшенням конкуренції. При цьому конкуренція виникає як за рахунок нових учасників ринку, так і через загальне зменшення обсягів потрібних перевізних послуг в умовах кризи, що склалася в економіці та виробництві. Подібна ситуація змушує АТП шукати шляхи та способи залучення нових клієнтів, адже доходи підприємств скоротились, а витрати – зросли.

Не дивлячись на певне погіршення економічних взаємовідносин з державами СНД, досить велика частка міжнародних автомобільних перевезень вантажів до та з нашої держави здійснюється саме в цьому напрямку. У 2014 році із загального обсягу вантажів, перевезених автомобільним транспортом у міжнародному сполученні, на країни СНД припадає 27,3 %. При цьому частка СНД в експорті автомобільним транспортом складає 34,8 %, в імпорті – 20,4 % [19, 24].

Це зумовлено тим, що такі перевезення виконувати суттєво простіше у порівнянні з перевезеннями до ЄС, адже при поїздках в східному напрямку висуваються мінімальні вимоги (технічні, екологічні) до рухомого складу та транспортної документації і практично відсутні обмеження на використання транспортних магістралей [25-35]. Окрім цього, тарифи на перевезення вантажів з України у напрямку країн СНД суттєво, майже на 25 %, вищі від тарифів на українському внутрішньому ринку перевезень.

Це приваблює учасників ринку міжнародних перевезень [35-45], яких можна поділити на дві узагальнені групи: АТП, які мають довгострокові контракти, та АТП, які займаються виконанням перевезення вантажів за разовими заявками. При перевезеннях до країн СНД конкуренція між перевізниками зазначених груп додатково підсилюється за рахунок участі у перевізному процесі підприємств, котрі доставляють вантажі до та з Європи. Дане явище зумовлене тим, що багатьма автотранспортними підприємствами пункти призначення, розташовані в районах країн СНД, що межують з ЄС (наприклад, пункти, розташовані навколо Санкт-Петербурга, Мурманська, Мінська, Гродно, Бреста), розглядаються як місця для

подачі свого автотранспорту на виконання перевезень до основного місця завантаження в Європі. Аналогічна ситуація спостерігається і при поверненні рухомого складу згаданих підприємств з Європи до України. Таким чином, за рахунок виконання перевезень до та з зазначених районів перевізники, що орієнтовані на клієнтів з ЄС, прагнуть зменшити непродуктивні пробіги при подачі власних автомобілів та тим самим створюють додаткову конкуренцію. Це тягне за собою зниження тарифів на перевезення в тому числі і для тих АТП, що виконують перевезення в пункти призначення, розташовані в межах країн-членів СНД та Митного союзу (МС) Євразійського економічного союзу (ЄАЕС).

В особливому ступені це впливає на українських перевізників. Оскільки Україна не входить до складу жодного митного союзу, то після виконання перевезення до будь-якої з країн СНД або Європи наступною їздкою для них у переважній більшості випадків є повернення транспортного засобу на Україну [31-35], що викликане високою вартістю дозвільних документів на роботу в інших державах. Як наслідок, єдиним варіантом отримання зворотного завантаження для останніх є перевезення вантажу з країни СНД в Україну, що істотно звужує коло потенційних замовників і ускладнює їх пошук. Приблизно у 80 % випадків, коли перевезення вантажів виконуються українськими підприємствами, мають місце значні простої в очікуванні зворотного завантаження автомобіля. Щоб уникнути простоїв, українські АТП часто подають свої транспортні засоби з пункту призначення до інших місць отримання зворотних завантажень. Це робить вельми актуальним питання дослідження ефективності різних напрямків перевезень вантажів автомобільним транспортом між Україною і державами СНД та Європи [46-48]. Особливо актуальним це питання є для автотранспортних підприємств, що виконують перевезення вантажу за разовими заявками, адже найчастіше при виконанні разових замовлень на перевезення в міжнародному сполученні АТП стикаються з проблемою визначення і планування прибутку [48, 49].

На етапі отримання такої заявки і укладання договору на перевезення вантажу перевізник домовляється із вантажовідправником або експедитором про тариф на перевезення в прямому напрямку. Часто у АТП основною проблемою є

складність обліку всіх статей витрат до початку рейсу, внаслідок чого непередбачені витрати можуть спричинити суттєве зниження запланованого прибутку. Найбільше це стосується тих витрат, які мають ймовірнісних характер. Такий показник як, наприклад, час непередбаченого простою транспортного засобу, є випадковим елементом транспортного процесу. Непередбачувані простой з'являються при чергах на митних і прикордонних пунктах пропуску, через нестачу документів на вантаж або їх неправильне оформлення (наприклад, неякісне митне оформленням вантажів внаслідок недостатньої кваліфікації персоналу, який цим займається), при пошуку зворотного завантаження. Час непередбаченого простою веде до зниження продуктивності автомобіля, що тягне за собою підвищення витрат та, відповідно, зниження прибутку транспортного підприємства [18, 20, 31, 50-52]. З метою зменшення невизначеності при виконанні перевезення АТП слід приділяти увагу плануванню маршруту перевезення та його оцінці з точки зору основної мети діяльності підприємства – отримання прибутку.

В результаті можна підсумувати, що при оплаті перевезення вантажу в один бік (в прямому напрямку) прийняття рішення про доцільність такого перевезення завжди залежить від великої кількості факторів. Серед них найбільш складно передбачуваними є умови отримання зворотного завантаження в пункті призначення вантажу. Дані умови можна вважати випадковими і тому доцільною є розробка математичної моделі, яка б давала можливість враховувати вплив ймовірнісних елементів транспортного процесу при визначенні прибутку автотранспортних підприємств, що виконують перевезення вантажу за разовими заявками. Подібна модель забезпечить АТП необхідною інформацією для прийняття обґрунтованого рішення щодо доцільності виконання перевезення.

1.2 Аналіз підходів до організації вантажних автомобільних перевезень у міжнародному сполученні

Міжнародні перевезення вантажів є найбільш складними з точки зору організації, адже у порівнянні з міськими або міжміськими вони мають, як мінімум, більшу кількість елементів транспортного процесу [53]. Подекуди їх організація викликає необхідність застосування великої кількості методів дослідження, призначених для вирішення різноманітних завдань планування перевезення та транспортного обслуговування [54-67]. Узагальнений перелік цих методів та задач, які можуть бути вирішені за їх допомогою, наведено на рис. 1.1.

Аналіз наведених методів свідчить про їх широку сферу використання. Так, в роботах [60-63, 68] для вирішення задачі маршрутизації та розподілу транспортних засобів по видах перевезень застосовувались методи математичного моделювання та програмування. Результатом використання цих методів в роботі [63] стала розробка програмного забезпечення для вирішення транспортної задачі та задачі комівояжера. Метод структурних матриць та методи математичного моделювання були використані в роботах [64-66] для загального управління перевезеннями. Роботи [62-64, 69, 70] були присвячені прогнозуванню попиту на вантажні перевезення та визначенню рівня транспортного обслуговування за допомогою теорії корисності та теорії ігор.

Серед задач організації міжнародних перевезень важливе місце займає вибір раціонального маршруту перевезення. Для здійснення такого вибору АТП повинні визначати не тільки трасу маршруту, але і оцінювати його з урахуванням основної мети функціонування підприємства – отримання прибутку. При цьому, як вже зазначалось у підрозділі 1.1, суттєву роль відіграє напрямок виконання міжнародного перевезення.

Таким чином, постає задача аналізу відомих методів вибору напрямку та маршруту перевезення, а також критеріїв їх оцінки.



Рисунок 1.1 – Можливості математичних методів при вирішенні задач транспортного обслуговування

1.2.1 Вибір маршрутів перевезень вантажів і організація роботи автомобілів

Якісне планування перевезень вантажів є запорукою отримання перевізником прибутку та забезпечення виконання ним договірних зобов'язань перед іншими учасниками транспортного процесу – вантажовідправниками, вантажо-

одержувачами, експедиторами та ін. Оскільки перевізний процес в певному ступені є випадковим, планування маршрутів перевезення та організація роботи автомобілів на них повинна сприяти зменшенню невизначеності у елементах доставки вантажу.

На сьогоднішній день існує досить велика кількість методів побудови маршрутів перевезень вантажів [61, 69, 71-77], загальна класифікація яких наведена на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Класифікація методів побудови маршрутів вантажних перевезень

Можна виділити два класи задач маршрутизації – для випадку перевезення масових вантажів та для випадку перевезення дрібнопартійних вантажів [69, 71-74].

При маршрутизації перевезення масових вантажів ставиться завдання перевезення помашинних відправок, коли на адресу окремих одержувачів

відправляються окремі повністю завантажені автомобілі. Найбільш розповсюдженими методами вирішення подібного завдання є метод таблиць зв'язків та метод суміщеної матриці [71, 72]. Обидва методи як вихідні дані потребують результатів вирішення задачі визначення найкоротших відстаней між відправниками та одержувачами вантажу та так званої транспортної задачі.

Для застосування методу таблиць зв'язків (ТЗ) потрібно мати зведений план вантажопотоків та план повернення порожнього рухомого складу [72]. Зведений план вантажопотоків зазвичай є результатом обробки поданих клієнтурою заявок на перевезення вантажу та оформлюється у вигляді таблиці «ТЗ 1». В цій таблиці записуються закодовані пари відправників та одержувачів вантажу, що складаються з двох літер з числовими індексами (однією з літер позначається відправник, іншою – одержувач, індексами – їх порядкові номери). Поряд із парою зазначається кількість вантажу, який необхідно перевезти в напрямку «відправник – одержувач». На основі плану вантажопотоків будь-яким із відомих методів вирішення транспортної задачі отримується оптимальний план повернення рухомого складу, який оформлюється у вигляді таблиці «ТЗ 2» [72]. Побудова маршрутів здійснюється поетапно. На першому етапі обираються пари літер з «ТЗ 1» і до них дописуються пари літер з «ТЗ 2», причому першою літерою у парі з «ТЗ 2» повинна бути друга літера пари з «ТЗ 1». Якщо отримана комбінація із двох пар літер закінчується не тією літерою, з якої почалася, то маршрут є незамкненим і його побудова продовжується. На подальших етапах до таких незамкнених маршрутів додаються комбінації із чотирьох літер, отриманих на першому етапі і так далі до отримання замкненого маршруту. Обсяг перевезення на замкнених маршрутах визначається найменшою кількістю вантажу, записаного поряд із використаними парами [72].

Метод суміщеної матриці передбачає суміщення таблиць зведеного плану вантажопотоків та плану повернення порожнього рухомого складу. В деяких клітинках отриманої суміщеної матриці буде міститися по два записи – один запис характеризуватиме обсяг перевезень, а інший – провізну спроможність при поверненні порожнього рухомого складу. Менша цифра вказуватиме на обсяг

перевезень на сформованому маятниковому маршруті [71, 72]. Після виявлення всіх маятникових маршрутів у клітинках матриці залишиться лише по одному запису, що вказуватимуть або на обсяг перевезень, або на провізну спроможність при поверненні порожнього рухомого складу. Після цього, починаючи із клітинки із записом про обсяг перевезень, будується контур таким чином, щоб чергувалися клітинки із обсягом перевезення і провізною спроможністю при поверненні порожнього рухомого складу. Подібні контури відбиватимуть раціональні кільцеві маршрути, обсяги перевезень на яких визначатимуться найменшою цифрою, розташованою на будь-якому куті контуру [71, 72].

Метою застосування обох методів є підвищення коефіцієнту використання пробігу рухомого складу [71, 72].

При перевезенні дрібнопартійних вантажів розміри партій вантажу не перевищують вантажності автомобіля та завантажуються в нього для перевезення декільком одержувачам. Таким чином підвищується використання місткості рухомого складу та виключається потреба у виділенні окремого автомобіля для кожного одержувача [71]. Найбільш поширеними методами маршрутизації перевезень дрібнопартійних вантажів є метод Кларка-Райта, метод найкоротшої зв'язувальної мережі та метод «сум» [64, 69, 71].

Метод Кларка-Райта заснований на понятті виграшу пробігу від об'єднання двох маятникових маршрутів в один розвізний. Величина виграшу розраховується як

$$B_{ij} = l_{0i} + l_{j0} - l_{ij}, \quad (1.1)$$

де B_{ij} – виграш пробігу від об'єднання у розвізний маршрут пунктів i та j , що тотожно об'єднанню двох маятникових маршрутів до цих пунктів;

l_{0i} – відстань від пункту відправлення вантажу до пункту i , км;

l_{j0} – відстань від j -го пункту до пункту відправлення вантажу, км;

l_{ij} – відстань між пунктами i та j , км [64].

Виграш пробігу від об'єднання двох маятникових маршрутів виникає через відсутність необхідності повернення автомобілю з i -го пункту до пункту відправлення вантажу і подачі автомобіля на маятниковий маршрут до j -го пункту. Для об'єднання потрібно обирати маршрути з найбільшою величиною виграшу. Рішення задачі маршрутизації вважається завершеним, коли подальше об'єднання маршрутів стане неможливим через відсутність додатних значень виграшів або коли додавання нового пункту заїзду в певний маршрут приводить до того, що сумарна потреба у вантажі в пунктах заїзду на даному маршруті перевищує вантажність автомобіля [64].

Метод найкоротшої зв'язувальної мережі передбачає побудову такої транспортної мережі, яка пов'язує учасників транспортного процесу та має найменшу довжину. Отримані за допомогою даного методу розвізні маршрути не завжди будуть оптимальними, але часто вони доволі близькі до них. Для визначення найкоротшої зв'язувальної мережі існує наступний алгоритм. На першому етапі будь-яким із відомих методів розраховують найкоротші відстані між учасниками транспортного процесу (отримують матрицю найкоротших відстаней). Далі поєднують два пункти, які знаходяться на найменшому віддаленні один від одного. На кожному наступному етапі до отриманої мережі додають ланку найменшої довжини таким чином, щоб не утворився замкнутий контур. В результаті найкоротша зв'язувальна мережа зв'язує q пунктів та має $(q - 1)$ ланок. Побудову маршрутів за даним методом починають з пункту, найбільш віддаленого від постачальника вантажу. В один маршрут об'єднують таку кількість пунктів, щоб потреба у вантажі в них не перевищувала вантажності автомобіля [71].

Метод «сум» потребує наявності як вихідних даних матриці найкоротших відстаней між учасниками транспортного процесу. До даної матриці додається підсумкова строчка, в яку слід вписати суму по кожному стовпцю матриці. Потім обирають три пункти, яким відповідають найбільші значення сум у підсумковій строчці, та об'єднують їх у маршрут. Далі до отриманого маршруту необхідно додати пункт із наступною найбільшою сумою у підсумковій строчці. Для того, щоб визначити між якими пунктами його додати, шукають можливе збільшення

довжини маршруту за формулою

$$\Delta l_{ij} = l_{ik} + l_{kj} - l_{ij}, \quad (1.2)$$

де i, j – пункти, між якими можна додати новий k -й пункт у маршрут;

l_{ik}, l_{kj}, l_{ij} – відстані між відповідними пунктами, км.

Мінімальне значення Δl_{ij} визначає місце додавання нового пункту у маршрут [69].

Точні методи маршрутизації перевезень дрібнопартійних вантажів не знайшли широкого застосування, адже потребують досить громіздких розрахунків навіть при невеликій розмірності задачі [61, 69, 72, 78].

Для більшості методів маршрутизації партійних вантажів цільова функція представляє собою мінімізацію величини загального пробігу всіх автомобілів, задіяних для перевезень на розроблених маршрутах. Замість пробігу можуть використовуватись інші характеристики труднощі сполучення між пунктами заїзду, такі як час, тариф або вартість перевезення, тощо.

Розглянуті вище методи в переважній більшості випадків застосовуються для організації міських вантажних перевезень, рідше – для міжміських. Їх практичного застосування в сфері міжнародних перевезень знайдено не було [61, 69, 71-78].

Моделей, які безпосередньо можуть бути застосовані з метою організації руху автомобілів при виконанні міжнародних перевезень, розроблено досить мало та вони зводяться до оцінки невеликої кількості варіантів маршруту руху автомобіля до пункту призначення за критерієм вартості або дальності перевезення. Серед них уваги заслуговують мережеві моделі та моделі доставки вантажів «точно в строк» [53, 79].

Задачі, що вирішуються за допомогою мережевих моделей, зводяться до побудови раціонального плану виконання комплексу взаємно обумовлених робіт. Вихідними даними для мережевого планування є власне перелік елементарних робіт та час їх виконання [53, 79]. В результаті можна отримати мережевий графік,

який відбиває структуру комплексу робіт, необхідних для завершення міжнародного перевезення, із зазначенням часу та послідовності їх виконання [53, 79].

Серед моделей доставки вантажів «точно в строк» можна виділити три основних, відмінності між якими полягають у способі врахування особливостей міжнародних перевезень.

Перша модель була розроблена як спроба врахування складностей міжнародного перевезення, обумовлених випадковим характером його часових характеристик [53]. Згідно з цією моделлю загальний час перевезення оцінюється за формулою

$$\bar{T}_{пер} = \sum_{i=1}^{n-1} \bar{t}_{i-(i+1)} + \sum_{j=1}^m \bar{d}_j + \sum_{k=1}^z \bar{h}_k, \quad (1.3)$$

де $\bar{t}_{i-(i+1)}$ – час руху між пунктами i та $(i+1)$, $i = 1, \dots, n$;

\bar{d}_j – час митного оформлення вантажу в пункті j ($j = 1, \dots, m$);

\bar{h}_k – час навантаження-розвантаження вантажів у пункті k ($k = 1, \dots, z$).

Окрім цього вважається, що всі складові наведеної формули є випадковими і потрібно оцінювати довірчі межі часу виконання перевезення. Як результат, часом доставки «точно в строк» вважається його верхня межа, яка розраховується за формулою

$$T_{JIT} = T_{поч} + \bar{T}_{пер} + t_{\beta} \cdot \sigma_T, \quad (1.4)$$

де $T_{поч}$ – час початку міжнародного перевезення, год:хв;

t_{β} – квантиль нормального розподілу, що відповідає необхідній ймовірності β виконання перевезення «точно в строк»;

σ_T – стандартне відхилення часу виконання доставки, год.

Календарну тривалість рейсу для планування міжнародного перевезення пропонується розраховувати як

$$D_p = \frac{\bar{T}_{nep} + t_\beta \cdot \sigma_T}{T_H}, \quad \sigma_T = \sqrt{\sum_{q=1}^{n+m+z} \sigma_o^2 + 2 \cdot \sum_{o < s} (r_{os} \cdot \sigma_o \cdot \sigma_s)} \quad (1.5)$$

де T_H – час в наряді водія, що виконує міжнародне перевезення (визначається формою організації його праці), год;

σ_o, σ_s – стандартне відхилення часу виконання o -го та s -го елементів процесу доставки, год;

r_{os} – коефіцієнт кореляції між o -м і s -м елементами процесу доставки.

З метою більш повного врахування специфіки міжнародних перевезень до формули \bar{T}_{nep} можуть вноситися інші складові та обмеження, які відбивають додаткові витрати часу, пов'язані з проведенням ремонтних робіт, з обмеженнями Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР), із заборонами на рух великовагових автомобілів, тощо [53].

Друга модель доставки вантажів «точно в строк», яка називається аналітичною, також базується на випадковості часових складових процесу перевезення [22, 53]. При цьому вважається, що кожна складова логістичного циклу з доставки вантажу має власні ймовірнісні характеристики, а їх сума має нормальний розподіл. Згідно з даною моделлю визначається ймовірність доставки вантажу «точно в строк» залежно від формулювання вимоги на доставку.

У випадку коли час доставки вантажу заданий чітко (як момент часу або ж точка на осі часу), ймовірність виконання доставки у призначений термін визначається як

$$P\{T_{JIT}\} = \Phi\left(\frac{T_{JIT} - \bar{T}_{nep}}{\sigma_T}\right), \quad (1.6)$$

де $\Phi(\dots)$ – табульована функція стандартного нормального розподілу.

Коли ж час доставки вантажу вказаний за посередництвом певного інтервалу його можливих значень, згадана ймовірність оцінюється як

$$P\{\beta < T_{JT} < \vartheta\} = \Phi\left(\frac{\vartheta - \bar{T}_{nep}}{\sigma_T}\right) - \Phi\left(\frac{\beta - \bar{T}_{nep}}{\sigma_T}\right), \quad (1.7)$$

де β, ϑ – нижня і верхня межі інтервалу значень очікуваного часу доставки «точно в строк» [22, 53, 80].

Третя модель «точно в строк», яка зветься імітаційною, передбачає моделювання випадкових величин часу виконання окремих операцій доставки вантажу, для чого потрібно знати закони розподілу тривалості цих операцій. За результатами імітаційного моделювання визначається закон розподілу отримуваної тривалості циклу доставки, який є основою для оцінки ймовірності виконання доставки точно в призначений термін [53].

Перевагою даних моделей є спроба врахування випадкового характеру тривалості процесу міжнародного перевезення, а головними недоліками – використання лише часових параметрів маршруту (або альтернативних маршрутів) та доволі спрощене врахування їх ймовірнісного характеру через середнє значення та стандартне відхилення, що не відбивають в повній мірі закономірностей у зазначених величинах.

При плануванні маршруту та часу виконання міжнародного перевезення завжди слід враховувати обмеження, що накладаються ЄУТР на режим роботи водіїв автомобілів. Згідно з цією угодою, до якої Україна приєдналася 07.09.2005 р. [81, 82], режим роботи водіїв вантажних автотранспортних засобів з повною масою більше 3,5 т регулюється наступним чином:

- період керування транспортним засобом не повинен перевищувати 9 год;
- період керування може бути збільшений двічі протягом будь-якого одного тижня до 10 год;
- період керування не повинен перевищувати 56 год на тиждень та 90 год

протягом будь-яких двох тижнів;

- після керування транспортним засобом протягом 4,5 год водій повинен зробити перерву не менш ніж на 45 хв, якщо він не розпочинає відпочинок. Дана перерва може бути поділена на окремі 15-хвилинні перерви, протягом яких водій не повинен виконувати ніякої іншої роботи;

- протягом кожних 24 годин водій повинен мати 11 послідовних годин щоденного відпочинку. Даний відпочинок може бути скорочений мінімум до 9 послідовних годин не більше трьох разів протягом будь-якого одного тижня з обов'язковою компенсацією до кінця наступного тижня. У дні, коли тривалість відпочинку не скорочується, він може бути розбитий на два або три періоди протягом 24 год, один з яких повинен бути не менше 8 послідовних годин. У цьому випадку тривалість відпочинку збільшується до дванадцяти годин;

- якщо транспортним засобом керують два водія, кожен з них повинен мати відпочинок тривалістю не менше 8 послідовних годин протягом кожних 30 год руху;

- щотижневий відпочинок водія повинен становити 45 послідовних годин. Він може бути скорочений мінімум до 36 послідовних годин у місці приписки транспортного засобу, або мінімум до 24 послідовних годин в будь-якому іншому місці. Кожне скорочення тривалості відпочинку повинне бути компенсоване до кінця третього тижня, який настає після згаданого тижня;

- будь-який відпочинок, що використовується як компенсація за скорочення щоденного або щотижневого відпочинку, повинен бути приєднаний до іншого періоду відпочинку тривалістю не менше 8 год;

- щоденний відпочинок може використовуватися на транспортному засобі, якщо в ньому є спальне місце і він знаходиться на стоянці [81, 82].

В результаті проведеного аналізу методів вибору маршрутів можна зробити висновок, що вони засновані на використанні як критерію вибору лише дальності перевезення (вираженої у вигляді відстані або часу) та лише спрощено враховують випадковий характер елементів транспортного процесу при виконанні доставки у міжнародному сполученні. Результатом спроб врахування зазначеної випадковості

стала невелика кількість моделей, які, відповідно, носять спрощений характер, адже обмежені використанням лише стандартного відхилення часових складових перевезення та припущенням про їх нормальний розподіл.

До цього слід додати, що відомі моделі вибору маршруту не дають прямої оцінки тому чи іншому маршруту перевезення з точки зору основної мети діяльності АТП. Через це виникає питання аналізу інших критеріїв ефективності перевізного процесу та вибору напрямку перевезення, використання яких дозволило б підвищити прибутковість перевезень.

1.2.2 Критерії оцінки ефективності вантажних перевезень

Критерій ефективності перевізного процесу повинен відбивати основну мету останнього, однак різноманіття обмежень та вимог до організації перевезення спричинили появу великої кількості критеріїв [53, 67, 81, 83-88], які іноді носять суперечливий характер. До найбільш розповсюджених критеріїв ефективності перевізного процесу відносяться тривалість перевезення та своєчасність доставки, пошкодження, псування або втрати вантажу, продуктивність автомобілів при здійсненні транспортного процесу в певних умовах, трудомісткість, енергомісткість та собівартість перевезень, прибуток від перевізної діяльності.

Тривалість перевезення визначається як період часу, який проходить з моменту завантаження вантажу в транспортний засіб до моменту його розвантаження. В свою чергу своєчасність доставки є оцінкою рівня виконання умов, висунутих до перевезення [53, 64, 86].

Пошкодження, псування або втрати вантажу в ході виконання транспортного процесу є одним із головних факторів, котрі визначають вибір маршруту або схеми доставки. Розмір збитків, які вони можуть спричинити, можна розрахувати як

$$L_{\text{вв}} = 0,01 \cdot W \cdot C_m \cdot \xi, \quad (1.8)$$

де W – обсяг відправки вантажу (зазвичай щоденний), т;

C_m – ціна однієї тони вантажу, грн/т;

ξ – втрати вантажу в процесі транспортування, % [64].

Продуктивність транспортних засобів визначається кількістю вантажу, перевезеного за встановлений час на певну відстань і вимірюється в тонах або тоно-кілометрах за годину [64, 89].

Трудомісткість робіт при виконанні перевезення в розрахунку на одну тону вантажу, що перевозиться, або один тоно-кілометр виконаної транспортної роботи може бути визначена як величина, зворотна продуктивності [64].

Енергомісткість перевезень може бути розрахована у л/т

$$E = \frac{H}{W}, \quad (1.9)$$

або у МДж/т

$$E = \frac{H \cdot \rho \cdot h_m}{1000 \cdot W}, \quad (1.10)$$

де H – кількість палива, витраченого на перевезення, л;

ρ – щільність палива, г/см³;

h_m – теплотворність палива, кДж/кг [64, 89].

Собівартість перевезень характеризує витрати АТП на 1 т або 1 ткм при виконанні перевезень. З метою максимально повної оцінки собівартості необхідно враховувати весь комплекс витрат на виконання транспортного процесу [64, 89]. Зокрема, при виконанні міжнародних перевезень статті витрат можуть бути наступними:

- заробітна плата водіїв;
- витрати на паливо;
- витрати на мастильні матеріали;

- витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобіля;
- витрати на відновлення зносу шин;
- амортизаційні витрати;
- накладні витрати;
- добові витрати та витрати на проживання водіїв;
- дорожні збори;
- оплата платних магістралей, проїзду через мости і тунелі, поромних переправ;
- оплата послуг фірм-експедиторів;
- витрати на отримання дозволу на проїзд по території іноземної держави;
- витрати на придбання та оформлення митних документів;
- витрати на придбання та оформлення накладної міжнародного зразка;
- витрати на страхування [69].

Також як критерій ефективності перевізного процесу може бути використана вартість або наведена вартість доставки. Вартість доставки визначається як сума витрат на виконання окремих операцій перевізного процесу. Наведена вартість доставки враховує як власне поточну вартість вантажу, так і її можливу зміну за час, витрачений на доставку:

$$B_{нав} = (B_{вант} + B_{\delta}) \cdot (1 + \Delta)^c, \quad c = T_{\delta} / 365, \quad (1.11)$$

де $B_{вант}$ – вартість вантажу, грн.;

B_{δ} – вартість доставки, грн.;

$(1 + \Delta)^c$ – множник нарощування відсотків по ставці Δ за період c [53].

Прибуток від перевезень є основою розвитку підприємства і може бути розрахований за формулою

$$\Pi = (b - S_m) \cdot W, \quad (1.12)$$

де b – доходна ставка, прийнята на АТП (відношення суми доходів до обсягу перевезення), грн./т;

S_m – собівартість перевезення однієї тони вантажу, грн./т [64].

Також у роботі [87] описуються можливі варіанти оцінки економічної ефективності транспортного процесу з доставки вантажів у міжнародному сполученні з точки зору різних сторін доставки. Так, з точки зору експортера вантажу ефективність доставки повинна визначатись з урахуванням ринкової ціни вантажу в пункті призначення, прибутку від експорту, логістичних витрат і витрат, пов'язаних з експортом товару, часу оформлення банківських документів. З точки зору імпортера ефективність розглядається також в залежності від ринкової ціни вантажу в пункті призначення, прибутку від реалізації вантажу на вітчизняному ринку, логістичних витрат (в т.ч. на управління запасами) і витрат, пов'язаних з імпортом. З точки зору оператора (організатора) перевезення ефективність доставки вантажу повинна оцінюватись з огляду на собівартість доставки, прибутку від організації доставки, обсягу перевезень, показника конкурентоспроможності послуг, що надаються оператором. З точки зору транспортних підприємств ефективність доставки залежить від її собівартості, прибутку від перевезення, обсягу перевезень, показника конкурентоспроможності транспортних послуг, що надаються підприємством [87].

Недоліками наведених критеріїв ефективності є неврахування особливостей перетину митних пунктів та пунктів пропуску через державний кордон, особливостей виконання перевезень у певних напрямках, стану ринку та випадковості елементів транспортного процесу [53, 67, 71, 81, 83-88]. Також суттєвим загальним недоліком проаналізованих критеріїв є неврахування прибутковості перевезення по відношенню до його тривалості, адже, наприклад, такий елемент міжнародного перевізного процесу, як очікування зворотного завантаження, може суттєво вплинути на доцільність рішення про організацію перевезення взагалі. Частково подолати дані недоліки вдалося в роботі [90], де як критерій ефективності запропоновано використовувати питомий прибуток АТП за оборотний рейс, котрий визначається як відношення прибутку за рейс до його

тривалості. Даний критерій принципово придатний для застосування у сфері міжнародних перевезень, але первісно був розроблений для використання при організації перевезень в межах країни. Через це виникає потреба його формалізації з метою врахування випадкового характеру складових перевізного процесу в міжнародному сполученні.

1.3 Сучасні підходи до виділення напрямів перевезень вантажів

Результати аналізу поточного стану ринку міжнародних перевезень вантажів, наведені в підрозділі 1.1, вказали на відмінності у особливостях організації перевезення в різних по відношенню до України напрямках та на велику питому вагу країн-членів СНД у експорті та імпорті вантажів до нашої держави. У зв'язку з цим виникає необхідність виділення напрямків перевезення, які б дозволили охарактеризувати той чи інший регіон (район, зону) виконання перевезень з точки зору їх ефективності для АТП. Це потребує аналізу існуючих методів поділу територій на зони, які б були однорідні за тією чи іншою транспортною характеристикою.

В теперішній час для зонування територій розроблено велику кількість підходів, які передбачають застосування різноманітних обмежень при визначенні меж зон транспортного аналізу (ЗТА), або, як їх ще називають, транспортних районів (ТР). Більшість з цих методів призначені для використання при аналізі процесів функціонування міських транспортних систем або їх окремих елементів (вулично-дорожніх мереж (ВДМ), систем паркінгів, маршрутних мереж громадського транспорту, тощо) [91-94].

Так, в роботі [95] містяться рекомендації щодо вибору розрахункової кількості ТР у відповідності із належністю міста то тієї чи іншої групи за чисельністю населення. Також у даній роботі райони рекомендується об'єднувати у три зони – центральну, серединну та периферійну, кожній з яких ставиться у

відповідність середня рекомендована площа ТР. Схожі положення стосовно районування містяться у роботах [93, 94]. При цьому орієнтири щодо середньої площі транспортного району ґрунтуються на припущенні про приблизно рівну щільність місць проживання, роботи або інших видів діяльності на аналізованій території міста [89, 96, 97].

У роботі [98] вказується, що ЗТА є основою для узагальнення демографічних даних та даних землекористування та чим більшу кількість ЗТА містить транспортна модель, тим більш корисною вона може виявитись для цілей транспортного планування. Згідно з [98] кількість ЗТА залежить від розмірів досліджуваного району і цілей планування. Для її визначення можна користуватися наступними міркуваннями:

- кількість зон є функцією від географії ВДМ;
- із ущільненням ВДМ кількість зон загалом зростає;
- площа зон, як правило, менша в районах з більш щільною ВДМ та більша – в районах з меншою щільністю;

- кількість ЗТА повинна узгоджуватись із цілями дослідження, забезпечувати в межах кожної зони однорідність функціонального призначення території та адекватність опису взаємодії із оточуючою транспортною мережею;

- межі зон транспортного аналізу повинні узгоджуватись з природними та штучними перешкодами – річками, озерами, ярами, залізницями, тощо.

Взагалі ж, як в [98], так і в [97, 99, 100] вказується на відсутність жорсткого стандарту при поділі досліджуваної області на певну фіксовану кількість ТР.

Робота [97] містить у собі наступний перелік рекомендацій щодо зонування досліджуваної території:

- розмір ЗТА повинен бути таким, щоб помилка, спричинена припущенням щодо концентрації діяльності населення у центрі зони, була мінімальною;

- межі ЗТА повинні співпадати з межами адміністративних районів міста;

- територія ЗТА повинна бути якомога одноріднішою за категорією населення, що в ній перебуває, або за типом землекористування;

- межі зон не повинні проходити по основним міським магістралям;

- форма зон повинна дозволяти легко визначати їх центри, від розташування яких залежить точність розрахунку транспортних витрат на сполучення між ЗТА;

- при наявності попереднього зонування, межі нових зон повинні з ним узгоджуватись;

- ЗТА не повинні бути однакового розміру.

Автори [100] розробили алгоритм зонування території міської агломерації, який передбачає дотримання наступних обмежень:

- межі ЗТА повинні проходити по місцям з низькою щільністю генерації поїздок;

- внутрішньорайонні пересування повинні бути зведені до мінімуму;

- потрібно уникати виділення зон з дуже малою кількістю поїздок або з дуже великою площею;

- щільність генерації поїздок усередині зони повинна бути якомога одноріднішою;

- загальна кількість поїздок, що починаються або закінчуються у зоні, повинна складати не менше 70 % середньої місткості транспортних зон з відправлення або прибуття (визначається як загальна кількість поїздок, розділена на кількість зон, які будуть виділені на території);

- площа кожної ЗТА повинна охоплювати щонайменше 70 % зони впливу центру транспортного тяжіння;

- помилка розрахунку транспортного потоку між ЗТА повинна складати не більше 50 %;

- кількість ЗТА повинна знаходитись у заздалегідь визначених межах, щоб алгоритм поділу території працював згідно з впопідбаннями дослідника.

Окрім наведених вище, в зарубіжній літературі містяться додаткові рекомендації щодо дотримання певних обмежень при зонуванні територій. Так, у [11, 101-106] при виділенні ТР рекомендується робити їх однорідними за кількістю відправлень та прибуттів пасажирів і узгодженими з політичними, адміністративними межами та з межами інших територіальних одиниць статистичної звітності. Роботи [103-106] вказують на необхідність призначення

меж ТР таким чином, щоб вони були опуклими, не мали форму кільця, не були ізольованими та були компактними. У роботі [107] значиться, що ТР повинні виділятися з огляду на мінімізацію внутрішньорайонних пересувань. Автор [108] віддає перевагу поділу території на ТР таким чином, щоб максимізувати точність статистичних характеристик клітинок матриці кореспонденцій.

В результаті можна підсумувати, що за допомогою існуючих методів транспортного зонування території здебільшого отримують такі характеристики міських ТР, як площа, чисельність та щільність населення [11, 21, 94, 96, 109]. Проаналізовані методи непридатні для застосування в сфері міжнародних перевезень вантажів, оскільки аналізовані території держав або міжнародних організацій та союзів, членами яких вони є, можуть бути занадто великими та інтенсивність економічного обміну різних регіонів з Україною може коливатися в дуже широких межах. Для такого випадку потрібна розробка нової методики зонування, яка б враховувала особливості ринку міжнародних перевезень, цілі перевізного процесу та випадковий характер його складових.

1.4 Мета і постановка задач дослідження

Підводячи підсумок під результатами аналізу ринку міжнародних перевезень, методів їх організації та виділення напрямків, можна стверджувати, що автотранспортні підприємства, які виконують міжнародні перевезення вантажів за разовими заявками, позбавлені інструментів прийняття рішення про доцільність перевезення. Існуючі методи та підходи до організації перевезень у своїй більшості спрямовані на досягнення довготривалого ефекту та потребують тривалого часу на впровадження та налагодження результатів застосування. Разове ж виконання перевезення вимагає від АТП або оператора перевезення (експедитора) швидкої реакції на заявку, щоб не втратити потенційний прибуток, для чого, безумовно, потрібен відповідний інструментарій. Це визначило мету даного дослідження, якою

є визначення закону розподілу питомого прибутку автотранспортного підприємства від виконання разового міжнародного перевезення вантажу. При цьому об'єктом дослідження є процес виконання разового міжнародного перевезення вантажу автомобільним транспортом, а предметом – питомий прибуток від виконання автотранспортним підприємством разового міжнародного перевезення вантажу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

- провести аналіз відомих підходів до організації міжнародних автомобільних перевезень вантажів та стану відповідного ринку перевізних послуг;
- формалізувати модель прийняття рішень про виконання разового міжнародного перевезення вантажу;
- розробити теоретичні основи виділення напрямів перевезень у регіоні здійснення міжнародної перевізної діяльності;
- виділити випадкові параметри транспортного процесу при виконанні разових міжнародних перевезень;
- провести експериментальні дослідження характеристик випадкових складових перевізного процесу та прибутковості маршрутів разових міжнародних перевезень вантажів;
- розробити практичні рекомендації щодо використання моделі визначення доцільності виконання разового міжнародного перевезення вантажу.

Висновки по першому розділу

1. Для українських автотранспортних підприємств, що виконують перевезення вантажу за разовими заявками, прийняття рішення щодо їх доцільності залежить від великої кількості факторів. Серед них найбільш складно передбачуваними є умови отримання зворотного завантаження в пункті призначення вантажу, які набувають особливої значущості на момент прийняття

рішення про виконання перевезення в прямому напрямку та потребують врахування при плануванні прибутку.

2. Існуючі методи вибору маршрутів перевезення вантажу в своїй більшості засновані на використанні як критерію вибору лише дальності перевезення та не враховують випадкового характеру елементів транспортного процесу при доставці вантажу у міжнародному сполученні. До цього слід додати, що відомі моделі вибору маршруту не дають прямої оцінки тому чи іншому маршруту перевезення з точки зору основної мети діяльності АТП.

3. Відомі на сьогоднішній день критерії ефективності перевезень не враховують особливостей виконання міжнародних перевезень у певних напрямках, стану ринку та випадковості елементів транспортного процесу. Також суттєвим загальним недоліком проаналізованих критеріїв є неврахування прибутковості перевезення по відношенню до його тривалості. Це вказує на доцільність розробки моделі, яка б давала можливість враховувати вплив ймовірнісних елементів транспортного процесу при визначенні прибутку автотранспортних підприємств, адже при прийнятті рішення щодо доцільності виконання перевезення саме його прибутковість є визначальною.

4. Сучасні методи транспортного зонування території здебільшого призначені для аналізу процесів функціонування міських транспортних систем та не можуть бути застосовані у випадку виділення напрямків міжнародних вантажних перевезень з точки зору їх ефективності для АТП. Додатковими причинами цьому є занадто великі території держав та міжнародних організацій і союзів, членами яких вони є, а також відмінна інтенсивність економічного обміну різних регіонів з Україною. Таким чином, потрібна розробка нової методики зонування, яка б враховувала особливості ринку міжнародних перевезень, цілі перевізного процесу та випадковий характер його складових.

Основні результати проведених досліджень в рамках даного розділу опубліковані в роботах [1, 4, 7, 9].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ВИКОНАННЯ РАЗОВИХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

2.1 Формалізація критерію оцінки ефективності виконання разового міжнародного перевезення вантажу

При прийнятті рішення щодо доцільності виконання разового перевезення у міжнародному сполученні персонал автотранспортного підприємства у переважній більшості випадків керується величиною очікуваного прибутку, адже його отримання є основною метою діяльності АТП. Оскільки на величину прибутку безпосередньо впливають витрати на перевезення вантажу, їх облік є одним із найважливіших напрямків діяльності будь-якого транспортного підприємства. Однак на сьогоднішній день нерідкими є випадки, коли робота щодо організації обліку на АТП нашкоджується на таку перешкоду, як складність врахування окремих видів витрат під час перевезення, що впливають на собівартість надаваних послуг і на прибуток АТП в цілому. В особливому ступені це стосується разових перевезень вантажів у міжнародному сполученні, що зумовлено випадковим характером елементів відповідного транспортного процесу.

При виконанні разових міжнародних перевезень українські перевізники у переважній більшості випадків повинні повернути свій рухомий склад в Україну, тому що його застосування на ринку внутрішніх перевезень вантажів в інших країнах є доволі рідким явищем. Дані складнощі виникають через обмеження внутрішнього законодавства іноземних держав та дозвільних систем, а також вимоги міжнародних конвенцій, які регламентують міжнародні перевезення [63]. Часто єдиним способом ефективного повернення рухомого складу є отримання заявки на перевезення у зворотному напрямку, що ускладнює проблему адекватного планування прибутку, тому що:

- на етапі подачі заявки і укладання договору на надання транспортних послуг перевізник найчастіше обумовлює тільки тариф на перевезення в прямому напрямку і термін подачі автотранспорту під навантаження;

- рішення про доцільність виконання перевезення в прямому напрямку потрібно приймати до початку рейсу, що зумовлює потребу адекватної оцінки всіх статей витрат на рух автотранспорту в обох напрямках на етапі укладання договору на перевезення. Це є вельми складною задачею і її рішення може стати вирішальним при оцінці доцільності перевезення.

Невірна оцінка фінансових витрат на окремі елементи транспортного процесу, які мають ймовірнісний характер, може спричинити непередбачені витрати підприємства і зниження запланованого прибутку. У міжнародному сполученні випадкових складових значно більше, ніж у внутрішньому – тут дуже значною може виявитись тривалість непередбаченого простою транспортного засобу на тому чи іншому етапі транспортування вантажу, що негативно вплине на прибуток транспортного підприємства.

Непередбачені простої мають місце на митних і прикордонних пунктах пропуску при неповному або неправильному оформленні документів на вантаж. Також при недостатньому рівні підготовки персоналу високими є ризики несвоєчасного оформлення митних документів та пов'язаних із цим затримок доставки. Окрім цього, значний простій може виникати при очікуванні підходящого зворотного завантаження автомобіля. Ще одним випадковим елементом транспортного процесу є подача автомобіля під зворотне навантаження, дальність якої безпосереднім чином впливає на прибуток АТП.

Таким чином, результат виконання разового перевезення вантажу з України за кордон може бути оцінений тільки після повернення автотранспорту в Україну, тобто після оборту автомобіля, який складається з двох завантажених їздок і порожнього пробігу при подачі автомобіля під зворотне завантаження. Тому ефективність перевізного процесу при разовому перевезенні в міжнародному сполученні повинна оцінюватися прибутком, отриманим в цілому за оберт автомобіля.

Подібна оцінка відрізняється від випадку загальної оцінки діяльності підприємства, коли для розгляду обирається якийсь досить тривалий період, за котрий розраховується потенційний прибуток від реалізації альтернативних варіантів роботи. Відмінність полягає в тому, що прибуток за оборотний рейс не покликаний повністю охарактеризувати ефективність роботи підприємства, оскільки тривалість рейсу є не постійною, а, взагалі кажучи, випадковою. Використання як показника ефективності разового перевезення питомого прибутку за оборотний рейс дозволяє підкреслити особливість таких перевезень – чим швидше виконаний оборотний рейс, тим вище ефективність роботи транспортного підприємства при одному й тому ж прибутку. З огляду на це, оцінювати ефективність виконання разового міжнародного перевезення доцільно на основі розміру прибутку та тривалості оборотного рейсу:

$$\Pi_{об} = \frac{\Pi_{об}}{t_{об}}. \quad (2.1)$$

де $\Pi_{об}$ – критерій ефективності виконання разового міжнародного автомобільного перевезення вантажу;

$\Pi_{об}$ – абсолютна величина прибутку підприємства за оборотний рейс, грн.;

$t_{об}$ – тривалість оборотного рейсу, діб.

При цьому абсолютна величина прибутку за рейс, отриманого транспортним підприємством, являє собою функцію від відповідних доходів і витрат

$$\Pi_{об} = f(D_{об}, B_{об}), \quad (2.2)$$

де $D_{об}$ – дохід АТП за оборотний рейс, грн.;

$B_{об}$ – витрати транспортного підприємства за оборотний рейс, грн.

Тривалість оборотного рейсу складається з тривалості виконання окремих елементів транспортного процесу доставки вантажу в міжнародному сполученні:

$$t_{об} = f(t_{пр}, t_{зв}, t_{зз}), \quad (2.3)$$

де $t_{пр}$ – час доставки вантажу в прямому напрямку;

$t_{зв}$ – час доставки вантажу в зворотному напрямку;

$t_{зз}$ – час отримання зворотного завантаження.

Всі складові критерію (2.1) є випадковими величинами, адже вартісні характеристики доставки вантажу в зворотному напрямку залежать від великої кількості факторів та не можуть бути визначеними заздалегідь. Часові характеристики доставки можна вважати випадковими для обох напрямків, оскільки прогнозувати час всіх простоїв при оформленні документів та перетині кордону не представляється можливим – він визначається умовами, на які АТП впливати практично не здатне. До цього слід додати, що час доставки в зворотному напрямку на етапі укладання договору на перевезення можна вважати випадковою величиною, оскільки до отримання зворотного завантаження його розрахунок неможливий.

Час отримання зворотного завантаження вносить додаткову частку випадковості в результати прогнозування ефективності міжнародних перевезень, адже умови отримання зворотного завантаження для різних напрямків перевезень суттєво відрізняються та залежать від інтенсивності економічного обміну різних регіонів з Україною. Таким чином, постає задача виділення напрямків перевезення вантажів за ознакою їх ефективності. Це передбачає поділ регіонів виконання міжнародних перевезень на зони, які власне і відповідатимуть різним напрямкам перевезень. При цьому виділені зони повинні забезпечувати максимальну точність моделювання процесу перевезень вантажів в певному напрямку.

В результаті можна стверджувати, що критерій ефективності виконання разового перевезення $p_{об}$ є випадковою величиною, властивості якої визначаються властивостями її складових. Отримання характеристик даної величини потребує її декомпозиції на елементи та визначення серед них випадкових. При цьому дослідження випадкових елементів повинне проводитись за допомогою методів

теорії ймовірностей і математичної статистики.

Знання закону розподілу $p_{об}$ дозволить автотранспортним підприємствам планувати прибуток при виконанні разових замовлень та приймати рішення щодо доцільності здійснення перевезення. Для цього потрібна розробка моделі, яка б була заснована на закономірностях у величині $p_{об}$ та давала б можливість отримати прогнозну оцінку результативності виконання разового замовлення при певних параметрах маршруту та напрямі перевезення.

2.2 Розробка теоретичних основ виділення напрямів перевезень у міжнародному сполученні

Українські автотранспортні підприємства здійснюють міжнародні перевезення вантажів в усі країни Європи, а також у країни Північної та Середньої Азії і Закавказзя. Перспективність виконання разових перевезень до цих регіонів буде різною з точки зору ефективності для АТП, адже згадані регіони різняться за тісністю економічних взаємовідносин з нашою державою та вимогами, які потрібно виконати для здійснення перевезення (зокрема, оформлення документів на вантаж та транспортний засіб згідно із вимогами міжнародного та національного законодавства країн призначення). Це спричиняє потребу у виділенні певних напрямів перевезень за їх привабливістю для підприємства, що тотожно зонуванню території регіонів здійснення міжнародної перевізної діяльності.

Загальною рисою перевезень до будь-якого із згаданих регіонів є визначеність тарифу на транспортування вантажу в прямому напрямку, адже він фіксується в договорі на надання транспортних послуг, та незрозумілість умов отримання зворотного завантаження, які безперечно залежать від тісноти взаємодії між країнами та безпосереднім чином визначають ефективність перевезення в цілому за оборотний рейс. Базуючись на даному твердженні, теоретичні основи

зонування території регіонів здійснення перевізної діяльності доцільно розробляти з огляду на характеристики зворотного завантаження рухомого складу.

Окрім стандартних для певної країни умов, можна виділити наступні основні характеристики зворотного завантаження автомобілів:

- час очікування завантаження;
- відстань від місця розвантаження автомобіля при виконанні рейсу в прямому напрямку до місця навантаження вантажу, який буде перевозитись в зворотному напрямку (із країни призначення до України) – дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження;
- відстань від пункту призначення вантажу, що перевозиться в зворотному напрямку, до бажаного пункту прибуття в Україну.

Остання характеристика у даній роботі приймається малозначущою. Це обумовлено тим, що для перевізників, котрі виконують перевезення вантажу за разовими заявками, практично будь-яке перевезення вантажу з країни призначення в напрямку України є привабливим, якщо транспортний засіб знаходиться на території країни призначення. При цьому одночасне виникнення у одного перевізника кількох альтернативних пропозицій щодо зворотного завантаження є малоімовірною подією, яку з достатньою впевненістю можна вважати практично неможливою.

На момент прийняття рішення про доцільність виконання перевезення, час очікування і дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження можна вважати випадковими величинами зі своїми власними характеристиками. Дані величини апріорі змінюються від одного регіону виконання перевезень до іншого, що пояснюється індивідуальним характером економічних зв'язків місцевих підприємств з суб'єктами української економіки. Це вимагає такого поділу всієї території на якій здійснюються перевезення вантажів автомобільним транспортом з України та в Україну, щоб окремі транспортні зони були достатньо однорідними з точки зору вантажних перевезень. Кожна з таких зон відповідно до принципів транспортного моделювання повинна мати межі і власний центр.

Основним постулатом при розробці теоретичних основ формування

транспортних зон являється умовність будь-якого поділу території реалізації перевізної діяльності з точки зору можливості перевезення вантажів. При цьому окремим регіоном виконання перевезення слід вважати територію зі спільною законодавчою базою, що регламентує вимоги до перевезення вантажів автомобілями, зареєстрованими в інших державах, і відсутністю реальних перешкод для пересування цією територією.

Умовність меж транспортних зон передбачає можливість їх перетину в будь-якому місці в процесі реальної транспортної діяльності, а умовність центрів – можливість їх вільного вибору серед потенційних пунктів призначення і відправлення вантажів.

Для розробки теоретичних основ зонування використовується припущення, що всі операції навантаження-розвантаження автомобіля виконуються на території однієї зони. Це припущення викликано тим, що обумовлений на етапі моделювання перетин автомобілем меж зони для отримання зворотного завантаження означає необхідність врахування в моделі ймовірності переїзду в іншу зону (по відношенню до зони, де розташований пункт призначення вантажу, що перевозився в прямому напрямку з України). В такому випадку для забезпечення придатності теоретичних основ до використання потрібно заповнити квадратну матрицю ймовірностей розмірністю, рівною кількості зон. Це надмірно ускладнить процес зонування, так як вимагає занадто великого набору емпіричних даних для отримання більш-менш прийнятної статистичної оцінки ймовірностей в матриці. В сучасних умовах, коли досліджуваними перевезеннями займається дуже велика кількість суб'єктів транспортного ринку, подібний обсяг інформації отримати вкрай складно.

Таким чином, можна стверджувати, що у загальному випадку при будь-якому зонуванні регіону виконання перевезень з урахуванням умовності меж транспортних зон, перетин межі зони прибуття з вантажем з України під час прямування до пункту зворотного завантаження є випадковою подією. При відсутності поділу території регіону на зони ймовірність цієї події зі зрозумілих міркувань дорівнює 0 і якимось чином збільшується при наявному зонуванні та скороченні відстані від пункту розвантаження до межі зони.

Випадок з нульовою ймовірністю не представляє практичного інтересу, так як він не дозволяє вирішити одне із основних завдань дослідження – визначити ефективність різних напрямків перевезень вантажів автомобільним транспортом з України (через виділення тільки одного напрямку – за межі держави). Взагалі, найкращим результатом дослідження стало б визначення ефективності перевезень вантажів автомобільним транспортом між Україною і будь-яким містом за її межами. Теоретично це означає, що чим більше буде виділено транспортних зон, тим більш детальний прогноз ефективності перевезень можна отримати. Однак збільшення кількості зон призводить до скорочення відстані від центру зони до її меж, тобто до збільшення ймовірності їх перетину автомобілем для отримання зворотного завантаження в напрямку України. Таким чином, дослідження ефективності напрямків перевезення вантажів потребує вирішення питання про раціональну кількість транспортних зон, на які слід ділити регіони виконання міжнародних перевезень.

Всі описані в підрозділі 1.3 методи транспортного районування застосовуються для поділу міської території, однак розробляти основи транспортного зонування регіонів міжнародних перевезень на їх основі неприпустимо. В даному випадку необхідно використовувати інші міркування, котрі дозволять підвищити точність моделювання, яка залежить від призначення не тільки меж транспортних зон, але і їх центрів.

Враховуючи те, що обсяги прибуття вантажів на ринку разових перевезень є величиною випадковою, для забезпечення максимальної точності моделювання потрібно знати ймовірність прибуття вантажу в потенційний центр зони

$$P_{ik} = \frac{Q_{ik}}{\sum_{i=1}^{N_k} Q_{ik}}, \quad (2.4)$$

де P_{ik} – статистична ймовірність (частота) прибуття вантажу в i -й пункт k -ї транспортної зони;

Q_{ik} – обсяг прибуття вантажу в i -й пункт k -ї транспортної зони;

N_k – кількість пунктів прибуття вантажів на території k -ї транспортної зони, од.

Для центру тяжіння вантажів дана ймовірність повинна бути максимальною поміж усіх пунктів розвантаження вантажу з України, розташованих на території даної транспортної зони.

Статистичну ймовірність прибуття вантажу в центр зони можна вважати максимальною, якщо фактичний обсяг прибуття вантажу в нього за попередній період буде більшим за обсяги прибуття вантажів в кожен інший пункт розвантаження на території зони. Така ситуація дає можливість визначити порядок призначення потенційних центрів транспортних зон на території регіону перевізної діяльності – вони повинні обиратися з міст призначення українських вантажів в порядку зменшення сумарного обсягу їх прибуття і відправлення.

При цьому передбачається, що межі суміжних зон повинні проходити по серединному перпендикуляру до прямого відрізка, що з'єднує їх центри. Це дозволяє максимально забезпечити виконання принципу рівної віддаленості центрів зон від їх меж, що особливо важливо для суміжних центрів. Такий перпендикуляр повинен починатися і закінчуватися на державному кордоні країни (чи кордоні об'єднання країн) або на вже існуючих межах транспортних зон. Подібний підхід дозволить відразу і повністю визначити межі нової транспортної зони.

В ході зонування при почерговому розгляді пунктів призначення вантажу виникатиме питання: чи вважати поточний пункт центром нової транспортної зони або його потрібно віднести до вже існуючої зони. Відповідь на це питання може дати значення ймовірності перетину межі потенційно нової зони і суміжних з нею транспортних зон. Чим нижчою буде така ймовірність, тим вищою буде точність моделювання. Основою для визначення даної ймовірності повинні бути половина довжини відрізка, який з'єднує потенційний центр нової зони з найближчими вже призначеними центрами транспортних зон і функція розподілу відстані подачі автомобілів від пунктів розвантаження до пунктів зворотного завантаження:

$$P(l_{ij}) = \int_{\frac{l_{ij}}{2}}^{\infty} f(l_n) dl_n, \quad (2.5)$$

де $P(l_{ij})$ – ймовірність перетину межі транспортної зони;

l_{ij} – відстань між потенційним центром нової транспортної зони i та центром суміжної з нею існуючої (вже призначеної) транспортної зони j ;

$f(\lambda_{\text{пор}})$ – диференціальна функція (щільність) розподілу випадкової величини

$\lambda_{\text{пор}}$ – відстані подачі автомобіля від пункту розвантаження до пункту зворотного завантаження.

Для прийняття рішення про доцільність призначення нової транспортної зони необхідно задатися критичним значенням ймовірності $P(l_{ij})$. Якщо розрахункове значення ймовірності (2.5) перевищить критичне, то нову транспортну зону призначати недоцільно. У такому випадку виділення нової зони буде мати наслідком занадто велику помилку, спричинену ізолюванням частини території вже існуючої транспортної зони.

Засновуючись на викладеному вище, можна сформулювати методику зонування території регіонів здійснення міжнародних перевезень вантажів з України, яка складатиметься з наступних етапів:

- збір статистичної інформації про обсяги перевезень вантажів з України до міст за її межами та про відстані подачі автомобілів під зворотне завантаження;

- статистична обробка отриманої інформації, а саме ранжування міст за зменшенням обсягів надходження вантажів і визначення закону та параметрів розподілу відстаней подачі автомобілів під зворотне завантаження;

- призначення першого в ранжованому переліку міста (з найбільшим обсягом надходження вантажів) центром єдиної транспортної зони з межами всього регіону здійснення перевізної діяльності;

- вибір з ранжованого переліку наступного міста та визначення відстаней від нього до центрів вже призначених транспортних зон, що є суміжними з потенційно

НОВОЮ ЗОНОЮ;

- розрахунок за залежністю (2.5) ймовірностей перетину автомобілем меж потенційно нової зони при подачі під зворотне завантаження і порівняння цих ймовірностей з критичним значенням;

- прийняття рішення про доцільність призначення нової зони – якщо всі розрахункові ймовірності нижчі критичної, то межі зони призначаються по серединних перпендикулярах до ліній, котрі з'єднують центр нової зони з центрами існуючих суміжних зон. В іншому випадку – перехід до наступного в ранжованому передіку міста;

- повтор дій, починаючи з визначення відстаней від наступного в ранжованому передіку міста до найближчих центрів вже призначених транспортних зон.

Зонування регіону здійснення перевезень вважається закінченим після перевірки всіх міст з переліку пунктів призначення українських вантажів.

2.3 Моделювання випадкових елементів транспортного процесу при виконанні міжнародних перевезень

Згідно з передумовами отримання виразу (2.1) критерій ефективності разових міжнародних перевезень вантажів повинен оцінюватись як випадкова величина, залежна від прибутку за оборотний рейс та його тривалості. Відповідно, для вивчення властивостей критерію потрібно дослідити складові, які впливають на його значення, та виділити серед них випадкові.

Абсолютна величина прибутку $\Pi_{об}$ являє собою різницю між доходами та витратами за оберт автомобіля:

$$\Pi_{об} = D_{об} - B_{об}. \quad (2.6)$$

Оскільки в загальному випадку весь оберт транспортного засобу ділиться на три основні частини – два рейси (дві завантажених їздки – в прямому і зворотному напрямках) і отримання зворотного завантаження – виникає потреба дослідження доходної та витратної складових у виразі (2.6) для цих частин оборту автомобіля.

2.3.1 Моделювання доходної частини виконання оборотного рейсу

Основний і додатковий доходи АТП отримує тільки при виконанні завантажених їздок. Простій автомобіля без вантажу або порожній пробіг відбиваються тільки на витратах підприємства.

Основний дохід АТП при разових міжнародних перевезеннях вантажів визначається зафіксованим в договорі покілометровим тарифом на перевезення і відстанню доставки вантажу. Величина додаткового доходу АТП визначається умовами договору на перевезення і ступенем виконання своїх зобов'язань замовником.

Етапи процесу транспортування вантажу в прямому і зворотному напрямках є аналогічними, проте витрати часу на кожен з етапів можуть сильно відрізнятися залежно від напрямку перевезення. Через це дохід від перевезення вантажу за оберт визначається як сума доходів за виконання рейсу в прямому і зворотному напрямках:

$$D_{об} = D_{пр} + D_{зв}, \quad (2.7)$$

$$D_{пр} = T_{пр} \cdot l_{пр} + \delta_{пр}, \quad (2.8)$$

$$D_{зв} = \zeta_{зв} \cdot \lambda_{зв} + \delta_{зв}, \quad (2.9)$$

де $D_{\text{пр}}, D_{\text{зв}}$ – дохід АТП від виконання рейсу в прямому та зворотному напрямках відповідно, грн.;

$T_{\text{пр}}$ – тариф за 1 км пробігу (тариф на перевезення вантажу) в прямому напрямку, грн/км;

$\zeta_{\text{зв}}$ – тариф за 1 км пробігу (тариф на перевезення вантажу) в зворотному напрямку, грн/км;

$l_{\text{пр}}$ – довжина рейсу в прямому напрямку, км;

$\lambda_{\text{зв}}$ – довжина рейсу в зворотному напрямку, км;

$\delta_{\text{пр}}, \delta_{\text{зв}}$ – відповідно додатковий дохід АТП від виконання рейсу в прямому та зворотному напрямку, не пов'язаний з предметом договору на перевезення вантажу, грн.

В формулах (2.7) – (2.9) і надалі складові критерію ефективності, які є первинною інформацією і являють собою випадкові величини, позначені малими буквами грецького алфавіту. Наприклад, дальність прямого рейсу з України за кордон відома перевізнику на момент укладання договору на перевезення вантажу, вона є детермінованою величиною і позначена $l_{\text{пр}}$, а дальність зворотного рейсу – це невідома, випадкова величина $\lambda_{\text{зв}}$.

Випадковість властива також тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку $\zeta_{\text{зв}}$ і додатковим доходам АТП $\delta_{\text{пр}}$ і $\delta_{\text{зв}}$. Все разом це приводить до випадковості всього доходу за оборотний рейс $D_{\text{об}}$ і визначити параметри даної випадкової величини можна, дослідивши характеристики всіх її випадкових складових.

Додатковий дохід не є метою укладання договору на перевезення вантажу і за своєю суттю являє собою компенсацію можливих втрат АТП у разі виникнення непередбачених простоїв в процесі доставки вантажу, які виникли з вини замовника транспортної послуги. Найчастіше договором передбачається, що замовник повинен сплатити перевізнику штрафи (компенсувати витрати) за кожен повний і неповний день простою транспортного засобу понад встановлену

договором тривалість простоїв. При цьому фактичні витрати перевізника внаслідок вимушеного простою можуть значно відрізнятись від передбачених договором штрафів. Це вимагає врахування фінансових наслідків наднормативного простою як у дохідній, так і у витратній частинах прибутку за рейс.

З урахуванням того, що величина штрафних санкцій в договорі є ustalеною, додаткові доходи визначаються однаково для прямого і зворотного рейсів:

$$\delta_d = \sum_{j=1}^{n_d} s_{dj} \cdot \tau_{нн j} , \quad (2.10)$$

де s_{dj} – ставка штрафних санкцій j -го виду при виконанні рейсу в d -му (прямому чи зворотному) напрямку – при виконанні прямого рейсу $d = \text{пр}$, при виконанні зворотного рейсу $d = \text{зв}$, грн/добу;

$\tau_{нн j}$ – випадкова величина тривалості наднормативного простою j -го виду, діб;

n_d – кількість видів наднормативного простою, передбачених договором на виконання рейсу в d -му напрямку, од.

На практиці в абсолютній більшості договорів між замовником і перевізником передбачається нормативний час простою під митними операціями та навантажувально-розвантажувальними роботами. Винятками є лише поодинокі договори, в яких вся відповідальність за затримки у доставці вантажу покладається на транспортне підприємство. Однак в подібних виключних випадках вартість перевезення істотно перевищує ринкову, що дає підстави розглядати такі договори як індивідуальні, тобто такі, які не підкорюються загальним закономірностям і для яких немає сенсу створювати окремий критерій ефективності.

У загальноприйнятій формі договору між перевізником і споживачем транспортної послуги вказується, що замовник зобов'язується забезпечити дотримання норм на простій при митному оформленні, навантажувально-розвантажувальних роботах і перетині кордону. Сформовані в міжнародних автоперевезеннях вимоги до договору передбачають, що замовник зобов'язується

виконати початкові і кінцеві операції з доставки вантажу, не пов'язані з рухом автомобіля, за 48 годин, якщо перевезення здійснюється до країн СНД, та за 24 години – якщо до країн ЄС. Ця вимога застосовується сукупно до навантаження і митного оформлення вантажу в країні відправлення та до розвантаження і митного оформлення вантажу в країні прибуття. При проходженні пунктів пропуску через державний кордон час затримки транспортного засобу з вини замовника не повинен перевищувати 24-х годин. Таким чином, кожен з цих елементів транспортного процесу може бути представлений як сума нормативних і наднормативних витрат часу на певні операції, з чого можна визначити значення наднормативних витрат часу

$$\tau_{\text{нн}j} = \tau_j - t_{\text{норм}j}, \quad (2.11)$$

де $\tau_{\text{нн}j}$ – наднормативні витрати часу на j -й елемент транспортного процесу, діб;

τ_j – фактичні витрати часу на j -й елемент транспортного процесу, діб;

$t_{\text{норм}j}$ – нормативні витрати часу, передбачені договором на j -й елемент транспортного процесу, $t_{\text{норм}j} = \text{const}$, діб.

Залежність (2.11) не має загального характеру. Вона призначена виключно для оцінки дохідної складової процесу перевезення вантажів та може бути використана тільки тоді, коли фактичні витрати часу на j -й елемент транспортного процесу перевищують нормативний час простою $\tau_j > t_{\text{норм}j}$.

Договором на перевезення також передбачається і компенсація частини витрат, які несе АТП при виконанні міжнародного перевезення. До них відносяться плата за оформлення додаткових дозвільних документів на проїзд транспортного засобу або на вантаж, кількість і вартість яких залежить від напрямку перевезення і в більшості випадків відома учасникам угоди на момент укладення договору.

Серед витрат, що компенсуються транспортному підприємству, також існують і випадкові елементи, наприклад, витрати, пов'язані з порушенням вагових

обмежень на транспортний засіб – при наданні перевізником документів, що підтверджують оплату штрафів за перевантаження, замовник при остаточному розрахунку з АТП відшкодовує ці витрати. Так як при виникненні витрат на доставку вантажу, що компенсуються транспортному підприємству, відповідна частина доходу перевізника буде дорівнювати цим витратам, такі елементи транспортного процесу в критерії ефективності враховувати недоцільно.

Наступною складовою виразу (2.6) та, відповідно, критерію ефективності (2.1), є витрати транспортного підприємства на виконання оборотного рейсу.

2.3.2 Визначення змінних витрат протягом оборотного рейсу

В загальному випадку витрати АТП на виконання оберту автомобіля можуть бути представлені як

$$B_{об} = B_{зм} + B_{пост} + \zeta, \quad (2.12)$$

де $B_{зм}$ – змінні витрати, пов'язані з пробігом автомобіля, грн.;

$B_{пост}$ – постійні витрати, які не залежать від пробігу автомобіля, грн.;

ζ – додаткові витрати при здійсненні оборотного рейсу, безпосередньо не пов'язані з виконанням договору на перевезення і викликані форс-мажорними обставинами – випадкова величина, грн.

Остання складова може виникати у самих різних випадках: при несприятливих погодних та дорожніх умовах; при дорожньо-транспортній події; при поломці автомобіля або хворобі водія; при різкому стрибку цін на паливо і т.д. Перевізник не в змозі безпосередньо врахувати подібні витрати на етапі прийняття рішення про укладання договору на перевезення вантажу. Відповідно, ζ – це невід'ємна випадкова величина з невідомим законом розподілу, ставлення до якої

повністю визначається схильністю перевізника до ризику і тому включати її у критерій ефективності, який буде носити загальний характер, недоцільно.

Серед змінних витрат автотранспортного підприємства виділяються кілька статей:

$$B_{зм} = B_{ш} + B_{п} + B_{мм} + B_{тор} + B_{зп}, \quad (2.13)$$

де $B_{ш}$ – витрати на шини, грн.;

$B_{п}$ – витрати на паливо, грн.;

$B_{мм}$ – витрати на мастильні матеріали, грн.;

$B_{тор}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт транспортного засобу, грн.;

$B_{зп}$ – заробітна плата водіїв (витрати на оплату праці), грн.

Основні витрати з числа змінних транспортне підприємство несе безпосередньо під час рейсу – це є витрати на паливо і на заробітну плату водіїв. Решта витрат носять відкладений характер, схожий на амортизаційні відрахування. Вони можуть і не знадобитися для виконання конкретного оборотного рейсу, але якщо при його здійсненні АТП їх понесе, то такі витрати будуть віднесені не тільки до поточного, а й до ряду попередніх та (або) наступних їздок. До таких витрат належать витрати на шини, на мастильні матеріали, на технічне обслуговування і ремонт автомобіля. При прийнятті рішення щодо доцільності укладання договору на перевезення вони обов'язково повинні враховуватися.

Спосіб розрахунку всіх видів змінних витрат однаковий – це певна константа, величина якої обумовлена поточними цінами на відповідному ринку на момент укладання угоди, помножена на відповідний пробіг автомобіля. Це дозволяє представити змінні витрати в наступному вигляді:

$$B_{зм} = c_{вант} \cdot l_{пр} + c_{вант} \cdot \lambda_{зв} + c_{пор} \cdot \lambda_{пор}, \quad (2.14)$$

де $c_{вант}, c_{пор}$ – питомі змінні витрати на 1 км пробігу з вантажем

(навантаженого пробігу) і без вантажу (порожнього пробігу) відповідно, грн/км;

$\lambda_{\text{пор}}$ – випадкова величина порожнього пробігу в оборотному рейсі – дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, км.

Для визначення параметрів випадкової величини витрат B_{3M} , що приходяться на оборотний рейс, потрібно знайти вид і параметри розподілу випадкових елементів цих витрат.

На момент укладання угоди відомими (детермінованими) величинами для перевізника є величини питомих витрат $c_{\text{вант}}$ і $c_{\text{пор}}$, а також дальність вантажної їздки в прямому напрямку $l_{\text{пр}}$. Решта складових змінних витрат, а саме пробіг з вантажем в напрямку з-за кордону до України λ_{3B} і дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження $\lambda_{\text{пор}}$ є випадковими величинами.

Відносно останньої величини розумним буде прийняти припущення про близькість її розподілу до показникового закону, що засновується на бажанні всіх перевізників мінімізувати цю відстань при перевезеннях вантажів. Перевірка цієї гіпотези буде здійснена в наступному розділі роботи.

Тут слід звернути увагу на те, що окрім випадковості значення власне порожнього пробігу при подачі автомобіля під зворотне завантаження, випадковим є також і напрямок цього пробігу при пошуці (або за результатами пошуку) вантажу. Це потрібно враховувати при вивченні властивостей величини λ_{3B} .

2.3.3 Моделювання відстані подачі автомобіля під зворотне навантаження

Відстань перевезення вантажу в зворотному напрямку безпосередньо залежить від розташування пункту зворотного завантаження відносно пункту призначення вантажу з України. Маючи це на увазі, характеристики λ_{3B} можна дослідити, використовуючи полярну систему координат, рис. 2.1, в якій пункт призначення вантажу, що перевозиться в прямому напрямку, можна прийняти як

початок координат, пункт відправлення вантажу з України – позначити точкою Q з координатами $(l_{\text{пр}}, 0)$ а пункт зворотного завантаження – точкою P з координатами $(\lambda_{\text{пор}}, \varphi)$.

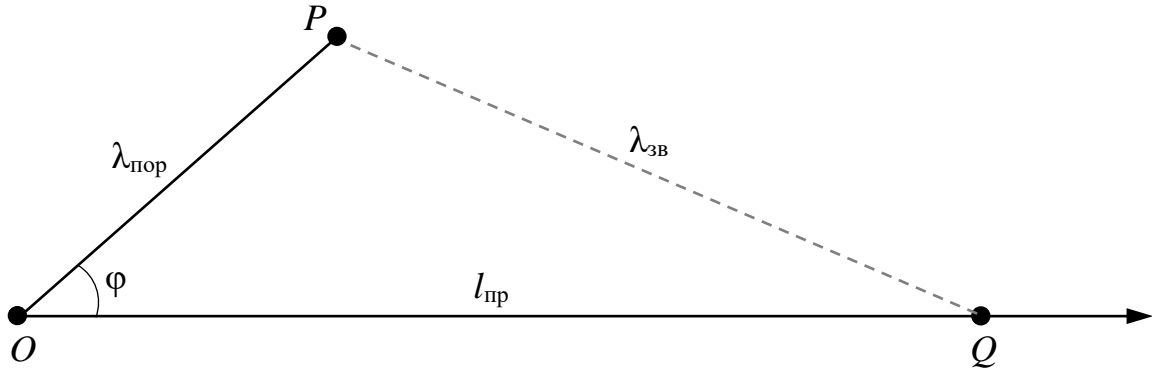


Рисунок 2.1 – Графічне представлення взаємного розташування пункту відправлення і призначення вантажу в прямому напрямку та пункту зворотного завантаження

Таке представлення є дещо умовним, оскільки в ньому всі точки з'єднуються прямими лініями, що не відображає реальної геометрії автодорожньої мережі. Але воно базується на припущенні про відносну постійність коефіцієнту непрямолінійності перевезень навколо точки O и тоді співвідношення між реальними й найкоротшими відстанями буде приблизно однаковим для всіх трьох сторін трикутника. Тоді, така властивість випадкової величини, як незалежність виду її розподілу від одиниць виміру, надає можливості для пошуку закону розподілу відстані перевезення вантажу в зворотному напрямку $\lambda_{\text{зв}}$ за допомогою схеми, зображеної на рис. 2.1.

В наведених умовах точку Q можна вважати фіксованою, а координати точки P – незалежними випадковими величинами. З огляду на рис. 2.1, полярний радіус являє собою дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження $\lambda_{\text{пор}}$. Згідно з викладеним вище дана величина описується показниковим розподілом, параметр якого можна позначити як γ . Довжина відрізка PQ відбиває довжину рейсу в

зворотному напрямку, тобто $\lambda_{зв} = |PQ|$, а величина φ – рівномірно розподілена на проміжку $[0; 2\pi]$.

З врахуванням цього можна перейти до пошуку ймовірнісного розподілу випадкової величини $\lambda_{зв}$. Згідно з теоремою косинусів, яка обумовлює симетрію розташування точки P відносно полярної осі,

$$\lambda_{зв}^2 = l_{пр}^2 + \lambda_{пор}^2 - 2 \cdot l_{пр} \cdot \lambda_{пор} \cdot \cos \varphi, \quad (0 \leq \varphi \leq \pi). \quad (2.15)$$

Для того, щоб знайти ймовірність $P\{\lambda_{зв} \leq t\} = P\{\lambda_{зв}^2 \leq t^2\}$ з урахуванням того, що $\lambda_{зв} > 0$ та $t > 0$, необхідно вирішити нерівність

$$l_{пр}^2 + \lambda_{пор}^2 - 2 \cdot l_{пр} \cdot \lambda_{пор} \cdot \cos \varphi \leq t^2. \quad (2.16)$$

Тут слід зауважити, що при прямому куті між відрізками $OP \perp PQ$, досягається мінімум довжини $|PQ| = \lambda_{зв}$, рівний $l_{пр} \cdot \sin \varphi$, рис. 2.2, тобто $\min_{\lambda_{пор}} \lambda_{зв} = l_{пр} \cdot \sin \varphi$, і досягається при $\lambda_{пор}^* = l_{пр} \cdot \cos \varphi$. Тому при значеннях аргументу шуканої функції розподілу дальності зворотної їздки $t \leq l_{пр} \cdot \sin \varphi$ ймовірність $P\{\lambda_{зв} \leq t\} = 0$.

З огляду на симетрію розташування точки O відносно полярної осі, кут φ доцільно розглядати в межах $[0; \pi]$. При $t > l_{пр} \cdot \sin \varphi$ нерівність (2.16) відносно $\lambda_{пор}$ (полярного радіусу) як рішення має проміжок $[\lambda_{пор1}(t, \varphi); \lambda_{пор2}(t, \varphi)]$, де

$$\lambda_{пор1}(t, \varphi) = l_{пр} \cdot \cos \varphi - \sqrt{(l_{пр} \cdot \cos \varphi)^2 - (l_{пр}^2 - t^2)} = l_{пр} \cdot \cos \varphi - \sqrt{t^2 - l_{пр}^2 \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (2.17)$$

$$\lambda_{пор2}(t, \varphi) = l_{пр} \cdot \cos \varphi + \sqrt{t^2 - l_{пр}^2 \cdot \sin^2 \varphi}. \quad (2.18)$$

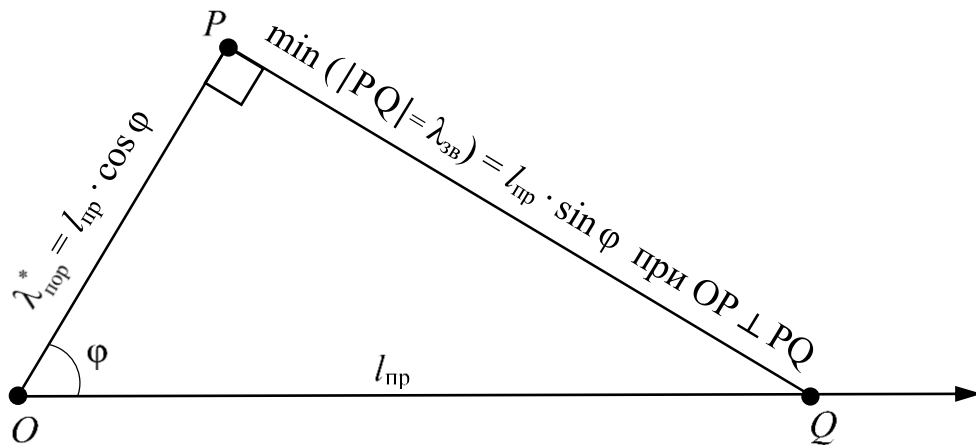


Рисунок 2.2 – Умови виникнення мінімальної довжини рейсу в зворотному напрямку

Таким чином, при фіксованому полярному куті φ , $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, та з врахуванням показникового розподілу відстані подачі порожнього автомобіля

$$P_{\varphi}(\lambda_{зв} \leq t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq l_{пр} \cdot \sin \varphi, \arcsin \frac{t}{l_{пр}} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}; \\ e^{-\gamma \cdot \lambda_{пр1}(t, \varphi)} - e^{-\gamma \cdot \lambda_{пр2}(t, \varphi)} & \text{при } t > l_{пр} \cdot \sin \varphi, 0 < \varphi < \arcsin \frac{t}{l_{пр}}, \end{cases} \quad (2.19)$$

а при $\frac{\pi}{2} \leq \varphi < \pi$, рис. 2.3,

$$P_{\varphi}(\lambda_{зв} \leq t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq l_{пр}; \\ 1 - e^{-\gamma \cdot \lambda_{пр2}(t, \varphi)} & \text{при } t > l_{пр}, \end{cases} \quad (2.20)$$

так як $\lambda_{пр1}(t, \varphi) \leq 0$.

В результаті можна знайти функцію розподілу додатної випадкової величини $\lambda_{зв}$ (довжини рейсу в зворотному напрямку):

$$F(t) = P\{\lambda_{зв} \leq t\} = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq 0; \\ F_1(t) & \text{при } 0 < t < l_{пр}; \\ F_2(t) & \text{при } t \geq l_{пр}. \end{cases} \quad (2.21)$$

Тут

$$F_1(t) = \int_0^{\arcsin \frac{t}{l_{пр}}} \frac{\left\{ e^{-\gamma \cdot \lambda_{пор1}(t, \varphi)} - e^{-\gamma \cdot \lambda_{пор2}(t, \varphi)} \right\} d\varphi}{\pi}. \quad (2.22)$$

З урахуванням рівномірного розподілу $\frac{1}{\pi}$ умовну ймовірність $P_{\varphi}\{\lambda_{зв} \leq t\}$, котра по суті записана в чисельнику підінтегрального виразу в (2.22), необхідно інтегрувати по φ при $t > l_{пр} \cdot \sin \varphi$, тобто коли $0 < \varphi < \arcsin \frac{t}{l_{пр}}$, адже при $t \leq l_{пр} \cdot \sin \varphi$ і коли $\arcsin \frac{t}{l_{пр}} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, ймовірність (2.19) дорівнює 0.

Далі у виразі для $\lambda_{пор2}(\varphi)$ зручно зробити заміну $\alpha = (\pi - \varphi)$ і, таким чином, він запишеться як

$$\lambda_{пор2}(t, \varphi) = \lambda_{пор}(t, \alpha) = -l_{пр} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{пр}^2 \cdot \sin^2 \alpha}. \quad (2.23)$$

Тоді

$$F_2(t) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\{1 - e^{-\gamma \cdot \lambda_{пор}(t, \alpha)}\} d\varphi}{\pi}. \quad (2.24)$$

Щільність випадкової величини $\lambda_{зв}$ запишеться як

$$f(t) = F'(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq 0; \\ F'_1(t) & \text{при } 0 < t < l_{пр}; \\ F'_2(t) & \text{при } t \geq l_{пр}. \end{cases} \quad (2.25)$$

Тут виникає потреба взяття похідної за аргументом, що входить до інтегралу, а саме у його верхню межу, адже у виразі (2.22) для $F_1(t)$ аргумент функції t входить як до підінтегральної функції, так і до верхньої межі інтегралу. Рішення даної задачі в загальному випадку наведено в додатку А, де функція, що виконує роль верхньої межі інтегралу, позначена через $G(t)$, а підінтегральна функція – $H(t, \varphi)$. Стосовно функцій (2.22) та (2.24) дане рішення має специфічний характер.

У виразі для $F_1(t)$

$$F_1(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\arcsin \frac{t}{l_{np}}} \left\{ e^{-\gamma \left(l_{np} \cdot \cos \varphi - \sqrt{l^2 - l_{np}^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right)} - e^{-\gamma \left(l_{np} \cdot \cos \varphi + \sqrt{l^2 - l_{np}^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right)} \right\} d\varphi \quad (2.26)$$

роль функції $G(t)$ у верхній межі інтегрування грає $\arcsin \frac{t}{l_{np}}$, тобто

$$G(t) = \arcsin \frac{t}{l_{np}}, \quad (2.27)$$

а роль функції $H(t, \varphi)$ під знаком інтеграла виконує різниця

$$H(t, \varphi) = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ e^{-\gamma \left(l_{np} \cdot \cos \varphi - \sqrt{l^2 - l_{np}^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right)} - e^{-\gamma \left(l_{np} \cdot \cos \varphi + \sqrt{l^2 - l_{np}^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right)} \right\}. \quad (2.28)$$

Для даних конкретних функцій має місце тотожність

$$H(t, G(t)) \equiv 0. \quad (2.29)$$

Дійсно, підстановка замість другого аргументу φ величини $G(t) = \arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}$ дає у виразах під знаком кореня

$$\sin\left(\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}\right) = \frac{t}{l_{\text{пр}}}. \quad (2.30)$$

Тоді сам корінь рівний нулю

$$\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2} \cdot \sin^2 \varphi = \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2} \cdot \left(\frac{t}{l_{\text{пр}}}\right)^2 = \sqrt{t^2 - t^2} = 0, \quad (2.31)$$

а різниця під знаком інтеграла перетворюється в різницю двох однакових величин і вона також дорівнює нулю

$$\frac{1}{\pi} \cdot \left\{ e^{-\gamma \cdot l_{\text{пр}} \cdot \cos\left(\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}\right)} - e^{-\gamma \cdot l_{\text{пр}} \cdot \cos\left(\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}\right)} \right\} = 0. \quad (2.32)$$

Цей факт значно спрощує похідну по параметру визначеного інтеграла

$$F_1'(t) = \frac{d}{dt} \left(\int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi \right). \quad \text{Завдяки тотожності } H(t, G(t)) \equiv 0 \text{ другий доданок}$$

перетворюється на нуль

$$G'(t) \cdot H(t, G(t)) \equiv 0 \quad (2.33)$$

і тому у виразі для шуканої похідної залишається тільки перший доданок

$$F_1'(t) = \int_0^{\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}} H_i'(t, \varphi) d\varphi, \quad (2.34)$$

або у вигляді відношення диференціалів ця формула має вид

$$\frac{dF_1(t)}{dt} = \int_0^{\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi, \quad (2.35)$$

де частинна похідна під знаком інтеграла рівна

$$\begin{aligned} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} &= \frac{1}{\pi} \cdot \frac{d}{dt} \left\{ e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi - \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} - e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} \right\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{aligned} &\gamma \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \cdot e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi - \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} - \\ &- (-\gamma) \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \cdot e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} \end{aligned} \right\} =, \quad (2.36) \\ &= \frac{\gamma \cdot t}{\pi \cdot \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \cdot \left\{ e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi - \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} + e^{-\gamma(l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi})} \right\} \end{aligned}$$

В результаті шукана похідна має вигляд

$$F_1'(t) = \frac{\gamma}{\pi} \cdot \int_0^{\arcsin \frac{t}{l_{\text{пр}}}} \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \cdot \left[e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}1}(t, \varphi)} + e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}2}(t, \varphi)} \right] d\varphi, \quad (2.37)$$

де $\lambda_{\text{пор}1}(t, \varphi) = l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi - \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}$;

$\lambda_{\text{пор}2}(t, \varphi) = l_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \varphi}$.

Аналогічно для функції

$$F_2(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left\{ 1 - e^{-\gamma \cdot (-l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha})} \right\} d\alpha, \quad \alpha = \pi - \varphi, \quad (2.38)$$

МОЖНА ЗНАЙТИ ПОХІДНУ

$$F_2'(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{d}{dt} \left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} H(t, \alpha) d\alpha \right) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\partial H(t, \alpha)}{\partial t} d\alpha, \quad (2.39)$$

де

$$\begin{aligned} \frac{\partial H(t, \alpha)}{\partial t} &= H'_t(t, \alpha) = \frac{d}{dt} \left\{ 1 - e^{-\gamma \cdot (-l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha})} \right\} = \\ &= \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot (-l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha})} \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}} = \\ &= \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}}(t, \alpha)} \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \quad t > A, \end{aligned} \quad (2.40)$$

$$\text{і } \lambda_{\text{пор}}(t, \alpha) = -l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}$$

Таким чином,

$$\begin{aligned} F_2'(t) &= \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \gamma \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}} \cdot e^{-\gamma \cdot (-l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha})} d\alpha = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \gamma \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}} \cdot e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}}(t, \alpha)} d\alpha, \end{aligned} \quad (2.41)$$

$$\text{де } \lambda_{\text{пор}}(t, \alpha) = -l_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha + \sqrt{t^2 - l_{\text{пр}}^2 \cdot \sin^2 \alpha}, \quad t > l_{\text{пр}}.$$

З огляду на вирази (2.37) та (2.41), розподіл довжини рейсу в зворотному напрямку матиме показниковий характер. При цьому принциповий вигляд щільності розподілу (2.25) буде мати вигляд, наведений на рис. 2.4.

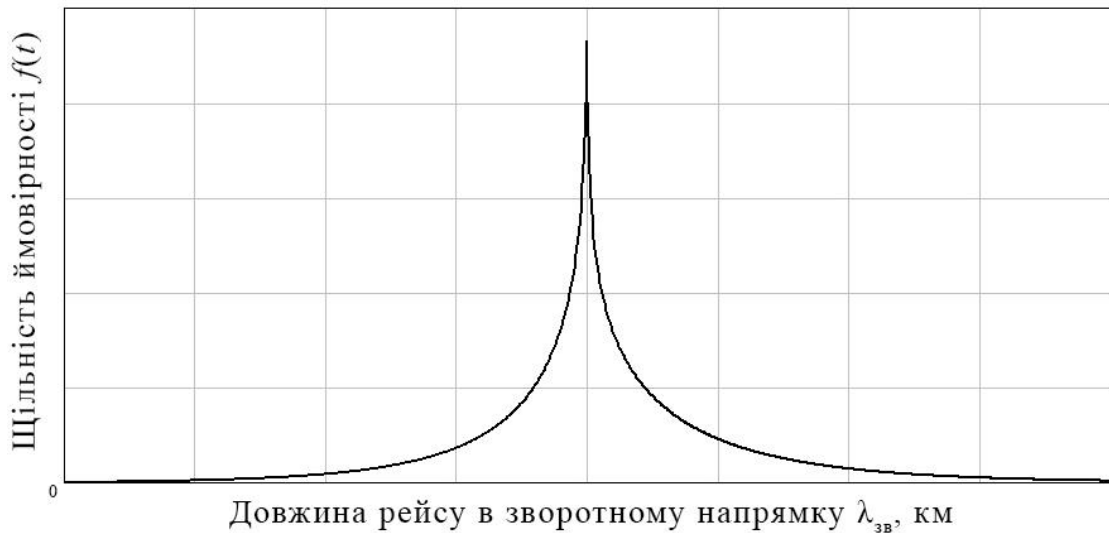


Рисунок 2.3 – Приклад графіку щільності розподілу $f(t)$

2.3.4 Визначення постійних витрат протягом оборотного рейсу

Постійні витрати АТП, які не залежать від пробігу автомобіля, є функцією загального часу роботи і простою автомобіля

$$V_{\text{пост}} = V_a + V_n + V_{\text{відр}}, \quad (2.42)$$

де V_a – амортизаційні відрахування на автомобіль, грн.;

V_n – накладні витрати (заробітна плата інженерно-технічних працівників, комунальні платежі, забезпечення інформаційними та інноваційними технологіями, тощо), грн.;

$V_{\text{відр}}$ – відрядні виплати водіям, грн.

Спосіб розрахунку всіх видів постійних витрат також однаковий – це певна константа для поточного періоду, помножена на тривалість оборотного рейсу

$$V_{\text{пост}} = c_{\text{пост}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (2.43)$$

де $c_{\text{пост}}$ – величина питомих постійних витрат, які не залежать від пробігу автомобіля, грн/добу.

Загальна тривалість оборотного рейсу складається з тривалості виконання окремих елементів технологічного процесу доставки вантажу

$$t_{\text{об}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{зз}}. \quad (2.44)$$

Всі три елементи в (2.44) носять випадковий характер, але вони не є первинними, оскільки спираються на інші фактори. Час доставки вантажу складається з однакових для прямого і зворотного напрямків елементів, більшість з яких обумовлюють його випадковість:

$$t_{\text{пр(зв)}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{від}} + t_{\text{мов}} + t_{\text{моп}} + t_{\text{н}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пш}}, \quad (2.45)$$

де $t_{\text{рух}}$ – час руху автомобіля з вантажем, діб;

$t_{\text{від}}$ – час відпочинку водія, діб;

$t_{\text{мов}}$ – тривалість митного оформлення вантажу в країні відправлення, діб;

$t_{\text{моп}}$ – тривалість митного оформлення вантажу в країні прибуття, діб;

$t_{\text{н}}$ – тривалість навантаження автомобіля (з урахуванням очікування на навантаження), діб;

$t_{\text{р}}$ – тривалість розвантаження автомобіля (з урахуванням очікування на розвантаження), діб;

$t_{\text{пш}}$ – витрати часу на проходження пунктів пропуску через державний кордон (на прикордонні переходи), діб.

Час руху автомобіля з вантажем залежить від довжини маршруту доставки

$$t_{\text{рух пр}} = \frac{l_{\text{пр}}}{v_{\text{вант}}}, \quad (2.46)$$

$$t_{\text{рух зв}} = \frac{\lambda_{\text{зв}}}{v_{\text{вант}}}, \quad (2.47)$$

де $v_{\text{вант}}$ – середня технічна швидкість руху автомобіля з вантажем, км/добу.

Середня технічна швидкість цілком може вважатися постійною величиною ($v_{\text{вант}} \approx \text{const}$) на етапі прийняття рішення про доцільність виконання рейсу, коли напрямок перевезення і, відповідно, дорожні умови на маршруті вже відомі. Однак через різні умови отримання інформації про відстані доставки вантажу, час руху в прямому напрямку є детермінованою величиною, а в зворотному – випадковою.

Час відпочинку водія також є функцією від відстані доставки вантажу – його значення визначається нормативними документами, що встановлюють правила виконання перевезення в міжнародному сполученні. Взагалі кажучи, зв'язок між часом відпочинку водія і довжиною їздки (з вантажем або без нього) не носить лінійного характеру, так як обумовлюється системою обмежень на режим праці і відпочинку водіїв. Незважаючи на це, для цілей планування можна спростити оцінку часу відпочинку водіїв і допустити, що як для прямого, так і для зворотного рейсів вона може бути отримана за допомогою залежності

$$t_{\text{від}} = k_r \cdot t_{\text{рух}}, \quad (2.48)$$

де k_r – коефіцієнт пропорційності між часом відпочинку водіїв та часом руху автомобіля ($k_r = \text{const}$ для кожної окремої форми організації праці водіїв).

Загальний час на митний огляд складається з тривалості різних видів контролю: екологічного, фітосанітарного, радіологічного та ветеринарного [2].

Витрати часу на митне оформлення вантажу, перетин пунктів пропуску через державний кордон, а також тривалість навантаження і розвантаження автомобіля з точки зору транспортного підприємства залежать від багатьох обставин та носять випадковий характер. Наприклад, час оформлення вантажу на митних пунктах пропуску залежить від виду вантажу, правильності підготовлених документів, кількості одержувачів та відправників, нерівномірності процесу роботи контрольного пункту пропуску, кількості транспортних засобів в черзі, технічного стану автотранспортного засобу, стану пломби і т.д. Крім цього встановлено, що час очікування на митному пункті пропуску часто виникає внаслідок того, що вид вантажу може потрапляти в групу ризику, що часто тягне за собою повний огляд транспортного засобу та вантажу.

Витрати часу на проходження пунктів пропуску через державний кордон визначаються тривалістю процедури митного огляду, яка складається з різних видів контролю. На даний показник також впливає технічна сторона питання: пропускна спроможність пункту пропуску, яка, в свою чергу, залежить від кількості смуг руху, обладнання пункту пропуску технічними засобами зв'язку і прикордонного контролю, кількості співробітників в зміні. Доповнюють перелік факторів і оперативні умови – наприклад, якщо отримане орієнтування про крадіжку автомобіля, контрабанду наркотиків або зброї, проводиться огляд всіх транспортних засобів і вантажів без винятку, в тому числі і транзитних.

Власну лепту у формування часу простою транспортних засобів вносить і довжина черги на прикордонних переходах, передбачити яку в момент прийняття рішення про перевезення неможливо [2]. Також існують ситуації, при яких на прикордонних переходах, частіше при експорті, проводиться додатковий огляд, а при імпорті додається обов'язкове надання перевізником за допомогою водія контрольного номера попереднього повідомлення. При імпорті вантажу відправником і отримувачем, а частіше брокером одержувача на Україні, готується попереднє повідомлення. Для його оформлення використовуються документи та

декларації, які використовувалися в місці митного оформлення вантажу. Всі документи для оформлення попереднього повідомлення подаються на прикордонний перехід, після чого прикордонна служба реєструє даний вид вантажу, який буде ввезений в Україну.

При розгляді проблеми довготривалого простою при проходженні кордонів необхідно враховувати, що транспортні підприємства ніяк не можуть вплинути на технічні характеристики прикордонних переходів і контрольних митних пунктів та заздалегідь передбачити ситуацію на них.

Таким чином, значення $t_{\text{мов}}$, $t_{\text{моп}}$, $t_{\text{н}}$, $t_{\text{р}}$ та $t_{\text{пш}}$ обумовлені великою кількістю факторів невідомої природи з різним ступенем впливу, що ускладнює теоретичне обґрунтування виду і параметрів розподілу для них. Тому основним інструментом їх дослідження повинен бути статистичний метод.

Окрім іншого, невизначеність питомого прибутку підприємства за одиницю часу зумовлюється часом отримання зворотного завантаження. В процесі отримання даного завантаження можна виділити два основних елементи: очікування підходящої заявки на перевезення вантажу з-за кордону до України і подачу автомобіля під навантаження. Тоді загальна тривалість отримання зворотного завантаження визначається наступним чином

$$t_{33} = \tau_{\text{оз}} + \frac{\lambda_{\text{пор}}}{v_{\text{пор}}}, \quad (2.49)$$

де $\tau_{\text{оз}}$ – тривалість очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, діб;

$v_{\text{пор}}$ – середня технічна швидкість руху порожнього автомобіля, км/добу.

Підводячи підсумок під викладеним, можна стверджувати, що випадковими величинами, які пов'язані з предметом договору на перевезення вантажу та являють собою первинну інформацію для вивчення характеристик питомого прибутку за оборотний рейс, є тривалість очікування підходящої заявки на

зворотне перевезення вантажу τ_{03} , дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження $\lambda_{пор}$, відстань $\lambda_{зв}$ та тариф $\zeta_{зв}$ на перевезення вантажу в зворотному напрямку, часові елементи доставки вантажу, безпосередньо не пов'язані з його рухом – $t_{мов}$, $t_{моп}$, t_n , t_p та $t_{пп}$.

Наступним кроком теоретичних досліджень повинне стати отримання виразу для розрахунку критерію ефективності виконання разового міжнародного автомобільного перевезення вантажу на основі об'єднання вищенаведених залежностей для технологічних та економічних складових перевізного процесу. Даний вираз разом із знанням закономірностей у зазначених первинних випадкових величинах дозволять отримати закон розподілу величини $\Pi_{об}$.

2.4 Формування аналітичного виразу для визначення питомого прибутку підприємства за оборотний рейс

Оскільки як критерій ефективності виконання разових міжнародних автомобільних перевезень вантажів рекомендується використовувати питомий прибуток за одиницю витраченого на оборотний рейс часу, за одиницю виміру даної величини слід прийняти грн/добу через достатньо велику тривалість оборотних рейсів автомобілів в міжнародному сполученні.

З огляду на отримані залежності (2.6) – (2.14), (2.42) – (2.49), критерій ефективності (2.1) прийме вигляд

$$\Pi_{об} = \frac{\left[T_{пр} \cdot l_{пр} + \sum_{j=1}^{n_{пр}} S_{прj} \cdot \tau_{ннj} + \zeta_{зв} \cdot \lambda_{зв} + \sum_{j=1}^{n_{зв}} S_{звj} \cdot \tau_{ннj} - c_{вант} \cdot l_{пр} - c_{вант} \cdot \lambda_{зв} - c_{пор} \cdot \lambda_{пор} - c_{пост} \cdot \left((1 + k_t) \cdot \frac{l_{пр}}{v_{вант}} + \tau_{оз} + \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} + (1 + k_t) \cdot \frac{\lambda_{зв}}{v_{вант}} + \sum_d (t_{мовd} + t_{мопd} + t_{нд} + t_{pd} + t_{ппd}) \right) \right]}{\left((1 + k_t) \cdot \frac{l_{пр}}{v_{вант}} + \tau_{оз} + \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} + (1 + k_t) \cdot \frac{\lambda_{зв}}{v_{вант}} + \sum_d (t_{мовd} + t_{мопd} + t_{нд} + t_{pd} + t_{ппd}) \right)}, \quad (2.50)$$

де \sum_d означає сумування складових за напрямками перевезення, тобто для прямого рейсу $d = пр$, для зворотного рейсу $d = зв$.

Після групування детермінованих та випадкових складових і введення нових позначень для груп випадкових величин в (2.50) критерій $\Pi_{об}$ можна переписати як

$$\Pi_{об} = \frac{(T_{пр} - c_{вант}) \cdot l_{пр} + \Delta - c_{пост} \cdot \Psi}{\Psi}, \quad (2.51)$$

де Δ – випадкова фінансова складова критерію, згортка випадкових величин

$$\Delta = \sum_{j=1}^{n_{пр}} S_{прj} \cdot \tau_{ннj} + (\zeta_{зв} - c_{вант}) \cdot \lambda_{зв} + \sum_{j=1}^{n_{зв}} S_{звj} \cdot \tau_{ннj} - c_{пор} \cdot \lambda_{пор}, \text{ грн}; \quad (2.52)$$

Ψ – випадкова величина тривалості оборотного рейсу

$$\Psi = (1 + k_t) \cdot \frac{l_{пр}}{v_{вант}} + \tau_{оз} + \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} + (1 + k_t) \cdot \frac{\lambda_{зв}}{v_{вант}} + \sum_d (t_{мовd} + t_{мопd} + t_{нд} + t_{pd} + t_{ппd}), \text{ діб}. \quad (2.53)$$

В (2.51) елементи критерію ефективності, які є згортками випадкових величин, позначені прописними буквами грецького алфавіту.

Після ділення від'ємника в чисельнику (2.51) на знаменник з'являється постійна складова $c_{\text{пост}}$, яка є параметром зсуву випадкової частини критерію і може бути з нього виключена. В такому випадку критерій ефективності можна переписати як

$$\Pi_{\text{об}} = \frac{(\Gamma_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}}}{\Psi} + \frac{\Delta}{\Psi} \rightarrow \max. \quad (2.54)$$

Критерій (2.54) являє собою специфічну випадкову величину, для якої можлива аналітична оцінка виду закону розподілу на основі законів розподілу елементів, з яких вона складається. Знання характеристик цієї величини дозволить отримувати ймовірнісну оцінку результатів виконання рейсів в кожному з можливих напрямів міжнародних перевезень вантажів і вибирати серед них найбільш ефективні при відомих умовах укладання договору на перевезення і поточних цінах на відповідних ринках здійснення транспортного процесу.

Необхідною умовою отримання характеристик $\Pi_{\text{об}}$ є надання як аналітичної, так і статистичної оцінки випадкових складових виразу (2.54), оскільки передумов для застосування конкретних законів розподілу стосовно цих складових в багатьох випадках немає.

Маючи функцію розподілу питомого прибутку перевізника за рейс, його можна використовувати як критерій оптимізації на основі відношення часткової впорядкованості випадкових величин [4]. Згідно з цим відношенням випадкова величина X менше за розподілом випадкової величини Y , $X <_p Y$, якщо $F_y(u) \leq F_x(u)$ для будь-якого u ; окрім цього, якщо $X \rightarrow \max$, то це означає, що $F_x(u) \rightarrow \min$ і критерій (2.54) можна записати як

$$F_{\text{поб}}(u) \rightarrow \min. \quad (2.55)$$

де $F_{\text{поб}}(w)$ – функція розподілу випадкової величини питомого прибутку перевізника за оборотний рейс.

Висновки по другому розділу

1. Ефективність разового міжнародного перевезення повинна оцінюватися в цілому за один оборотний рейс, що зумовило прийняття як критерію ефективності питомого прибутку АТП за одиницю витраченого на зазначений рейс часу.

2. Розроблена методика виділення напрямів перевезень у міжнародному сполученні дозволяє визначити досить однорідні з транспортної точки зору зони виконання перевезень, які дозволяють об'єктивно оцінити прибутковість виконання перевезення до них з урахуванням ймовірності отримання зворотного завантаження в межах транспортної зони призначення вантажу.

3. Випадковими величинами, які являють собою первинну інформацію для вивчення характеристик питомого прибутку за оборотний рейс, є тривалість очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, відстань і тариф на перевезення в зворотному напрямку, витрати часу на митне оформлення вантажу, перетин пунктів пропуску через державний кордон, а також тривалість навантаження і розвантаження автомобіля. При цьому необхідною умовою отримання характеристик питомого прибутку є надання переліченим складовим як аналітичної, так і статистичної оцінки.

4. Ефективність роботи автотранспортного підприємства при міжнародних перевезеннях вантажів визначається багатьма, в тому числі випадковими факторами, що призводить до необхідності ймовірнісної оцінки результатів виконання оборотного рейсу. Найкращим способом надання такої оцінки є

визначення закону розподілу питомого прибутку АТП за одиницю часу при виконанні перевезень за разовими заявками.

Основні результати проведених досліджень в рамках даного розділу опубліковані в роботах [1, 4, 5, 7, 8, 10].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

3.1 Вибір об'єктів для експериментальних досліджень та виділення напрямів перевезень

Як об'єкт експериментальних досліджень елементів транспортного процесу були обрані разові заявки на виконання перевезень в міжнародному сполученні з та до України, що були прийняті до виконання підприємством ТОВ «ВЕЛЕС-ТА» в різні періоди протягом 2012-2018 років. Дані замовлення охоплюють велику 305 міст на території країн ЄС та СНД, до яких здійснюються перевезення вантажів з нашої держави та в яких українські перевізники отримують зворотне завантаження для перевезення в Україну.

Всього для проведення експериментальних досліджень було зібрано 2248 заявок, які відповідають 1124 оборотним рейсам транспортних засобів. Слід зазначити, що серед заявок на перевезення до країн СНД придатними для експериментальних досліджень виявилися лише ті, що відповідають перевезенням до та з Російської Федерації (РФ), а серед заявок на перевезення до ЄС – ті, які подавались на виконання доставки до та з Італії, Німеччини і Польщі.

Згідно з розробленим теоретичним підґрунтям виділення напрямів перевезень у міжнародному сполученні основою для призначення меж транспортних зон в регіонах здійснення перевізної діяльності є відстань подачі транспортного засобу до місця зворотного завантаження. При дослідженні роботи національних автотранспортних підприємств було встановлено, що перевізники дозволяють собі різну величину порожнього пробігу в кожному конкретному випадку. Таким чином, необхідно оцінити параметри випадкової величини порожнього пробігу від пунктів розвантаження до пунктів зворотного завантаження автомобілів. Дана

величина повинна розглядатися окремо для країн СНД та Європи через суттєві відмінності в умовах виконання перевезень до цих регіонів.

За результатами обробки зібраних для експериментальних досліджень заявок було отримано 933 значення шуканої величини порожнього пробігу по території РФ. Розподіл даних значень був перевірений на відповідність відомим теоретичним законам розподілу випадкових величин. За результатами перевірки з використанням тестів Колмогорова-Смирнова та χ^2 [58] було встановлено, що для країн СНД величина порожнього пробігу автомобіля під зворотне завантаження може бути описана показниковим законом з параметром 0,0038 (значення критерію Колмогорова-Смирнова виявилось рівним 0,01916, $\chi^2 = 13,806$, рівень значущості при перевірці гіпотези приймався рівним 5 %), рис. 3.1.

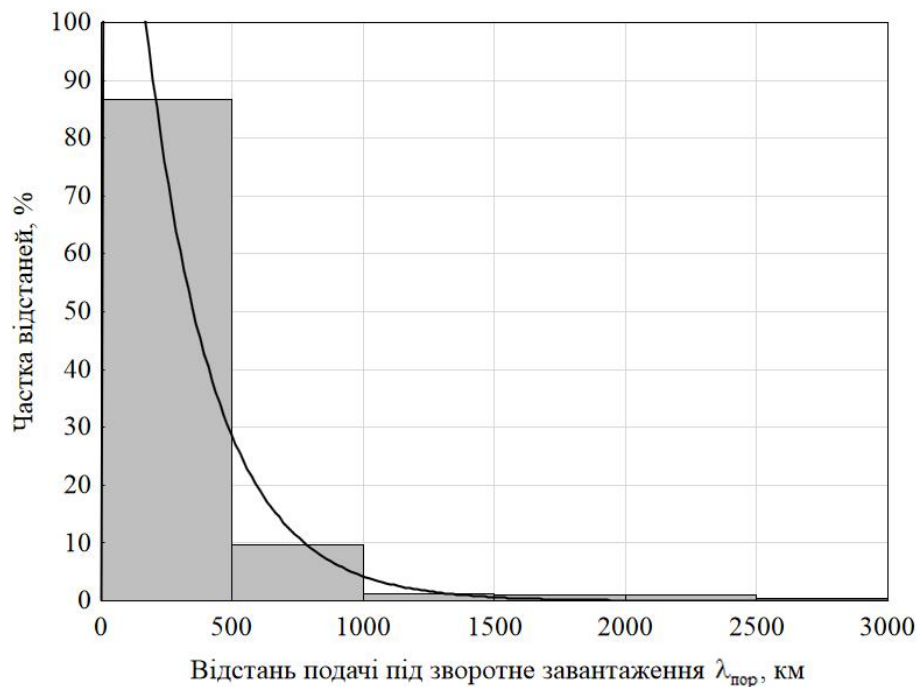


Рисунок 3.1 – Графік показникового розподілу, придатного для опису відстані подачі автомобіля до місця зворотного завантаження на території СНД

Для зонування території РФ з метою виділення напрямів перевезень вантажів з України згідно з методикою, розробленою в підрозділі 2.2, для розрахунків були обрані сім міст з найбільшим обсягом прибуття вантажів з нашої країни: Санкт-

Петербург, Москва, Самара, Челябінськ, Омськ, Ростов-на-Дону та Вороніж. На підставі отриманих закономірностей у величинах порожнього пробігу по залежності (2.5) для всіх можливих пар зазначених міст були розраховані ймовірності переїзду автомобіля з одного міста в інше з метою завантаження в зворотному напрямку. Відповідна матриця ймовірностей наведена у табл. 3.1. В лівому стовпчику матриці міста перелічені в порядку убудання обсягів прибуття вантажів з України.

Таблиця 3.1 – Матриця ймовірностей перетину кордонів між потенційними транспортними зонами з центрами в обраних містах РФ

Пункти розвантаження	Санкт-Петербург	Москва	Самара	Челябінськ	Омськ	Ростов-на-Дону	Вороніж
Санкт-Петербург	-	0,271	0,035	0,010	0,002	0,035	0,100
Москва	0,271	-	0,129	0,036	0,006	0,129	0,307
Самара	0,035	0,129	-	0,192	0,030	0,078	0,167
Челябінськ	0,010	0,036	0,192	-	0,173	0,016	0,035
Омськ	0,002	0,006	0,030	0,173	-	0,003	0,006
Ростов-на-Дону	0,035	0,129	0,078	0,016	0,003	-	0,348
Вороніж	0,100	0,307	0,167	0,035	0,006	0,348	-

На початковому етапі зонування для прийняття рішення про доцільність призначення нової транспортної зони як критичне значення ймовірності перетину межі зони було обрано значення 20 % (тобто $P_{\text{пнк}}(l_{ij})=0,2$). Таке доволі високе значення граничної ймовірності пояснюється тим, що фактично ймовірність перетину кордону зони буде визначатися не відстанню з центру зони до кордону, а

відстанню до пункту зворотного завантаження. Цей пункт в загальному випадку буде знаходитися не на кордоні, а на території сусідньої зони, тобто фактична відстань зворотного завантаження буде перевищувати половину відстані між центрами сусідніх транспортних зон. Це означає, що фактична ймовірність перетину кордону буде менше теоретичної, заданої як критичної. Крім того, при транспортному зонуванні точкові властивості вантажних перевезень у міжнародному сполученні не дають можливості повністю покладатися на теоретичні залежності. Тому в деяких випадках перевищення критичного значення ймовірності перетину межі нової транспортної зони при прийнятті рішення щодо доцільності її виділення слід перевіряти теоретичне значення ймовірності перетину за допомогою фактичних даних.

Як впливає з матриці, представленої табл. 3.1, найбільша кількість вантажів з України надходить в м. Санкт-Петербург, який і став центром першої транспортної зони, котра на першому етапі зонування охоплює всю територію РФ. Наступним за ним центром стало м. Москва. При цьому ймовірність перетину межі потенційно нової транспортної зони складає 27,1 %. Ця ймовірність перевищує критичне значення, однак з практичної точки зору існує значна різниця між умовами виконання рейсів в напрямку Москви і північного заходу Росії. Тому була проведена перевірка статистичних ймовірностей подачі автомобілів з територій навколо Москви до міст в околицях Санкт-Петербурга і в зустрічному напрямку. Серед оборотних рейсів, включених в експериментальні дослідження, таких подач не було, що підтверджує доцільність виділення нової зони на території РФ з центром в м. Москва.

Не виникло питань про доцільність призначення нових меж при виділенні наступних чотирьох зон з центрами в містах Самара, Челябінськ, Омськ і Ростов-на-Дону. Однак сьоме за обсягами надходження українських вантажів місто Вороніж виявилось розташованим досить близько до двох центрів вже призначених транспортних зон – Москви та Ростова-на-Дону. Це є причиною високих ймовірностей того, що величина порожнього пробігу до точок зворотного завантаження перевищить половину відстані між кожним із зазначених міст і

Воронежом – дані ймовірності становлять 30,7 % і 34,8 % відповідно. Однак, з урахуванням практичних міркувань щодо суттєвої різниці між умовами виконання рейсів в напрямку Воронежа і півдня Росії через Ростов-на-Дону було прийнято рішення про уточнення теоретичної ймовірності статистичними даними. В результаті було встановлено, що після розвантаження в Воронежі жоден автомобіль не подавався під зворотне завантаження в напрямку Ростова-на-Дону або Москви і навпаки – після розвантаження в Ростові-на-Дону або Москві жоден автомобіль не подавався під зворотне завантаження в напрямку Воронежа. Статистична ймовірність перетину кордону між цими містами виявилася рівною 0. Така ситуація пояснюється безпосередньою близькістю цих міст до України, внаслідок чого відстань подачі транспортного засобу до місця зворотного завантаження виявляється більшою, ніж довжина рейсу у зворотному напрямку до нашої держави. Це робить подібні можливості отримання зворотного завантаження нерентабельними для перевізників. Таким чином, в даному випадку уточнення теоретичної ймовірності статистичними значеннями приводить до рішення про доцільність організації нової транспортної зони з центром у м. Вороніж.

Наступним за Воронежом містом за обсягом надходження вантажів з України є Новосибірськ, потім Єкатеринбург і далі менш значущі пункти прибуття українських вантажів. Для всіх цих міст теоретичне значення ймовірності перетину меж потенційно нових зон з центрами в них істотно перевищує критичне, в той час як суттєвої різниці між умовами перевезень до таких зон та до вже призначених зон немає. Таким чином, транспортна зона з центром у Воронежі стала останньою при зонуванні території РФ. Після закінчення зонування було отримано 7 транспортних зон, рис. 3.2, які забезпечують достатню точність моделювання процесу перевезень вантажів та дозволяють оцінювати ефективність певного напрямку для перевізників.



Рисунок 3.2 – Результати зонування території РФ

Переходячи до зонування території ЄС слід зауважити, що в даному випадку слід застосовувати інший підхід. Причиною цього є те, що хоч в країнах ЄС і є спільна законодавча база стосовно перетину кордонів, але пересування територією союзу з метою отримання зворотного завантаження в країні, що відрізняється від країни прибуття вантажу, є утрудненим – для автомобілів, зареєстрованих в інших державах, потрібно отримувати дозвіл на виконання відповідного перевезення. Як наслідок, серед національних перевізників існує практика оформлення подібних дозволів на перевезення як з країни призначення вантажу, та і з сусідніх по

відношенню до неї. При цьому дозволи оформлюються на перевезення одразу з декількох сусідніх країн, адже перевізник при виконанні рейсу в прямому напрямку не може знати напевне з якої саме країни буде отримане зворотне завантаження. Рішення про кількість дозволів, які доцільно оформити, та країни, перевезення з яких буде дозволено, приймаються на основі досвіду перевізника та з урахуванням ринкової кон'юнктури.

Таким чином, межі транспортних зон на території ЄС необхідно призначати за межами країн союзу або об'єднувати в одну зону декілька сусідніх країн за ознакою частоти одночасного отримання перевізниками дозволів на перевезення з них. Іншими словами, в одну зону доцільно об'єднувати країни за умови, якщо існує практика, коли при виконанні перевезення до однієї з країн перевізники регулярно оформлюють дозволи на зворотне перевезення із даної та декількох сусідніх країн.

В результаті застосування подібного підходу територія ЄС була поділена на 19 транспортних зон, що відбито на рис. 3.3. Приналежність країн до тієї чи іншої зони, а також назви цих зон можна визначити як представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Приналежність країн до умовних транспортних зон на території ЄС

Назва транспортної зони	Країни, що віднесені до транспортної зони
1	2
Англія, Ірландія	Великобританія, Ірландія
Скандинавія	Норвегія, Швеція
Фінляндія	Фінляндія
Прибалтика	Естонія, Латвія, Литва
Польща	Польща
Німеччина	Німеччина
Бенілюкс	Нідерланди, Бельгія, Люксембург
Франція	Франція
Іспанія, Португалія	Іспанія, Португалія
Швейцарія	Швейцарія
Австрія	Австрія

Закінчення таблиці 3.2

1	2
Чехія	Чехія
Словаччина	Словаччина
Угорщина	Угорщина
Італія	Італія, Ватикан
Словенія, Хорватія	Словенія, Хорватія
Югославія	Боснія та Герцеговина, Сербія, Чорногорія, Македонія, Албанія
Румунія, Болгарія, Молдова	Румунія, Болгарія, Молдова
Греція	Греція



Рисунок 3.3 – Результати зонування території Європейського Союзу

Отримані за допомогою розроблених підходів до зонування транспортні зони є досить ізольованими і вельми однорідними з транспортної точки зору об'єктами, що дозволяє використовувати їх для оцінки економічної ефективності напрямків перевезень вантажів між Україною та ЄС і СНД.

3.2 Дослідження характеристик випадкових складових процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні

В ході міжнародного автомобільного перевезення митні органи держав, перетин кордону яких потребує доставка, пред'являють до вантажів вимоги відповідно до порядку, встановленого законодавством цих держав. Вимоги можуть бути різними, однак всі вони допускають огляд вантажів, який може спричинити простій транспортних засобів. Для того щоб уникнути штрафних санкцій за невиконання термінів доставки автотранспортним підприємствам на етапі укладання договору на перевезення вантажу в міжнародному сполученні потрібно враховувати ймовірність виникнення ненормованих затримок руху транспортних засобів на всьому шляху прямування.

На етапі отримання заявки і укладання договору на перевезення вантажу перевізник обов'язково отримує від клієнта інформацію про місце митної очистки та місце митного оформлення вантажу в пунктах відправлення і призначення, і вантажі проходять митні пункти пропуску відповідно до класу вантажу. Клієнт забезпечує проведення операцій навантаження і розвантаження транспортних засобів та митного оформлення призначеного до перевезення вантажу протягом 48 годин, якщо це відбувається на території країн СНД, і 24 годин – якщо на території країн Європи за умови прибуття автомобіля до 10:00 за часом країни оформлення. Простій транспортного засобу під митним оформленням, що виник з вини клієнта (відправника, одержувача), оплачується клієнтом згідно з договором на перевезення. При цьому факт простою повинен бути підтверджений

документально. Вищеперераховані умови проведення операцій можуть змінюватися в залежності від побажань клієнта і перевізника.

Покриття клієнтом вказаних затримок у доставці не компенсує перевізнику всіх витрат часу – якщо клієнт здійснює подібні виплати згідно з умовами договору на перевезення, то можуть бути компенсовані до 70 % всіх витрат на непередбачений простій. В такому випадку клієнтом оплачуються, в основному, тільки змінні витрати, в той час як постійні можуть бути доволі істотними при простої транспортного засобу.

На час непередбаченого простою в митних пунктах пропуску впливають також фактори, які носять ймовірнісний характер, наприклад, час очікування черги митного огляду. Як наслідок, перевізник не може вплинути на непередбачений час простою на митних пунктах пропуску і в разі виникнення таких витрат часу клієнт повинен оплатити час непередбаченого простою, виходячи з домовленості. Окрім цього, при дослідженні часу простою на митниці також потрібно враховувати нерівномірний розподіл вантажопотоку по виділених транспортних зонах, до яких здійснюється перевезення [1, 3].

В результаті тривалість простою на митних пунктах пропуску необхідно досліджувати для виїзду або в'їзду до різних виділених в підрозділі 3.1 транспортних зон. В ході даного дослідження виникло питання про однорідність результатів спостережень при перетині кордону з боку України і в зустрічному напрямку, з боку РФ. При аналізі даних було визначено, що наднормативний простій в 52 % випадків виникає при імпорті і в 48 % – при експорті товарів [3]. Отримані значення досить близькі до рівноймовірного розподілу часу простою, що свідчить про доцільність перевірки гіпотези про приналежність тривалості простою при імпорті та експорті вантажів до однієї сукупності, табл. 3.3. Аналогічний аналіз був проведений і для тривалості простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до країн ЄС. Результати наведені в табл. 3.4.

Дані табл. 3.3 свідчать про те, що у всіх транспортних зонах РФ розрахункове значення критерію Фішера не перевищує критичного при п'ятивідсотковому рівні значущості. Це означає, що гіпотеза про однорідність часу простою на митних

пунктах пропуску в прямому і зворотному напрямках не спростовується в усіх семи випадках та в загальному випадку може вважатися підтвердженою.

Таблиця 3.3 – Результати дисперсійного аналізу тривалості простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до країн СНД

Центр транспортної зони	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Санкт-Петербург	0,774	3,867
Москва	0,748	3,866
Самара	0,928	3,885
Челябінськ	0,023	3,927
Омськ	1,157	3,880
Ростов-на-Дону	0,006	3,872
Вороніж	1,270	4,196

Таблиця 3.4 – Результати дисперсійного аналізу тривалості простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до країн ЄС

Транспортна зона	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Італія	5,311	3,940
Німеччина	0,176	3,945
Польща	0,024	3,891

Що стосується країн Європи, то за даними табл. 3.4 в одному випадку із трьох аналогічна гіпотеза була спростована. Отже, теоретичний закон розподілу тривалості простою транспортних засобів можна визначати сукупно в прямому і зворотному напрямку для перевезень до РФ і окремо за напрямками – для перевезень до країн ЄС [3].

В той же час в практичній діяльності трапляються випадки, коли місце митної очистки вантажу знаходиться в одній транспортній зоні, а місце

розвантаження – в іншій. У зв'язку з цим також виникає питання щодо однорідності даних про час простою на митних пунктах пропуску в різних транспортних зонах. Тому перед визначенням закономірностей зміни цієї величини потрібно оцінити її варіювання за зонами. Для цього було проведено однофакторний дисперсійний аналіз часу простою для всіх транспортних зон РФ, рис. 3.4.

Однофакторний дисперсійний аналіз ПІДСУМКИ						
<i>Групи</i>	<i>Рахунок</i>	<i>Сума</i>	<i>Середнє</i>	<i>Дисперсія</i>		
Санкт-Петербург	374	11828	31,62567	961,902340		
Москва	378	13019	34,44180	1185,43560		
Самара	218	8972	41,15596	1356,63916		
Челябінськ	112	5663	50,56250	1403,67173		
Омськ	246	11469	46,62195	1382,24425		
Ростов-на-Дону	308	12183	39,55519	983,746129		
Вороніж	230	6814	29,62609	909,693640		
Дисперсійний аналіз						
<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значення</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	74495,29	6	12415,88	10,96555	4.91E-12	2,103453
Всередині груп	2104877	1859	1132,263			
Разом	2179372	1865				

Рисунок 3.4– Результати однофакторного дисперсійного аналізу часу простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до всіх транспортних зон РФ

Ці результати показують, що розрахункове значення критерію Фішера істотно вище критичного і, таким чином, гіпотеза про приналежність тривалості простою на митних пунктах пропуску різних транспортних зон РФ до однієї генеральної сукупності спростовується фактичними даними [58]. Виходячи з цього, вид і параметри закону розподілу часу простою транспортних засобів на митних пунктах пропуску необхідно визначати окремо для кожної транспортної зони в обох напрямках.

Для часу простою на митних пунктах пропуску при виконанні перевезень до країн ЄС був проведений аналогічний аналіз, але окремо для прямого і зворотного напрямків (причиною чому є результати попереднього дисперсійного аналізу). Його

результати наведені на рисунках 3.5 та 3.6.

Однофакторний дисперсійний аналіз ПІДСУМКИ						
<i>Групи</i>	<i>Рахунок</i>	<i>Сума</i>	<i>Середнє</i>	<i>Дисперсія</i>		
Німеччина	47	892	18,97872	516,06475		
Італія	49	1086	22,16327	612,34779		
Польща	95	1942	20,44211	906,56842		
Дисперсійний аналіз						
<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значення</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	244,539	2	122,26990	0,16615	0,84704	3,04398
Всередині груп	138349,104	188	735,89949			
Разом	138593,644	190				

Рисунок 3.5– Результати однофакторного дисперсійного аналізу часу простою на митних пунктах пропуску при експорті до країн ЄС

Однофакторний дисперсійний аналіз ПІДСУМКИ						
<i>Групи</i>	<i>Рахунок</i>	<i>Сума</i>	<i>Середнє</i>	<i>Дисперсія</i>		
Німеччина	47	800	17,02128	505,8474		
Італія	49	627	12,79592	197,2075		
Польща	95	1874	19,72632	1154,69		
Дисперсійний аналіз						
<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значення</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1556,911	2	778,4554	1,035914	0,356919	3,04398
Всередині груп	141275,8	188	751,4671			
Разом	142832,7	190				

Рисунок 3.6– Результати однофакторного дисперсійного аналізу часу простою на митних пунктах пропуску при імпорті до країн ЄС

Отримані дані вказують на можливість визначення параметрів закону розподілу часу простою сукупно для транспортних зон на території ЄС з поділом на прямий та зворотний напрямки.

Пошук закону розподілу, придатного для опису величини часу простою на митних пунктах пропуску був здійснений за допомогою програмного продукту STATISTICA 10 [110]. Приклад побудови теоретичної кривої та гістограми

розподілу фактичної тривалості простою на митницях в транспортній зоні з центром в м. Москва наведений на рис. 3.7.

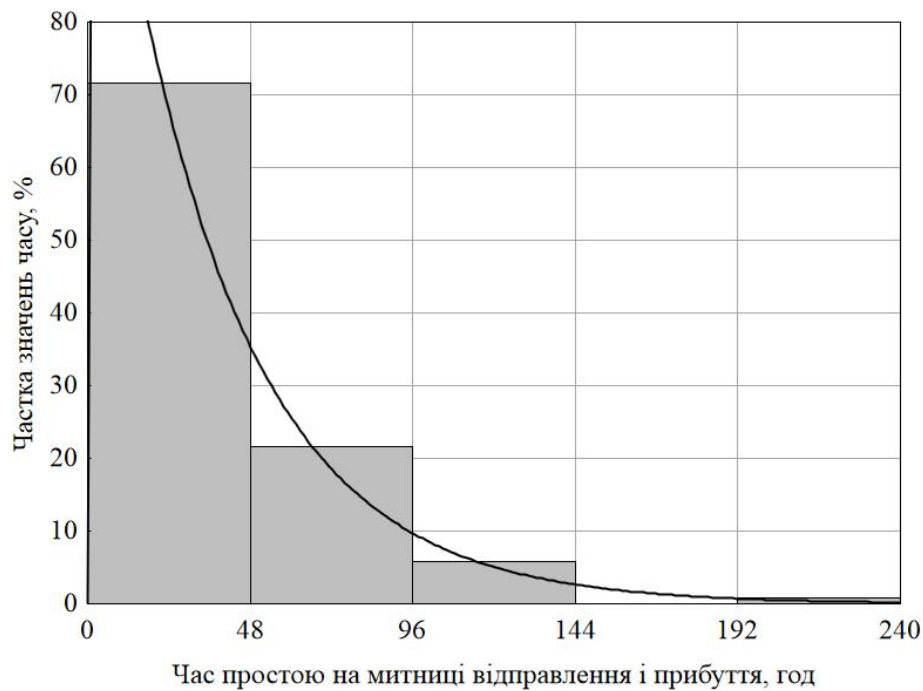


Рисунок 3.7 – Показниковий закон розподілу часу простою транспортних засобів на митниці відправлення і прибуття для транспортної зони з центром в м. Москва

В даному та в усіх інших випадках тривалість простою транспортного засобу на митних пунктах пропуску при перевезеннях до РФ виявилась відповідною показниковому закону розподілу, табл. 3.5. Ступінь відповідності оцінювався за допомогою тестів Колмогорова-Смирнова та χ^2 на рівні значущості 5 % [58].

Результати оцінки параметрів показникового закону свідчать про їх істотний розкид – від 0,017 до 0,031. Це підтверджує зроблений раніше висновок про суттєві відмінності у часі простою на митницях різних транспортних зон на території СНД.

Стосовно часу простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до ЄС, то для нього також був здійснений пошук закону розподілу. Приклад подубови щільності та гістограми розподілу для часу простою при експорті до ЄС наведений на рис. 3.8.

Таблиця 3.5 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до країн СНД

Центр транспортної зони	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Санкт-Петербург	0,030	0,010	1,540	0,215
Москва	0,027	0,013	3,682	0,159
Самара	0,023	0,028	8,302	0,055
Челябінськ	0,017	0,095	21,269	0,050
Омськ	0,020	0,041	22,045	0,051
Ростов-на-Дону	0,023	0,026	3,157	0,206
Вороніж	0,031	0,014	1,376	0,502

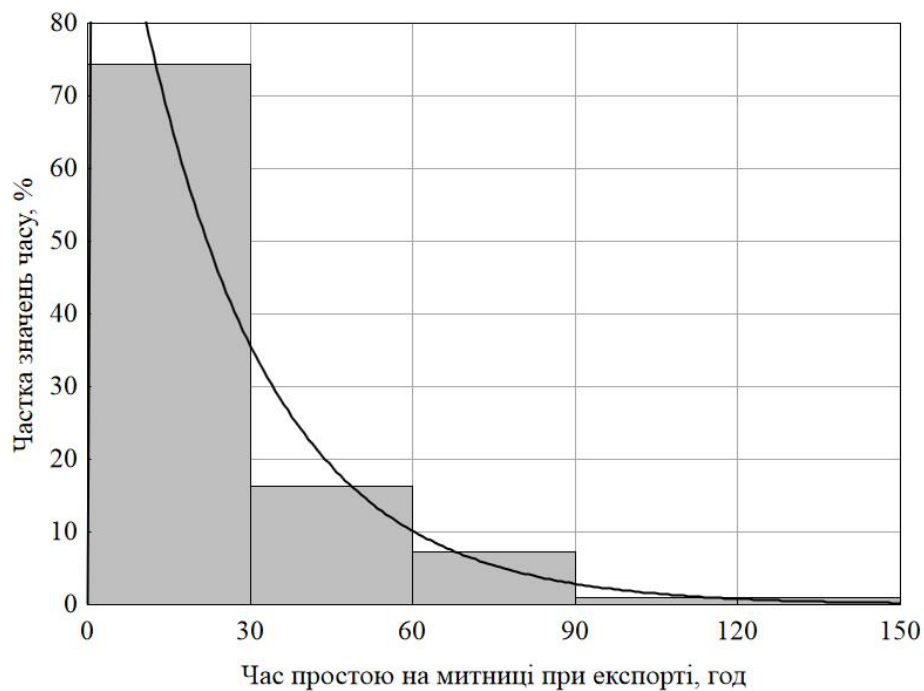


Рисунок 3.8 – Показниковий розподіл часу простою транспортних засобів на митниці при експорті до країн ЄС

Результати перевірки для часу простою на митницях при імпорті є аналогічними. Параметри відповідних розподілів наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу простою на митних пунктах пропуску при перевезеннях до країн ЄС

Напрямок перевезення	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Експорт (прямий напрямок)	0,042	0,027	2,219	0,136
Імпорт (зворотний напрямок)	0,051	0,023	1,859	0,173

Такі результати свідчать про наявність стійких закономірностей в організації роботи митних пунктів пропуску, що є корисною інформацією при розробці моделі визначення доцільності виконання міжнародних перевезень вантажів за разовими замовленнями. Окрім іншого, отримані дані дають можливість розрахунку параметрів розподілу коефіцієнта наднормативного простою транспортних засобів, так як ділення випадкової величини на константу призводить тільки до відповідної зміни параметрів закону розподілу, не впливаючи на його вид.

В той час, як місце митного оформлення вантажу визначається замовником перевезення, вибір місця перетину державного кордону найчастіше лягає на АТП. Практика показує, що при виконанні разових замовлень клієнт залишає право вибору прикордонного переходу за перевізником більш ніж у 80 % випадків. У решті замовлень вантажі підлягають обов'язковому проходженню через певні прикордонні переходи в залежності від класу вантажу. При цьому у перевізників виникає проблема вибору найбільш підходящого прикордонного переходу. З метою уникнення надлишкового пробігу найчастіше подібний вибір падає на прикордонний перехід, що знаходиться на найкоротшому шляху між пунктом відправлення та призначення. Водночас можливі ситуації, при яких незначне збільшення пробігу може бути компенсовано швидким проходженням прикордонного переходу.

Як і у випадку з часом простою на митних пунктах пропуску, через нерівномірний розподіл вантажопотоку по транспортним зонам та прикордонним переходам тривалість простою на останніх необхідно досліджувати для виїзду або

в'їзду в різні зони РФ та ЄС. З урахуванням значної кількості факторів, що визначають тривалість простою, стає очевидним, що визначити аналітично час на виконання процедур прикордонних служб дуже складно. Через це при дослідженні часу на проходження прикордонних переходів необхідно застосовувати методи теорії ймовірностей та математичної статистики.

При попередньому аналізі фактичних даних про непередбачуваний простій було встановлено, що у 58 % випадків він виникає при імпорті і в 42 % – при експорті товарів [2]. Через близькість даних значень до рівномірного розподілу виникло питання про однорідність часу простою при перетині кордону з боку України і в зустрічному напрямку. При перевірці гіпотези про приналежність часу простою при імпорті та експорті вантажів до однієї генеральної сукупності були отримані результати, які наведені в таблицях 3.7 та 3.8.

Таблиця 3.7 – Результати дисперсійного аналізу часу простою на пунктах пропуску через державний кордон при перевезеннях до країн СНД

Центр транспортної зони	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Санкт-Петербург	10,860	3,867
Москва	24,744	3,866
Самара	11,664	3,885
Челябінськ	12,636	3,927
Омськ	5,473	3,880
Ростов-на-Дону	36,407	3,872
Вороніж	0,948	3,883

З табл. 3.6 та 3.7 видно, що у всіх транспортних зонах, окрім «Вороніжу», «Італії» і «Польщі» розрахункове значення критерію Фішера перевищує критичне при рівні значущості 5 % [58]. При цьому для зони «Італія» рівень значущості, при якому гіпотеза про однорідність не спростована, складає 5,7 %. Це означає, що дана гіпотеза спростовується в семи випадках з десяти. Тому гіпотезу про однорідність часу простою на прикордонних переходах при імпорті та експорті слід вважати невідданою [58]. Отже, теоретичний закон розподілу, придатний для опису

часу простою транспортних засобів при перетині кордону, необхідно визначати для кожної зони в прямому і зворотному напрямках окремо.

Таблиця 3.8 – Результати дисперсійного аналізу часу простою на пунктах пропуску через державний кордон при перевезеннях до країн ЄС

Транспортна зона	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Італія	3,702	3,940
Німеччина	8,273	3,945
Польща	0,025	3,891

Питання про однорідність даних виникає і при розгляді часу простою на прикордонних переходах для окремих транспортних зон. Перед визначенням закономірностей зміни тривалості простою на прикордонних переходах необхідно встановити наскільки різними є простої для різних транспортних зон. Для цього було проведено однофакторний дисперсійний аналіз для всіх транспортних зон, табл. 3.9, 3.10.

Таблиця 3.9 – Результати дисперсійного аналізу часу простою на пунктах пропуску через державний кордон для всіх транспортних зон на території СНД

Напрямок перевезення	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Експорт (прямий напрямок)	6,560	2,108
Імпорт (зворотний напрямок)	6,548	2,108

Таблиця 3.10 – Результати дисперсійного аналізу часу простою на пунктах пропуску через державний кордон для всіх транспортних зон країн ЄС

Напрямок перевезення	Значення критерію Фішера	
	розрахункове	критичне
Експорт (прямий напрямок)	5,565	3,044
Імпорт (зворотний напрямок)	17,058	3,044

Наведені результати вказують на перевищення критичного значення критерію Фішера розрахунковим у всіх випадках. Таким чином, гіпотеза про приналежність часу простою на прикордонних переходах різних транспортних зон до однієї генеральної сукупності спростовується [58] як для зон на території СНД, так і на території ЄС. Як наслідок, вид і параметри теоретичного закону розподілу часу простою транспортних засобів на прикордонних переходах необхідно визначати окремо як для кожної транспортної зони, так і для прямого та зворотного напрямків перевезення.

Пошук закону, найбільш придатного для опису величини часу простою на прикордонних переходах, був виконаний за допомогою програми STATISTICA 10 [2, 110]. Приклад побудови теоретичного та емпіричного розподілів часу простою на прикордонних переходах, які перетинаються при перевезеннях з транспортної зони з центром в м. Ростов-на-Дону, наведений на рис. 3.9, для транспортної зони «Німеччина» – на рис. 3.10.

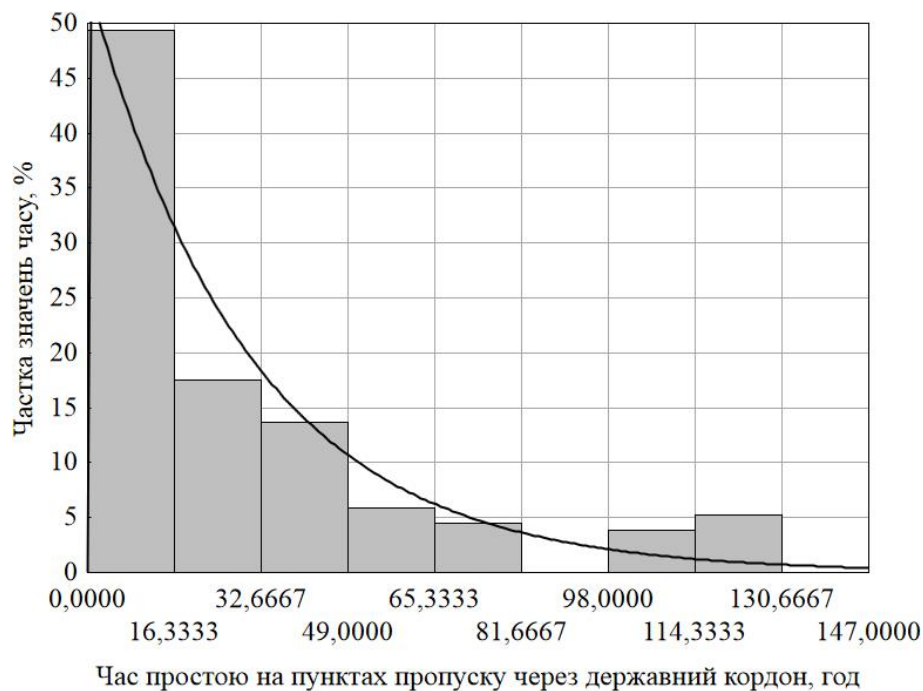


Рисунок 3.9 – Показниковий розподіл, придатний для опису часу простою на прикордонних переходах при перевезеннях з транспортної зони з центром в м. Ростов-на-Дону

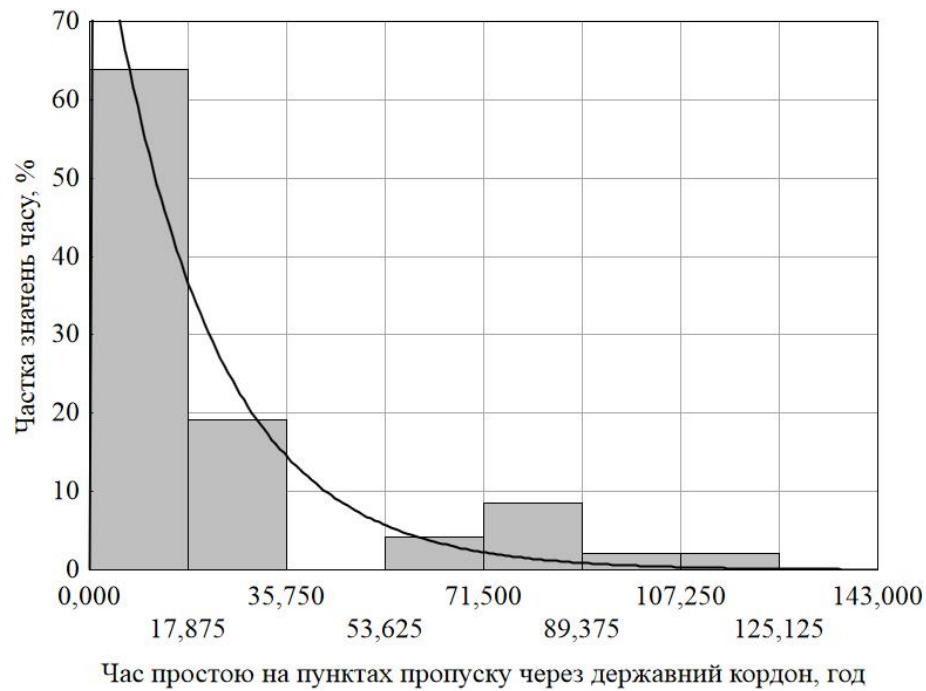


Рисунок 3.10 – Показниковий розподіл, придатний для опису часу простою на прикордонних переходах при перевезеннях з транспортної зони «Німеччина»

В усіх випадках тривалість наднормативного простою транспортного засобу на пунктах пропуску через державний кордон виявилась такою, яка може бути описана показниковим законом розподілу, табл. 3.11, 3.12. Гіпотеза про відповідність емпіричного та теоретичного законів перевірялась з використанням тестів Колмогорова-Смирнова та χ^2 Пірсона на рівні значущості 5 % [58].

Таблиця 3.11 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу простою на пунктах пропуску через державний кордон України з СНД

Центр транспортної зони	Напрямок перевезення	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
1	2	3	4	5	6
Санкт-Петербург	прямий (експорт)	0,036	0,059	18,076	0,052
	зворотний (імпорт)	0,023	0,049	8,377	0,058

Закінчення таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6
Москва	прямий (експорт)	0,047	0,016	2,558	0,110
	зворотний (імпорт)	0,029	0,064	6,700	0,153
Самара	прямий (експорт)	0,028	0,044	1,726	0,422
	зворотний (імпорт)	0,021	0,090	18,712	0,052
Челябінськ	прямий (експорт)	0,045	0,077	3,002	0,083
	зворотний (імпорт)	0,024	0,001	17,821	0,051
Омськ	прямий (експорт)	0,035	0,078	7,498	0,053
	зворотний (імпорт)	0,027	0,039	8,526	0,074
Ростов-на-Дону	прямий (експорт)	0,085	0,028	2,551	0,110
	зворотний (імпорт)	0,033	0,077	7,487	0,112
Вороніж	прямий (експорт)	0,045	0,098	15,434	0,050
	зворотний (імпорт)	0,040	0,040	3,909	0,142

Таблиця 3.12 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу простою на пунктах пропуску через державний кордон України з ЄС

Транспортна зона	Напрямок перевезення	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Італія	прямий (експорт)	0,118	0,055	5,343	0,050
	зворотний (імпорт)	0,061	0,079	3,843	0,059
Німеччина	прямий (експорт)	0,128	0,026	6,835	0,052
	зворотний (імпорт)	0,052	0,109	0,590	0,442
Польща	прямий (експорт)	0,200	0,067	5,507	0,053
	зворотний (імпорт)	0,200	0,067	5,507	0,053

З даними обох наведених таблиць видно, що для різних транспортних зон і напрямків перевезення параметр показникового закону суттєво відрізняється, що узгоджується з результатами дисперсійного аналізу та підтверджує коректність

зонування регіонів виконання міжнародних перевезень.

Через існування в практиці укладання договорів на міжнародні перевезення вимоги щодо загального часу виконання початкових і кінцевих операцій з доставки вантажу, не пов'язаних з рухом автомобіля (48 годин при перевезеннях до країн СНД та 24 години – до країн ЄС), окремий інтерес представляє дослідження середнього в прямому та зворотному напрямках та сумарного часу простою при виконанні перевезень.

Середню тривалість простою для кожного напрямку доцільно розраховувати на основі тривалостей трьох основних простоїв, безпосередньо не пов'язаних з рухом автомобіля: 1) простій транспортного засобу під навантаженням та митним оформленням в країні відправлення; 2) простій при проходженні через пункт пропуску через державний кордон; 3) простій під розвантаженням та митним оформленням в країні прибуття. Після розрахунку потрібних середніх значень була здійснена перевірка їх відповідності показниковому розподілу, оскільки даному закону відповідають як час митного оформлення, так і час проходження пунктів пропуску через державний кордон. Приклад результатів перевірки для зон «Самара» та «Польща» наведені на рисунках 3.11 та 3.12.

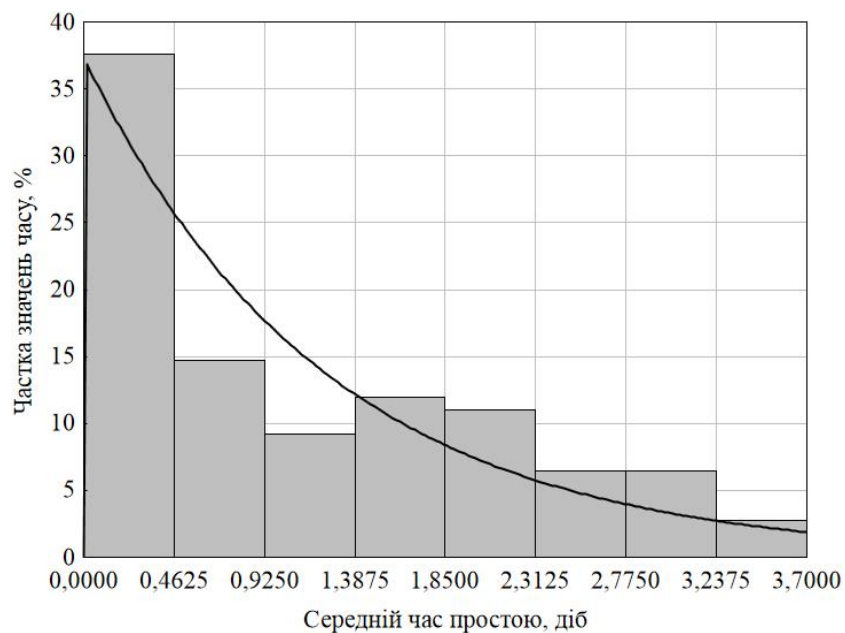


Рисунок 3.11 – Показниковий розподіл, придатний для опису середнього часу простою при перевезеннях до транспортної зони з центром в м. Самара

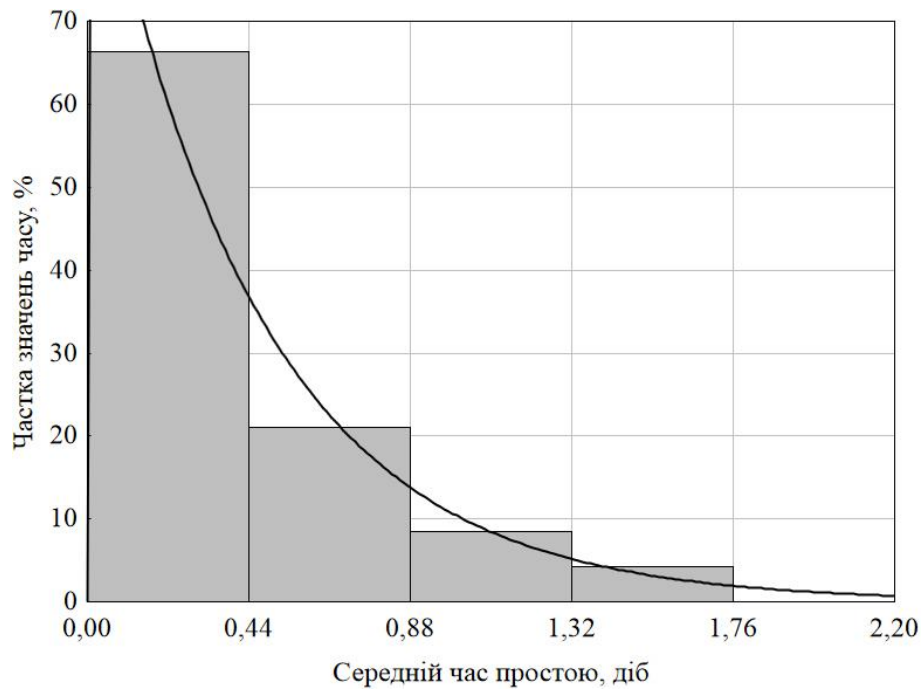


Рисунок 3.12 – Показниковий розподіл, придатний для опису середнього часу простою при перевезеннях до транспортної зони «Польща»

Результати перевірки для інших зон на території СНД та ЄС виявились аналогічними. Параметри розподілу та значення критеріїв згоди наведені в таблицях 3.13 та 3.14.

Таблиця 3.13 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису середнього часу простою, не пов'язаного з рухом автомобіля, при перевезеннях до країн СНД

Центр транспортної зони	Напрямок перевезення	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
1	2	3	4	5	6
Санкт-Петербург	прямий	0,616	0,078	38,039	0,053
	зворотний	0,817	0,123	74,174	0,050
Москва	прямий	1,233	0,035	7,005	0,058
	зворотний	0,844	0,071	24,503	0,054

Закінчення таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6
Самара	прямий	0,808	0,064	9,738	0,083
	зворотний	0,542	0,017	0,329	0,566
Челябінськ	прямий	0,890	0,006	0,036	0,850
	зворотний	0,646	0,042	28,092	0,055
Омськ	прямий	0,860	0,028	2,018	0,155
	зворотний	0,708	0,101	29,521	0,054
Ростов-на-Дону	прямий	1,011	0,097	30,455	0,052
	зворотний	0,788	0,101	24,829	0,051
Вороніж	прямий	1,077	0,045	2,778	0,427
	зворотний	1,008	0,031	3,140	0,370

Примітка. У стовпчику «Напрямок перевезення» під прямим напрямком перевезення мається на увазі експорт вантажу з України, під зворотним – імпорт до України.

Таблиця 3.14 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису середнього часу простою, не пов'язаного з рухом автомобіля, при перевезеннях до країн ЄС

Транспортна зона	Напрямок перевезення	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Італія	прямий	2,054	0,152	5,923	0,115
	зворотний	1,786	0,116	4,502	0,212
Німеччина	прямий	2,009	0,101	1,512	0,469
	зворотний	1,467	0,060	1,856	0,603
Польща	прямий	2,230	0,038	0,665	0,717
	зворотний	2,230	0,038	0,668	0,717

Примітка. У стовпчику «Напрямок перевезення» під прямим напрямком перевезення мається на увазі експорт вантажу з України, під зворотним – імпорт до України.

За результатами перевірки можна стверджувати, що середній час простою, не пов'язаний з рухом автомобіля, можна описати показниковим розподілом. Дана гіпотеза не спростовується в жодній із зон на рівні значущості 5 %.

Стосовно ж сумарного часу простою при виконанні оборотного рейсу логічною виглядає гіпотеза про те, що він матиме гама-розподіл або розподіл Ерланга як результат сумування показниково розподілених складових. Приклад результатів перевірки даної гіпотези для зони з центром у Омську та для зони «Німеччина» наведені на рис. 3.13 та 3.14 відповідно. Для всіх інших зон в СНД та ЄС результати виявились аналогічними, параметри гама-розподілу наведені в таблицях 3.15 та 3.16.

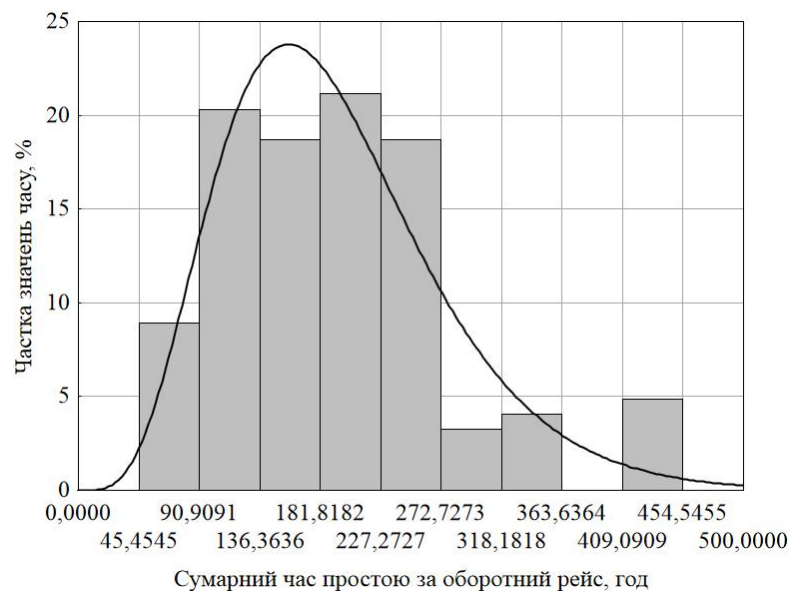


Рисунок 3.13 – Гама-розподіл, придатний для опису сумарного часу простою за оборотний рейс при перевезеннях до транспортної зони з центром в м. Омськ

Таблиця 3.15 – Параметри гама-розподілу, придатного для опису сумарного часу простою при перевезеннях до країн СНД

Центр транспортної зони	Параметри розподілу:		Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
	параметр масштабу	параметр форми			
1	2	3	4	5	6
Санкт-Петербург	36,241	4,385	0,032	4,933	0,294

Закінчення таблиці 3.15

1	2	3	4	5	6
Москва	31,343	4,907	0,011	0,341	0,843
Самара	76,215	2,498	0,049	5,608	0,058
Челябінськ	33,794	6,169	0,042	1,108	0,775
Омськ	35,522	5,438	0,039	7,454	0,114
Ростов-на-Дону	46,603	3,316	0,030	2,971	0,396
Вороніж	47,448	2,769	0,098	17,949	0,052

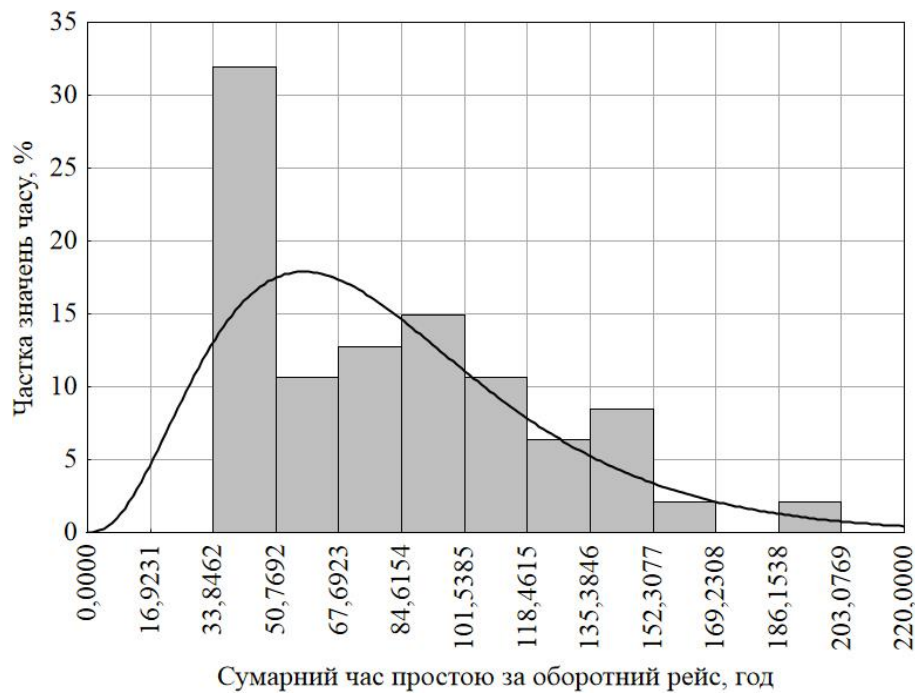


Рисунок 3.14 – Гама-розподіл, придатний для опису сумарного часу простою за оборотний рейс при перевезеннях до транспортної зони «Німеччина»

Таблиця 3.16 – Параметри гама-розподілу, придатного для опису сумарного часу простою при перевезеннях до країн ЄС

Транспортна зона	Параметри розподілу:		Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
	параметр масштабу	параметр форми			
1	2	3	4	5	6
Італія	18,953	3,737	0,102	4,481	0,345

Закінчення таблиці 3.16

1	2	3	4	5	6
Німеччина	22,923	3,537	0,106	2,528	0,470
Польща	26,148	2,474	0,076	8,145	0,050

За отриманими даними можна стверджувати, що гіпотеза про придатність гама-розподілу для опису сумарного часу простою при виконанні перевезень до всіх досліджуваних транспортних зон не була спростована.

Згідно з результатами виділення випадкових складових транспортного процесу у підрозділі 2.3 наступним кроком потрібно дослідити тривалість очікування підходящої заявки на зворотне (з-за кордону до України) перевезення вантажу. Через схожість даної величини за своєю суттю з часом очікування в черзі в системі масового обслуговування при пуасонівському потоці відповідних заявок, вона за умовами виникнення може мати показниковий розподіл. Перевірка даної гіпотези була здійснена за допомогою критеріїв Колмогорова-Смирнова та Пірсона. Приклад відповідності між теоретичним та емпіричним розподілами для транспортної зони з центром в м. Вороніж наведений на рис. 3.15. Серед транспортних зон Європи для прикладу була обрана «Італія», рис. 3.16.

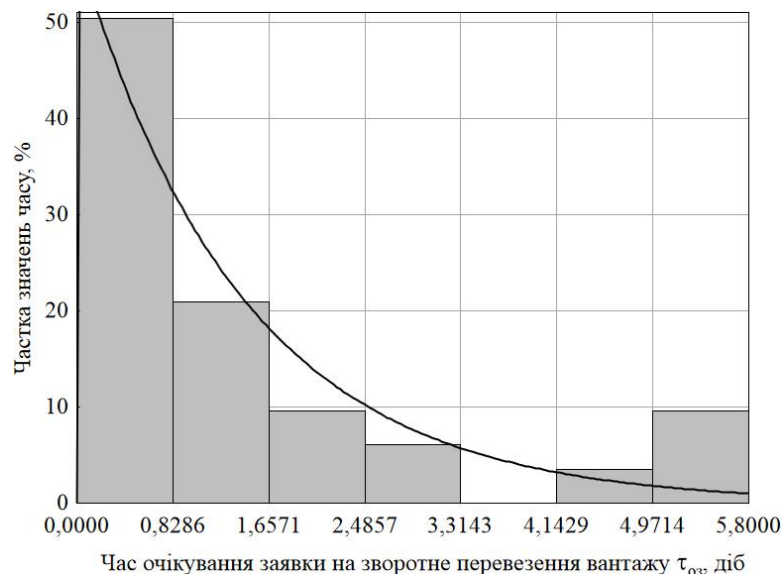


Рисунок 3.15 – Показниковий розподіл, придатний для опису часу очікування заявки на зворотне перевезення вантажу з транспортної зони з центром в м. Вороніж

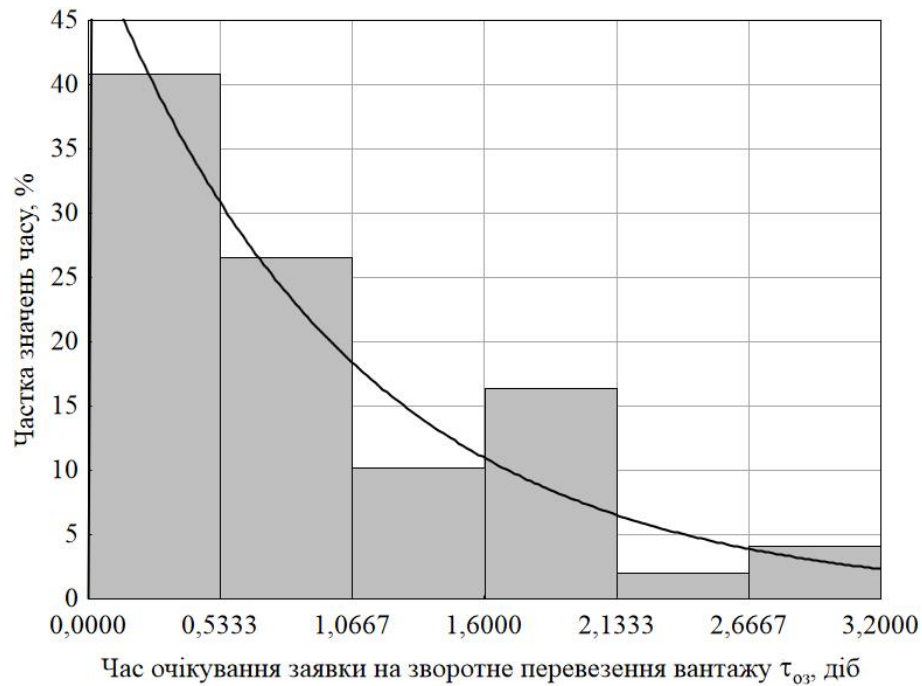


Рисунок 3.16 – Показниковий розподіл, придатний для опису часу очікування заявки на зворотне перевезення вантажу з транспортної зони «Італія»

Результати перевірки для інших міст виявились аналогічними. Параметри відповідних показникових розподілів наведені в таблицях 3.17 та 3.18.

Таблиця 3.17 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу очікування заявки на зворотне перевезення вантажу з країн СНД

Центр транспортної зони	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Санкт-Петербург	0,479	0,068	28,689	0,053
Москва	0,710	0,031	5,322	0,070
Самара	0,507	0,101	13,627	0,054
Челябінськ	0,263	0,089	6,445	0,168
Омськ	0,290	0,074	14,458	0,051
Ростов-на-Дону	0,491	0,039	2,316	0,510
Вороніж	0,698	0,075	4,838	0,184

Таблиця 3.18 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису часу очікування заявки на зворотне перевезення вантажу з країн ЄС

Транспортна зона	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Італія	0,969	0,065	0,749	0,688
Німеччина	1,382	0,071	0,825	0,364
Польща	4,320	0,075	0,780	0,067

Згідно з даними таблиць 3.17 та 3.18 гіпотезу про можливість використання показникового розподілу для опису часу очікування заявки на зворотне перевезення вантажу можна вважати підтвердженою.

Наступною випадковою складовою транспортного процесу, виділеною в підрозділі 2.3, є дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження. Пошук закону розподілу, придатного для опису даної величини, дозволив встановити, що серед відомих теоретичних розподілів найбільш підходящим для цього виявився показниковий. Приклади перевірки відповідності даному закону дальності подачі автомобіля у зонах «Санкт-Петербург» (на території СНД) та «Польща» (на території ЄС) наведені на рис. 3.17 та 3.18.

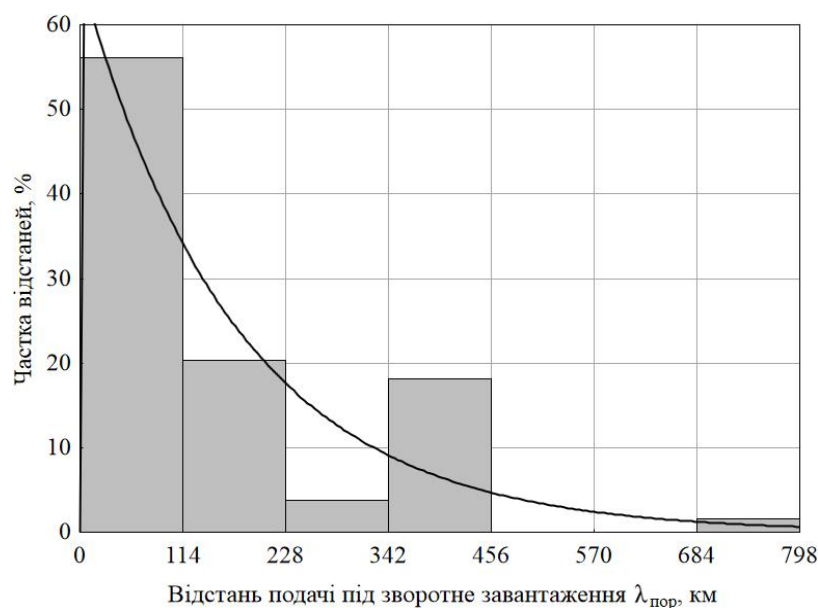


Рисунок 3.17 – Показниковий розподіл, придатний для опису дальності подачі автомобіля під зворотне завантаження у зоні із центром в м. Санкт-Петербург

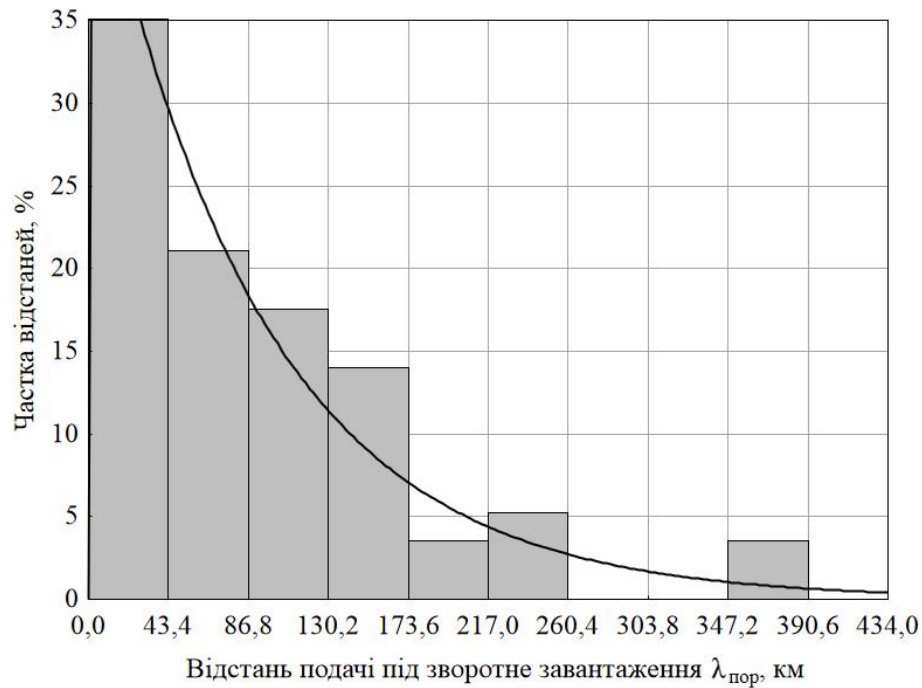


Рисунок 3.18 – Показниковий розподіл, придатний для опису дальності подачі автомобіля під зворотне завантаження у транспортній зоні «Польща»

Результати перевірки для інших зон носять аналогічний характер, отримані параметри показникового розподілу наведені в таблицях 3.19 та 3.20.

Таблиця 3.19 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису відстані подачі автомобіля під зворотне завантаження в зонах на території СНД

Центр транспортної зони	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Санкт-Петербург	0,0058	0,078	26,021	0,055
Москва	0,0080	0,050	10,077	0,056
Самара	0,0041	0,097	32,731	0,054
Челябінськ	0,0018	0,088	2,052	0,726
Омськ	0,0011	0,052	3,458	0,063
Ростов-на-Дону	0,0060	0,081	18,135	0,052
Вороніж	0,0063	0,042	3,140	0,076

Таблиця 3.20 – Параметри показникового розподілу, придатного для опису відстані подачі автомобіля під зворотне завантаження в зонах на території ЄС

Транспортна зона	Параметр розподілу	Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
Італія	0,0090	0,077	0,895	0,925
Німеччина	0,0133	0,099	9,388	0,052
Польща	0,0110	0,054	2,411	0,492

Таким чином, гіпотеза про можливість опису величини відстані подачі автомобіля під зворотне завантаження не спростовується в жодній з транспортних зон.

Ще однією випадковою величиною, виділеною у підрозділі 2.3, є тариф на перевезення вантажу в зворотному напрямку. При пошуку закономірностей у значеннях $\zeta_{зв}$ було встановлено, що дана величина може бути описана гамма-розподілом. Приклад побудови її еміричного розподілу та кривої щільності гамма-розподілу для зони із центром у м. Челябінськ наведений на рисунку 3.19.

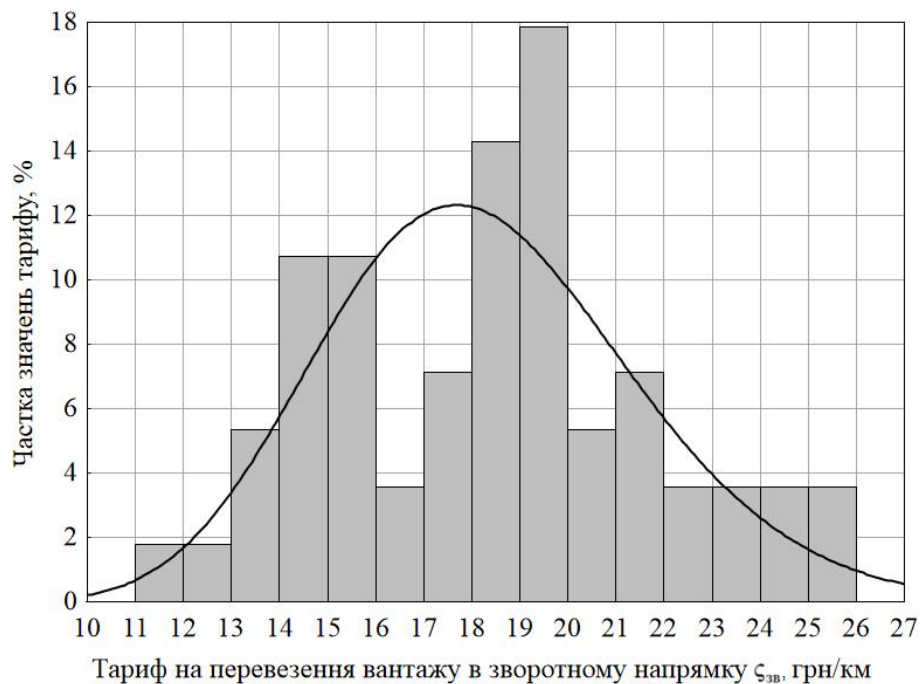


Рисунок 3.19 – Гамма-розподіл, придатний для опису тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку з транспортної зони із центром у м. Челябінськ

Аналогічний графік для зони «Італія», що відноситься до ЄС, наведений на рис. 3.20.

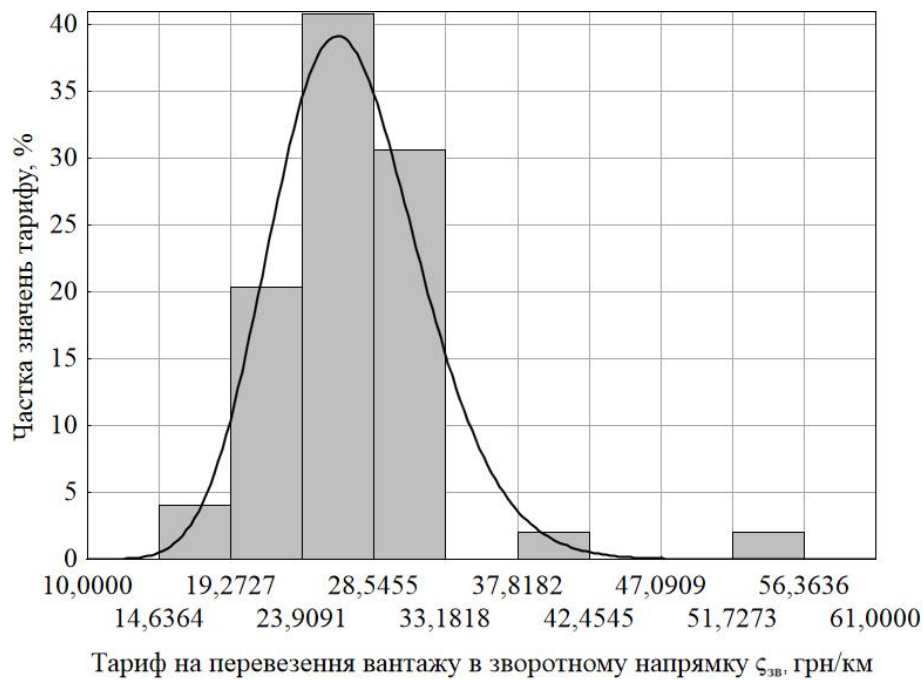


Рисунок 3.20 – Гама-розподіл, придатний для опису тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку з транспортної зони «Італія»

Для всіх інших зон результати побудови графіків є аналогічними та наведені в таблицях 3.21, 3.22.

Таблиця 3.21 – Параметри гама-розподілу, придатного для опису тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку із зон на території СНД

Центр транспортної зони	Параметри розподілу:		Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
	параметр масштабу	параметр форми			
1	2	3	4	5	6
Санкт-Петербург	0,850	32,135	0,042	6,767	0,562
Москва	0,942	24,358	0,036	1,969	0,161

Закінчення таблиці 3.21

Самара	1,156	14,365	0,084	10,868	0,054
Челябінськ	0,589	31,025	0,080	8,254	0,143
Омськ	0,581	27,249	0,011	0,257	0,879
Ростов-на-Дону	3,655	6,370	0,028	1,994	0,920
Вороніж	12,295	3,395	0,082	26,499	0,051

Таблиця 3.22 – Параметри гама-розподілу, придатного для опису тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку із зон на території ЄС

Транспортна зона	Параметри розподілу:		Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Величина тесту χ^2	Ймовірність тесту χ^2
	параметр масштабу	параметр форми			
Італія	0,847	31,889	0,063	2,702	0,100
Німеччина	0,127	207,878	0,038	1,295	0,862
Польща	1,476	19,233	0,058	8,525	0,130

Дані таблиць 3.21 та 3.22 вказують на підтвердження гіпотези про можливість опису тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку із всіх досліджених зон.

Отримані в даному підрозділі закономірності дозволяють перейти до формування аналітичних виразів, які представлятимуть закон розподілу величини питомого прибутку АТП за оборотний рейс.

3.3 Формування функції та щільності розподілу питомого прибутку за оборотний рейс

З огляду на встановлені в попередньому підрозділі закономірності у значеннях випадкових складових процесу перевезень вантажів у міжнародному

сполученні можна отримати закон розподілу критерію ефективності виконання разового міжнародного перевезення – питомого прибутку перевізника за оборотний рейс.

Як стає зрозумілим з виразу (2.52) та з результатів досліджень у підрозділі 2.3, питомий прибуток $\pi_{об}$ є випадковою величиною, яка залежить від декількох інших випадкових величин:

- часу очікування (або пошуку) заявки на перевезення вантажу в зворотному напрямку $\tau_{оз}$;
- дальності подачі автомобіля під зворотне завантаження $\lambda_{пор}$, яка являє собою довжину порожнього пробігу при отриманні заявки на перевезення в зворотному напрямку (з-за кордону до України);
- довжини рейсу в зворотному напрямку $\lambda_{зв}$;
- тарифу на перевезення вантажу в зворотному напрямку $\zeta_{зв}$;
- часів простою автомобіля на пунктах пропуску через державний кордон, під навантаженням-розвантаженням та під митним оформленням.

При цьому передбачається, що довжина рейсу в прямому напрямку $l_{пр}$ є постійною (невипадковою) величиною, оскільки стає відомою перевізнику до початку перевезення.

Для отримання аналітичних виразів функції та щільності розподілу величини питомого прибутку $\pi_{об}$, у його складових (2.53) та (2.54) для зручності доцільно

ввести заміни $X_{об} = \sum_{j=1}^{n_{пр}} s_{прj} \cdot \tau_{ннj} + \sum_{j=1}^{n_{зв}} s_{звj} \cdot \tau_{ннj}$ та $Y_{об} = \sum_d (t_{мовd} + t_{мопd} + t_{нд} + t_{рд} + t_{пнд})$ і переписати їх як

$$\Delta = (\zeta_{зв} - c_{вант}) \cdot \lambda_{зв} - c_{пор} \cdot \lambda_{пор} + X_{об}, \quad (3.1)$$

$$\Psi = (1 + k_t) \cdot \frac{l_{пр}}{v_{вант}} + \tau_{оз} + \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} + (1 + k_t) \cdot \frac{\lambda_{зв}}{v_{вант}} + Y_{об}, \quad (3.2)$$

де $X_{об}$ – додатковий дохід АТП від виконання рейсу в прямому та зворотному напрямках, не пов'язаний з перевезенням вантажу;

$Y_{об}$ – складова часу доставки, безпосередньо не пов'язана з рухом вантажу.

Для параметрів законів розподілу випадкових величин, які зазначені у вищенаведеному переліку та входять до складу виразів (3.1) і (3.2), можна ввести наступні позначення:

- υ – параметр показникового розподілу величини $\tau_{оз}$;
- γ – параметр показникового розподілу величини $\lambda_{пор}$;
- $(n; \lambda)$ – параметри гама-розподілу величини $\zeta_{зв}$;
- $(l; \mu)$ – параметри гама-розподілу величини $Y_{об}$.

Довжину рейсу в зворотному напрямку $\lambda_{зв}$, спираючись на вираз (2.15), можна записати як

$$\lambda_{зв} = \sqrt{l_{пр}^2 + \lambda_{пор}^2 - 2 \cdot l_{пр} \cdot \lambda_{пор} \cdot \cos \varphi}. \quad (3.3)$$

З урахуванням виразів (2.52), (3.1), (3.2) функція розподілу питомого прибутку буде мати вигляд

$$\begin{aligned} F(t) = P(\Pi_{об} \leq t) = P\left\{ \frac{(T_{пр} - c_{вант}) \cdot l_{пр} + \Delta}{\Psi} - c_{пост} \leq t \right\} = P\left\{ (T_{пр} - c_{вант}) \cdot l_{пр} + \right. \\ \left. + \Delta \leq \Psi \cdot (c_{пост} + t) \right\} = P\left\{ (T_{пр} - c_{вант}) \cdot l_{пр} + X_{об} + (\zeta_{зв} - c_{вант}) \cdot \lambda_{зв} - c_{пор} \cdot \lambda_{пор} - \right. \\ \left. - (t + c_{пост}) \cdot (1 + k_t) \cdot \frac{l_{пр}}{v_{вант}} - (t + c_{пост}) \cdot (1 + k_t) \cdot \frac{\lambda_{зв}}{v_{вант}} - (t + c_{пост}) \cdot \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} - \right. \\ \left. - (t + c_{пост}) \cdot Y_{об} \leq (t + c_{пост}) \cdot \tau_{оз} \right\} = P\left\{ \tau_{оз} \geq \left[(T_{пр} - c_{вант}) \cdot l_{пр} + X_{об} + (\zeta_{зв} - \right. \right. \\ \left. \left. - c_{вант}) \cdot \lambda_{зв} - c_{пор} \cdot \lambda_{пор} \right] \cdot (t + c_{пост})^{-1} - \left(\frac{1 + k_t}{v_{вант}} \right) \cdot (l_{пр} + \lambda_{зв}) - \frac{\lambda_{пор}}{v_{пор}} - Y_{об} \right\}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

У зв'язку з тим, що більшість транспортних зон, до яких доставляється вантаж прямим рейсом з України, не мають територіальних обмежень, поява

вантажу у будь-якому напрямку відносно пункту призначення прямого рейсу φ може вважатися рівномірно розподіленою на $[0; 2\pi]$. Беручи до уваги розподіли $\tau_{\text{об}}$, $\lambda_{\text{пор}}$, $\lambda_{\text{зв}}$, $\zeta_{\text{зв}}$, $Y_{\text{об}}$ і їх параметри, функцію розподілу можна записати як

$$\begin{aligned}
 F_{\Pi_{\text{об}}}(t) = P(\Pi_{\text{об}} \leq t) = & \int_0^{\infty} \frac{\lambda^n \cdot \zeta_{\text{зв}}^{n-1}}{(n-1)!} \cdot e^{-\lambda \cdot \zeta_{\text{зв}}} d\zeta_{\text{зв}} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\mu^l \cdot Y_{\text{об}}^{l-1}}{(l-1)!} \cdot e^{-\mu \cdot Y_{\text{об}}} dY_{\text{об}} \times \\
 & \times \int_0^{\infty} \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}}} d\lambda_{\text{пор}} \cdot \exp\{-\nu \cdot [(T_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}} + X_{\text{об}} + (\zeta_{\text{зв}} - c_{\text{вант}})] \times \\
 & \times \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} - c_{\text{пор}} \cdot \lambda_{\text{пор}}\} \cdot (t + c_{\text{пост}})^{-1} - \\
 & - \left(\frac{1 + k_t}{v_{\text{вант}}} \right) \cdot \left(l_{\text{пр}} + \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} \right) - \frac{\lambda_{\text{пор}}}{v_{\text{пор}}} - Y_{\text{об}} \} \frac{d\varphi}{2\pi}
 \end{aligned} \quad (3.5)$$

При цьому щільність розподілу питомого прибутку матиме вигляд

$$\begin{aligned}
 f_{\Pi_{\text{об}}}(t) = & \int_0^{\infty} \frac{\lambda^n \cdot \zeta_{\text{зв}}^{n-1}}{(n-1)!} \cdot e^{-\lambda \cdot \zeta_{\text{зв}}} d\zeta_{\text{зв}} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\mu^l \cdot Y_{\text{об}}^{l-1}}{(l-1)!} \cdot e^{-\mu \cdot Y_{\text{об}}} dY_{\text{об}} \times \\
 & \times \int_0^{\infty} \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}}} d\lambda_{\text{пор}} \cdot \int_0^{2\pi} \exp\{-\nu \cdot [(T_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}} + X_{\text{об}} + (\zeta_{\text{зв}} - c_{\text{вант}})] \times \\
 & \times \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} - c_{\text{пор}} \cdot \lambda_{\text{пор}}\} \cdot (t + c_{\text{пост}})^{-1} - \\
 & - \left(\frac{1 + k_t}{v_{\text{вант}}} \right) \cdot \left(l_{\text{пр}} + \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} \right) - \frac{\lambda_{\text{пор}}}{v_{\text{пор}}} - Y_{\text{об}} \} \times \\
 & \times \nu \cdot [(T_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}} + X_{\text{об}} + (\zeta_{\text{зв}} - c_{\text{вант}}) \cdot \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} - \\
 & - c_{\text{пор}} \cdot \lambda_{\text{пор}}] \cdot (t + c_{\text{пост}})^{-2} \frac{d\varphi}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \left(\frac{\lambda^n \cdot \zeta_{\text{зв}}^{n-1}}{(n-1)!} \cdot e^{-\lambda \cdot \zeta_{\text{зв}}} \right) \cdot \left(\frac{\mu^l \cdot Y_{\text{об}}^{l-1}}{(l-1)!} \cdot e^{-\mu \cdot Y_{\text{об}}} \right) \times \\
 & \times \left(\gamma \cdot e^{-\gamma \cdot \lambda_{\text{пор}}} \right) \cdot \exp\{-\nu \cdot [(T_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}} + X_{\text{об}} + (\zeta_{\text{зв}} - c_{\text{вант}})] \times \\
 & \times \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} - c_{\text{пор}} \cdot \lambda_{\text{пор}}\} \cdot (t + c_{\text{пост}})^{-1} - \\
 & - \left(\frac{1 + k_t}{v_{\text{вант}}} \right) \cdot \left(l_{\text{пр}} + \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} \right) - \frac{\lambda_{\text{пор}}}{v_{\text{пор}}} - Y_{\text{об}} \} \times \\
 & \times \nu \cdot [(T_{\text{пр}} - c_{\text{вант}}) \cdot l_{\text{пр}} + X_{\text{об}} + (\zeta_{\text{зв}} - c_{\text{вант}}) \cdot \sqrt{l_{\text{пр}}^2 + \lambda_{\text{пор}}^2 - 2 \cdot l_{\text{пр}} \cdot \lambda_{\text{пор}} \cdot \cos \varphi} - \\
 & - c_{\text{пор}} \cdot \lambda_{\text{пор}}] \cdot (t + c_{\text{пост}})^{-2} d\zeta_{\text{зв}} dY_{\text{об}} d\lambda_{\text{пор}} d\varphi
 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Як видно із отриманих функції та щільності розподілу $p_{об}$, вони не збігаються із жодним аналітичним виразом для відомих законів розподілу. Їх дослідження представляє практичний інтерес, адже дані вирази є вичерпною характеристикою $p_{об}$ як випадкової величини, котра здатна забезпечити перевізників оцінкою прибутковості того чи іншого напрямку або маршруту перевезення вантажу та потенційних ризиків, пов'язаних з виконанням перевезення.

Висновки по третьому розділу

1. При застосуванні розробленої методики виділення напрямків перевезення вантажів основою для розрахунків став показниковий розподіл, придатний для опису відстаней подачі автомобілів під зворотне завантаження. В результаті були виділені транспортні зони, які є досить ізольованими і вельми однорідними з транспортної точки зору об'єктами, що дозволяє використовувати їх для оцінки економічної ефективності напрямків перевезень вантажів. Додатково в ході зонування було встановлено, що в окремих випадках при прийнятті рішень про призначення нових транспортних зон необхідно перевіряти фактичними даними теоретичні ймовірності перетину їх меж при подачі автомобілів до місця зворотного завантаження.

2. За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що для всіх транспортних зон час очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, час простою на митних пунктах пропуску, час простою на пунктах пропуску через державний кордон можуть бути описані показниковим розподілом, а тариф на перевезення вантажу в зворотному напрямку та сумарний час простоїв, безпосередньо не пов'язаних з рухом автомобіля, – гама-розподілом.

3. Отримані вирази для функції та щільності розподілу величини питомого прибутку не збігаються із жодним з відомих законів розподілу випадкових величин. Їх дослідження дасть можливість забезпечити перевізників оцінкою прибутковості того чи іншого напрямку або маршруту перевезення вантажу та потенційних ризиків, пов'язаних з виконанням перевезення.

Основні результати проведених досліджень в рамках даного розділу опубліковані в роботах [1-3, 5, 7, 9].

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОНАННЯ РАЗОВИХ
МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

4.1 Дослідження закономірностей розподілу питомого прибутку від разових перевезень вантажів

Питомий прибуток АТП за оборотний рейс являє собою специфічну випадкову величину, знання закономірностей у значеннях якої дозволить отримувати ймовірнісну оцінку результатів та ризиків при виконанні рейсів в кожному з можливих напрямів міжнародних перевезень вантажів і вибирати серед них найбільш ефективні при відомих умовах укладання договору на перевезення і поточних цінах на відповідних ринках здійснення транспортного процесу.

Через те, що щільність ймовірності (4.6) не відповідає жодному з відомих законів розподілу випадкових величин, доцільно провести її експериментальне дослідження по напрямках виконання перевезень. Для цього потрібно:

- сформуванати перелік напрямків, дані про перевезення до яких будуть слугувати вхідною інформацією для проведення експерименту;
- виділити фактори, які відомі перевізнику до початку перевезення, є визначальними при прийнятті рішення про його виконання та суттєво впливають на величину питомого прибутку $\pi_{об}$;
- сформуванати план повного факторного експерименту;
- провести повний факторний експеримент;
- проаналізувати результати та сформуванати практичні рекомендації для перевізників щодо використання щільності ймовірності $\pi_{об}$.

Об'єктом проведення експериментальних досліджень є виконання рейсів з України у міжнародному сполученні за умови, що український перевізник не має право на виконання перевезень вантажів у внутрішньому сполученні тих країн, до

яких він доставляє вантаж прямим рейсом. У цьому випадку єдиним варіантом поведінки перевізника є отримання вантажу у зворотному напрямку – до України, та оборотний рейс практично завжди складається з двох їздок автомобіля з вантажем. Така схема роботи характерна для переважної більшості українських перевізників, що працюють на ринку міжнародних перевезень вантажів.

Перелік напрямків, прибутковість яких буде досліджуватись, відповідає виділеним транспортним зонам на території СНД та ЄС. Вихідні дані для проведення експерименту були сформовані за інформацією із зібраних разових заявок на перевезення за десятьма напрямками (зонами) та включали наступний перелік первинних та похідних техніко-експлуатаційних та економічних показників, які потрібні для виконання розрахунків за формулами (4.5) та (4.6): відстань перевезення у прямому напрямку (з України за її межі), км; тариф на виконання перевезень у прямому напрямку, грн/км; змінні витрати при виконанні завантаженого та порожнього пробігів, грн/км; постійні витрати, не пов'язані з пробігом автомобіля, грн/добу; час очікування зворотного завантаження в країні призначення вантажу, що перевозиться в прямому напрямку, діб; відстань подачі автомобіля під зворотне завантаження, км; середній час одного простою при виконанні рейсу в прямому та зворотному напрямках.

З метою формування плану повного факторного експерименту потрібно виділити фактори, які є визначальними при прийнятті рішення щодо доцільності здійснення доставки. Їх треба обирати серед тих, значення яких відомі при укладанні договору на виконання разового перевезення – це відстань та тариф на перевезення у прямому напрямку, змінні (при завантаженому та порожньому пробігах) та постійні (не пов'язані з пробігом) витрати на експлуатацію автомобіля. Це зумовлено тим, що згадане рішення повинне ґрунтуватись на фактичній інформації, відомій перед виконанням доставки та незалежній від умов отримання зворотного завантаження. Останні враховуються в щільності розподілу критерію $\pi_{об}$ через власні ймовірнісні характеристики – параметри розподілів, придатних для їх опису. Стосовно змінних і постійних витрат на експлуатацію автомобіля, то їх можна вважати константами через відносну стабільність цін на витратні

матеріали та ставок оплати праці водіїв і зборів, пов'язаних із здійсненням перевізної діяльності протягом кожного оборотного рейсу.

В результаті незалежними факторними ознаками для формування плану повного факторного експерименту для кожної окремої зони доставки вантажу доцільно обрати відстань та тариф на перевезення вантажу у прямому напрямку. З метою отримання найбільш повної інформації про вплив даних факторів на прибутковість перевезень за оборотний рейс, їх доцільно варіювати на трьох рівнях – мінімальному, модальному та максимальному значеннях для кожного напрямку перевезення. Це дозволить охарактеризувати варіацію результуючої ознаки за рахунок використання мінімального та максимального рівнів варіювання факторів та врахувати найбільш поширені умови виконання перевезень для виділених напрямків за рахунок варіювання факторів на модальних рівнях.

Таким чином, наступним постає завдання формування плану та проведення повного факторного експерименту типу 3^2 (два фактори на трьох рівнях) для кожного з виділених напрямів перевезень. Загальний вигляд плану для проведення такого типу експерименту представлений в табл. 4.1. В даній таблиці за допомогою позначень «min», «mode» та «max» закодовані мінімальне, модальне та максимальне значення факторів відповідно.

Таблиця 4.1 – Повнофакторний експеримент для двох факторів, що варіюються на трьох рівнях

Випро- бування	Матриця планування		Щільність питомого прибутку АТП за оборотний рейс $f_{п_{o,6}}(t)$
	Відстань перевезення у прямому напрямку $l_{пр}$, км	Тариф на перевезення у прямому напрямку $T_{пр}$, грн/км	
1	2	3	4
1	Min	min	$f_{п_{o,6}1}(t)$
2	Min	mode	$f_{п_{o,6}2}(t)$
3	Min	max	$f_{п_{o,6}3}(t)$
4	mode	min	$f_{п_{o,6}4}(t)$

Закінчення таблиці 4.1

1	2	3	4
5	mode	mode	$f_{п.о.5}(t)$
6	mode	max	$f_{п.о.6}(t)$
7	max	min	$f_{п.о.7}(t)$
8	max	mode	$f_{п.о.8}(t)$
9	max	max	$f_{п.о.9}(t)$

Матриці планування в розкодованому вигляді для кожного із виділених напрямів перевезень наведені в додатку Б. За результатами проведення експерименту для кожного із напрямів було отримано 9 кривих щільності розподілу питомого прибутку АТП за оборотний рейс. Дані криві зручно групувати по три в одній системі координат з огляду на вимоги до належного відображення в області побудови та за ознакою рівня варіювання першого фактору ($l_{пр}$). Розрахунки за експериментом виконувались у спеціалізованому математичному програмному пакеті MathCad [111]. Приклад розкодованої матриці планування та побудови графіків щільності ймовірності для напрямку «Італія» наведено в таблиці 4.2 та на рисунках 4.1 – 4.3 відповідно.

Таблиця 4.2 – Матриця планування експерименту для транспортної зони «Італія»

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	2	3
1	994	21,46
2	994	27,09
3	994	45,81
4	1794	21,46
5	1794	27,09
6	1794	45,81
7	3263	21,46

Закінчення таблиці 4.2

1	2	3
8	3263	27,09
9	3263	45,81

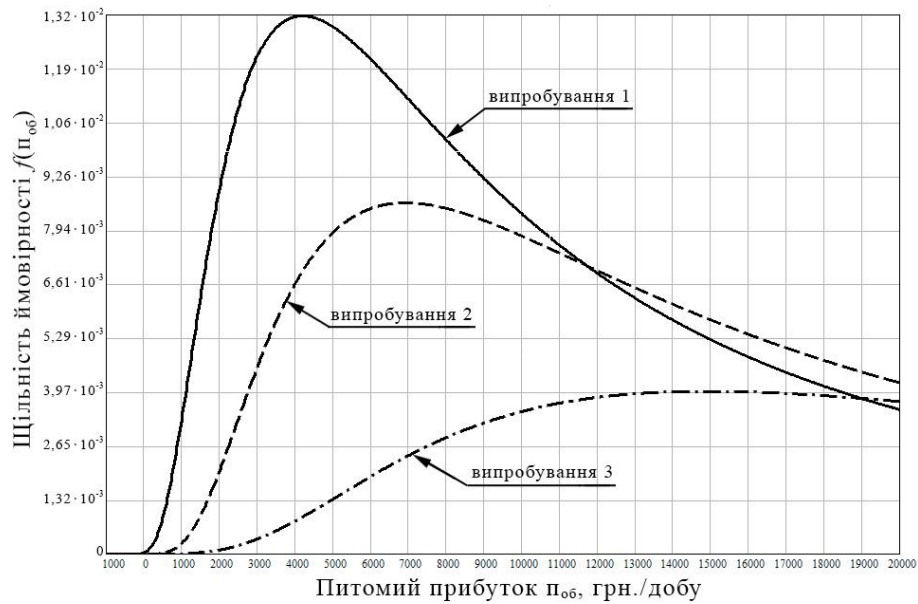


Рисунок 4.1 – Графіки щільності ймовірності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 1-3

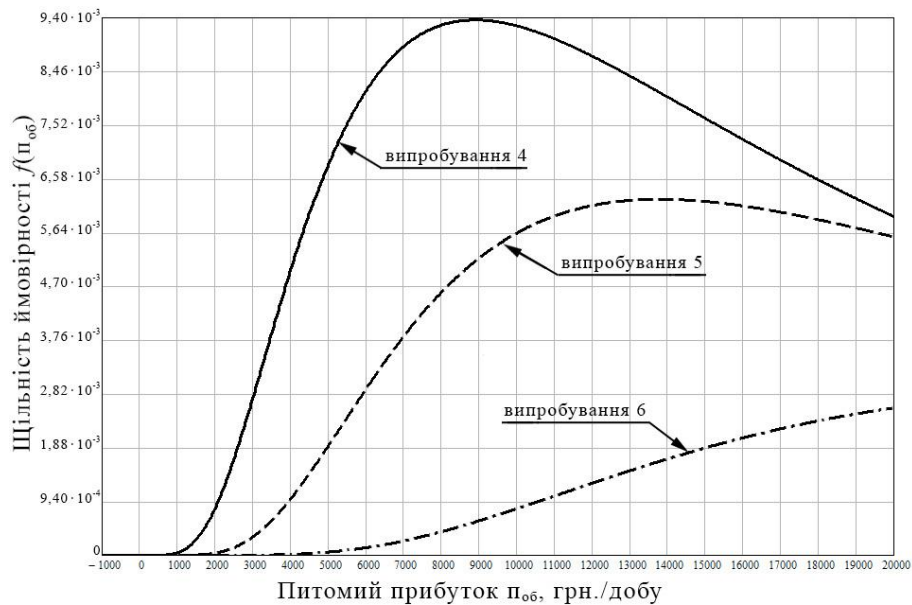


Рисунок 4.2 – Графіки щільності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 4-6

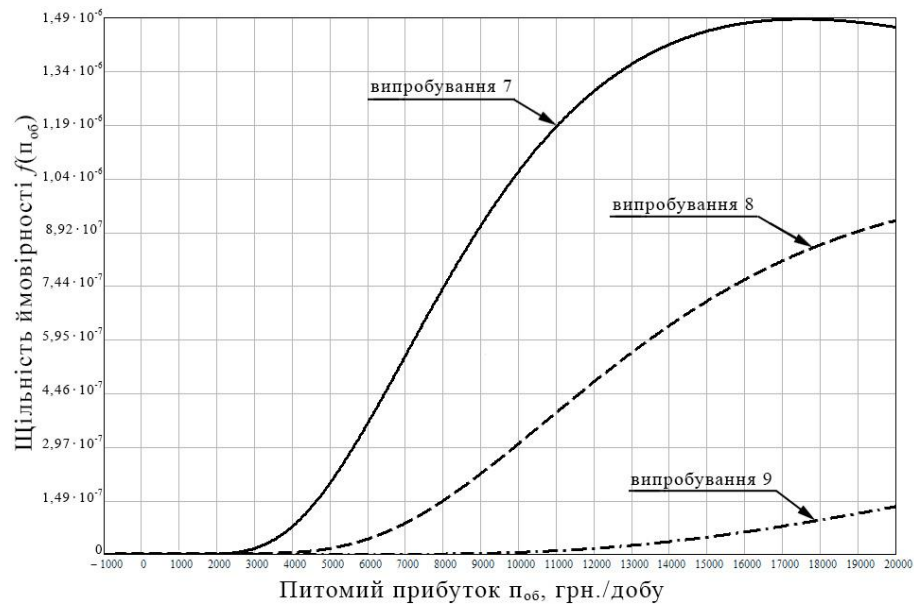


Рисунок 4.3 – Графіки щільності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 7-9

Криві для інших напрямків перевезень виявились аналогічними за формою та різняться лише кількісно, що відображається на розташуванні точки максимуму на графіку розподілу питомого прибутку (додаток В).

За результатами аналізу отриманих закономірностей було встановлено, що всі вони мають одну загальну тенденцію – зміщення кривої щільності ймовірності вправо поряд зі зменшенням крутизни її зростання та спаду і наближенням до горизонтальної осі по мірі збільшення значень факторів.

Окрім побудови власне графіків щільності розподілу питомого прибутку, можливою стала ймовірнісна оцінка ризиків при виконанні перевезень в розглянутих умовах. Величина критичного ризику, який складається у реалізації випадку, при якому перевізник замість прибутку отримує збитки в результаті виконання рейсу, оцінюється з використанням залежності (4.6) як ймовірність отримання від’ємного прибутку

$$P_{зб} = \int_{-\infty}^0 f_{п_{ог}}(t) dt. \quad (4.1)$$

Результати розрахунків за цією залежністю для кожного із проведених випробувань наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Оцінка критичних ризиків при виконанні перевезень за умовами випробувань проведеного експерименту

Транспортна зона	Ймовірність понести збитки від виконання перевезення на умовах випробування, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
СНД									
Санкт-Петербург	2,23	0,71	1,07	1,69	0,50	0,79	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Москва	2,75	3,86	0,80	0,11	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Самара	8,03	4,45	1,77	1,97	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Челябінськ	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Омськ	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Ростов-на-Дону	≈ 0	≈ 0	7,51	1,65	2,56	≈ 0	0,41	≈ 0	≈ 0
Вороніж	15,80	15,78	7,28	0,50	2,45	≈ 0	0,28	1,62	≈ 0
ЄС									
Італія	0,17	0,01	0,35	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Німеччина	0,01	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Польща	1,17	0,77	0,16	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0

За результатами розрахунків видно, що менш ризикованими в контексті ймовірності понести збитки є перевезення до країн ЄС, серед яких найбільш привабливою для виконання перевезень виявилась Німеччина. В той же час слід зазначити, що на території СНД найменш ризикованими для здійснення доставки виявились транспортні зони з центрами у містах Челябінськ і Омськ.

В додаток до цього була надана оцінка величині припустимого ризику, який полягає в отриманні прибутку, нижчого за мінімально прийнятний в практиці виконання разових міжнародних перевезень. За результатами взаємодії з перевізниками було встановлено, що величиною такого прибутку є його значення у

2500 гривень за добу оборотного рейсу. Таким чином, величина припустимого ризику була оцінена як

$$P_{зб} = \int_0^{2500} f_{поб}(t) dt. \quad (4.2)$$

Результати розрахунків за даною формулою для кожного із дев'яти випробувань наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Оцінка припустимих ризиків при виконанні перевезень за умовами випробувань проведеного експерименту

Транспортна зона	Ймовірність понести збитки від виконання перевезення на умовах випробування, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
СНД									
Санкт-Петербург	23,60	10,95	3,10	20,6	9,02	2,35	8,56	2,73	0,42
Москва	21,95	15,29	1,84	3,87	2,12	0,06	1,54	0,74	≈ 0
Самара	35,86	15,42	5,34	19,05	5,37	1,25	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Челябінськ	25,65	9,35	5,71	24,5	8,60	5,23	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Омськ	30,71	11,07	4,46	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Ростов-на-Дону	61,05	56,83	16,18	20,65	15,09	0,01	9,62	6,35	≈ 0
Вороніж	67,34	62,3	37,04	10,37	10,56	0,03	7,63	7,98	0,01
ЄС									
Італія	7,06	1,75	0,12	0,54	0,04	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Німеччина	1,10	0,43	0,01	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Польща	1,25	0,18	0,03	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0

За даними таблиці 4.4 видно, що найбільшу ймовірність досягнення бажаного рівня прибутку забезпечують перевезення до таких країн ЄС, як Німеччина та Польща, а на території СНД зонами, при перевезеннях до яких найбільш ймовірним

буде отримання прибутку не менше запланованого, є «Москва» та «Омськ».

Отримані закономірності у значеннях питомого прибутку та оцінки ризиків при виконанні перевезень представляють собою підґрунтя для розробки практичних рекомендацій стосовно дій відповідальних осіб на АТП при обробці заявок на разові перевезення та моделі визначення доцільності їх здійснення.

4.2 Формування моделі визначення доцільності виконання разових міжнародних перевезень та розробка практичних рекомендацій щодо її використання

Використання встановлених закономірностей у значеннях питомого прибутку АТП за оборотний рейс для прийняття рішення про доцільність чи недоцільність виконання разового міжнародного перевезення вантажу потребує опису порядку (механізму) прийняття зазначеного рішення на основі прогнозу прибутковості перевезення. При цьому потрібно враховувати можливість одночасної наявності альтернативних разових замовлень, які потребують порівняльної оцінки. Така оцінка повинна вказати якому замовленню слід віддати перевагу або надати пріоритет (не відмовлятися, а за можливості відкласти виконання).

Як було визначено в ході експериментального дослідження у попередньому підрозділі, питомий прибуток АТП від виконання оборотного рейсу залежить від багатьох факторів, але двома з них, які багато в чому визначають значення інших, є відстань та тариф на перевезення вантажу в прямому напрямку (в напрямку з України). Тому саме ці величини, а також власне напрямок перевезення повинні слугувати як основа для прогнозування прибутковості перевезення.

Використовуючи досвід роботи з разовими замовленнями, була сформована модель визначення доцільності прийняття відповідальною особою АТП рішення про виконання міжнародного перевезення вантажу за разовою заявкою. Дану модель можна представити у вигляді блок-схеми, яка наведена на рис. 4.4.

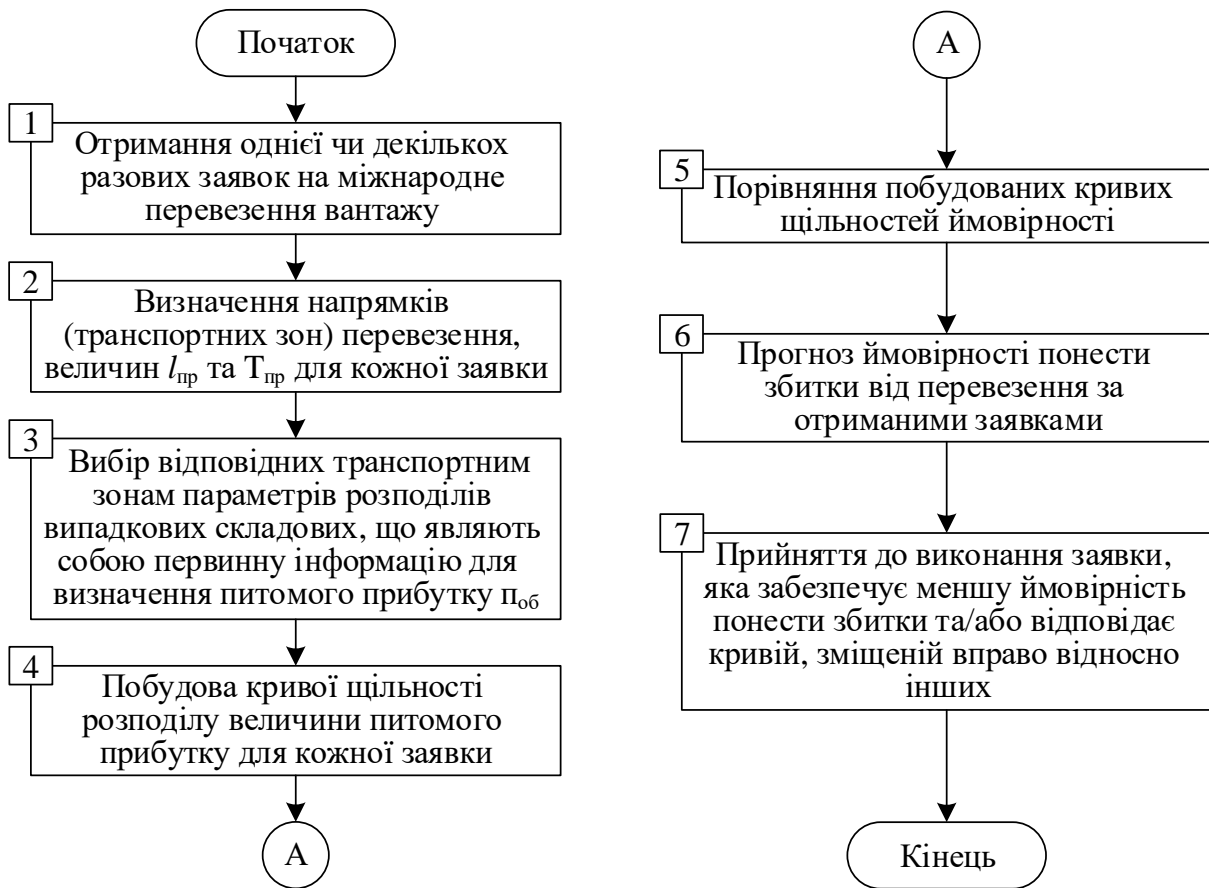


Рисунок 4.4 – Модель визначення доцільності виконання разового міжнародного перевезення вантажу

Застосування описаної моделі потребує від АТП постійного ведення статистики часових та вартісних складових перевезення, адже блок 3 на рис. 4.2 вимагає актуальних статистичних характеристик транспортного процесу з виконання оборотного рейсу автомобілів, а блок 4 – поточних цін на витратні матеріали, необхідні для забезпечення перевезень (паливо, мастильні матеріали, шини і т.д.) і видатків на оплату праці.

Розроблена модель визначення доцільності виконання міжнародного перевезення враховує випадковість перевізного процесу і специфіку роботи з разовими заявками та здатна забезпечити національних перевізників ймовірнісною оцінкою прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу. Кінцеве ж рішення про доцільність виконання рейсу повинне прийматись з урахуванням досвіду перевізника, його

підприємницьких здібностей та ринкової кон'юнктури.

За результатами проведеного дослідження закономірностей розподілу величини питомого прибутку за оборотний рейс при виконанні разових міжнародних перевезень вантажів можна сформулювати наступні практичні рекомендації щодо використання щільності ймовірності $p_{об}$ в діяльності перевізників, які будуть корисними при прийнятті рішення щодо доцільності виконання перевезення:

- більші відстані перевезення підвищують ймовірність його прибутковості за рахунок можливості встановлення більш високих тарифів на перевезення в дальньо-му сполученні та розширення можливостей отримання зворотного завантаження. Як наслідок, пріоритет слід віддавати заявкам з більшою довжиною рейсу в прямому напрямку та прийнятним тарифом на перевезення;

- з метою досягнення більшої обґрунтованості рішень на основі розробленого критерію ефективності, доцільним буде ведення статистики часових та фінансових витрат на перевезення як джерела інформації про складові критерію;

- при надходженні до перевізника декількох заявок на разове перевезення до різних регіонів потрібно побудувати відповідні криві розподілу питомого прибутку з використанням відомих відстані та тарифу на перевезення в прямому напрямку та обчислити ймовірність понести збитки за формулою (4.1). Перевагу слід віддати тому перевезенню, для якого величина ймовірності (4.1) виявиться меншою та (або) крива розподілу буде більш зміщеною вправо.

Висновки по четвертому розділу

1. В результаті дослідження закономірностей розподілу питомого прибутку перевізника від разових перевезень вантажів було встановлено, що крива щільності ймовірності даної величини зміщується вправо і стає більш пологою по мірі

збільшення значень факторів. Це свідчить про більшу прибутковість дальніх перевезень.

2. Розроблена модель визначення доцільності виконання міжнародних перевезень враховує випадковість перевізного процесу і специфіку роботи з разовими заявками та здатна забезпечити національних перевізників ймовірнісною оцінкою прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу.

3. Ймовірність понести збитки від виконання перевезення або отримати прибуток, менший за запланований, можуть служити як підґрунтя для ухвалення рішення про доцільність здійснення доставки або встановлення пріоритетів декільком заявкам, які не можуть бути передані на виконання одночасно та потребують і допускають формування черги на обслуговування.

4. Розроблені практичні рекомендації щодо прийняття рішень про виконання разових міжнародних перевезень вантажів спрямовані зорієнтувати перевізників на ведення статистики доходів, витрат та часових складових транспортного процесу та дозволяють визначити доцільність здійснення доставки чи встановити пріоритет обслуговування заявок.

Основні результати проведених досліджень в рамках даного розділу опубліковані в роботах [4, 6, 9].

ВИСНОВКИ

1. Відомі на сьогоднішній день методи вибору маршрутів вантажних перевезень не враховують особливостей їх виконання у певних напрямках в міжнародному сполученні, стану ринку, випадковості елементів процесу доставки, умов отримання зворотного завантаження в пункті призначення вантажу та прибутковості перевезення по відношенню до його тривалості. Це вказує на доцільність розробки методики виділення напрямків міжнародних перевезень з точки зору їх ефективності для автотранспортних підприємств та моделі, яка б давала можливість враховувати випадкові характеристики транспортного процесу при визначенні його прибутковості.

2. Ефективність разового міжнародного перевезення повинна оцінюватися в цілому за оборотний рейс, що зумовило прийняття як критерію ефективності питомого прибутку автотранспортного підприємства за одиницю витраченого на зазначений рейс часу. Вплив випадкових факторів на значення даного критерію вказує на необхідність ймовірнісної оцінки результатів виконання перевезення.

3. Розроблена методика виділення напрямів перевезень у міжнародному сполученні дозволяє визначити досить однорідні з транспортної точки зору зони виконання перевезень, які дозволяють об'єктивно оцінити прибутковість виконання перевезення до них з урахуванням ймовірності отримання зворотного завантаження в межах транспортної зони призначення вантажу.

4. Випадковими величинами, які являють собою первинну інформацію для вивчення характеристик питомого прибутку за оборотний рейс, є тривалість очікування підходящої заявки на зворотне перевезення вантажу, дальність подачі автомобіля під зворотне завантаження, відстань і тариф на перевезення в зворотному напрямку, витрати часу на навантаження-розвантаження автомобіля, митне оформлення вантажу та перетин пунктів пропуску через державний кордон.

5. Встановлені закони розподілу випадкових часових та вартісних елементів транспортного процесу при виконанні міжнародних перевезень дозволили

отримати вирази для функції та щільності розподілу величини питомого прибутку за оборотний рейс, які не збігаються із жодним з відомих законів розподілу випадкових величин. Дані вирази дають можливість отримати оцінку прибутковості того чи іншого напрямку або маршруту перевезення вантажу та потенційних ризиків, пов'язаних з виконанням перевезення.

6. Розроблена модель визначення доцільності виконання міжнародних перевезень враховує випадковість перевізного процесу і специфіку роботи з разовими заявками та здатна забезпечити національних перевізників ймовірнісною оцінкою прибутковості різних напрямів та маршрутів перевезень, а також ризиків від здійснення оборотного рейсу. Практичні рекомендації щодо використання даної моделі допомагають визначитися із доцільністю здійснення доставки чи встановити пріоритет обслуговування заявок, а також спрямовані на те, щоб зорієнтувати перевізників на ведення статистики доходів, витрат та часових складових транспортного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Зонирование территории Российской Федерации при организации перевозок грузов из Украины. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/3 (62) 2013. С. 38–43.
2. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Исследование продолжительности простоя автомобилей на пограничных переходах при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2013. № 33. С. 87–91.
3. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Оценка параметров распределения продолжительности простоя автомобилей на таможенных пунктах пропуска при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2014. № 34. С. 65–69.
4. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Подход к построению модели функционирования транспортного процесса при международных перевозках. *Автомобільний транспорт*. 2015. № 37. С. 39–48.
5. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Визначення закону розподілу критерію ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 144 (2018). С. 15–23.
6. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Експериментальне дослідження прибутковості міжнародних автомобільних перевезень вантажів за разовими заявками. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. № 4 (50). С. 50–56.
7. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свічинський С.В. Підхід до виділення напрямів міжнародних разових перевезень вантажів. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: зб. наук. праць за матеріалами Х міжнародної наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 93–95.
8. Немна Т.В., Свічинський С.В. Дослідження часу простою автомобілів на митних пунктах пропуску при виконанні міжнародних перевезень вантажів.

Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні: тези доповідей III всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Львів, 22-23 лютого 2018 р.). Львів, 2018. С. 156–158.

9. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свичинский С.В. Критерий оценки эффективности выполнения международных перевозок грузов по разовым заявкам. *Технології та інфраструктура транспорту: тези доповідей міжнародної наук.-техн. конф. (м. Харків, 14-16 травня 2018 р.). Харків, 2018. С. 186–188.*

10. Немна Т.В. Энергоемкость международных перевозок грузов по разовым заявкам и её влияние на эффективность работы предприятия. *Автомобілі та автомобільне господарство: тези всеукраїнської наук.-практ. on-line конф. аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченій Дню науки (м. Житомир, 16-17 травня 2018 р.). Житомир, 2018. С. 57.*

11. Ortuzar J.D., Willumsen L.G. Modelling Transport : third edition. Chichester: Wiley, 2006. 499 p.

12. Potential oder Hoffungslauf?: Guterverkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene. *BW: Bauwirtschaft*. 1996. № 9 (50). P. 46–48.

13. Домнина С.В. Положение на рынке международных перевозок. *Бюллетень транспортной информации*. 1996. № 2. С. 37–38.

14. Александров Л.А. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок. М.: Транспорт, 1977. 335 с.

15. Безуглова М.А. Транспортные услуги в международной торговле. Мурманск: Мурманский. гос. техн. ун-т, 2001. 91 с.

16. Mahoney J.H. Intermodal Freight Transportation. Westport CT: Eno Foundation Inc., 1985. 245 p.

17. Плужников К.И. Глобализация производства и распределения международных транспортных услуг : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 08.00.14. М., 2005. 49 с.

18. Смирнов І.Г., Литвенко Л.М., Шум І.В. Митно-логістичні послуги в Україні та проблеми національної економічної безпеки. *Актуальні проблеми безпеки України в умовах її інтеграції до світового співтовариства: матеріали.*

наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2005. С. 28-30.

19. Экспорт, импорт і транзит вантажів в Україні за 2014 рік : статистичний бюлетень Державної служби статистики України. Київ, 2015. 57 с.

20. Примачев Н.Т. Мультимодальные технологии в системе рынка транспортных услуг. *Экономические инновации*. 2009. № 7. С. 67.

21. Адміністративно-територіальний устрій та сталий розвиток регіону (концептуальні основи та методологія) : монографія / В.М. Бабаєв, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ та ін. 2-ге вид., стер. Харків: НТУ «ХП», 2008. 316 с.

22. Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. М.: ЗАО «Олимпия-Бизнес», 2006. 640 с.

23. Троицкая Н.А., Чубуков А.Б., Шилимов М.В. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии: учеб. пособие. М: Издательский центр «Академия», 2009. 336 с.

24. Транспорт і зв'язок України 2015 : статистичний збірник Державної служби статистики України. Київ, 2014. 152 с.

25. Макагон Ю.В., Дергачева В.В. Глобализация и экономическое развитие: национальный аспект. Донецк: ДонНУ, 2006. 259 с.

26. Хахлюк А. Для забезпечення транзитних потоків : транспортна інфраструктура держави (регіональний аспект). *Політика і час*. 2005. №2. С. 71–80.

27. Економіка і управління : зб. наук. праць Державного Економіко-технологічного Університету. Київ: ДЕТУТ, 2009. 304 с.

28. Підлісний П.І. Ефективність управлінських рішень подальшого реформування приватизованих підприємств водного транспорту України. К.: Наукова думка, 2003. 343 с.

29. Бакаєв О.О., Кутах О.П., Пономаренко Л.А. Теоретичні засади логістики : підручник; т. 2. К.: Фенікс, 2006. 528 с.

30. Економіка підприємства : підручник / під заг. ред. А. Шегеди. К.: Знання, 2006. 614 с.

31. Прокофьева Т.А., Лопаткин О.М., Чуйко С.Я. Логистический коридор и единая система независимых терминальных комплексов и транспортных

організацій. *Логістика і бізнес*: сб. матер. 2-й міжнарод. конф. М., 1998. С. 122–127.

32. Бідняк М.Н. Виробничі системи на транспорті : теорія і практика. Вінниця: Універсам Вінниця, 2006. 176 с.

33. Дикань В.Л., Дейнека О.Г, Писаревський І.М, Позднякова Л.О. Єдина транспортна система. Х.: ТОВ «Олант», 2007. 325 с.

34. Дикань В.Л. Чернобровка И.В. Финансово-промышленные группы в Украине : монография. Х.: Основа, 1997. 204 с.

35. Сергеев В.И. Логистика и бизнес. М.: ИНФРА, 2001. 270 с.

36. Якименко Н.В. Ориєнтація на споживача однієї з напрямків економіки вражень. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2008. № 15-16. С. 297–300.

37. Дикань В.Л. Повещення транзитності України через інтеграцію в світову транспортну систему. *Вісник економіки, транспорту і промисловості*. 2007. № 19-20. С. 13–18.

38. New Transport Corridor Project in The Baltic Sea Region : Project TENTacle official web-site. URL: http://www.tentacle.eu/a/uploads/dokument/TENTacle_NUTSHELL_June_2017.pdf.

39. CARGO SYSTEMS 2003 : Project Information Memorandum. *Trade Journal*. 2003. 104 p.

40. Голиков А.П., Грицак Ю.П., Казакова Н.А., Сидоров В.И. География мирового хозяйства : учебное пособие / под ред. А.П. Голикова. К.: Центр учебной литературы, 2008. 212 с.

41. Голиков А.П. Транспортно-географическое положение как фактор экономического роста. *Вісник економіки, транспорту і промисловості*. 2007. № 18. С. 99–101.

42. Костюченко Л.М., Неапетян М.Р. Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. К.: Видавничий Дім «Слово», 2007. 656 с.

43. Шраменко Н.Ю. Системний підхід до процесу доставки вантажів в міжнародному сполученні в умовах невизначеності. *Вісник Вінницького*

політехнічного інституту. 2009. №6. С. 43-46.

44. Pesu P., Torkkli J. Raskaan liikenteen vaikutukset liikenteen sujuvuuteen. *Tie ja liikenne*. 2009. № 4 (65). С. 20–22.

45. Александров-Дольник М.К., Лучанский Ф.М. Грузовые перевозки разными видами транспорта. М.: Юридическая литература, 2003. 312 с.

46. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах : учебное пособие / Миротин Л.Б. и др. М.: Юристъ, 2006. 414 с.

47. Сидоров И.И. Логистическая концепция управления предприятием. СПб.: Правда, 2009. 164 с.

48. Портовые узлы и станции (устройство и эксплуатация) / Скалов К.Ю. и др. М.: Транспорт, 2002. 196 с.

49. Подлесный П.И. Моделирование организации системы регулярных линий водного транспорта с расстановкой флота. *Економіст*. 2008. С. 40–44.

50. Науменко В.П., Пашко П.В. Митне регулювання зовнішньо-економічної діяльності в Україні. К.: Знання, 2004. 420 с.

51. Стаханов Д.В., Стаханов В.Н. Таможенная логистика. М.: ПРИОР, 2000. 96 с.

52. Status of the Pan-European Transport Corridors and Transport Areas : EU Commission Working Document. Vienna: TINA office, 2008. 106 p.

53. Модели и методы теории логистики / под ред. В.С. Лукинського. СПб.: Питер, 2008. 598 с.

54. Катренко А.В. Дослідження операцій : підручник. Львів: Магнолія Плюс, 2006. 549 с.

55. Машунин Ю.К. Методы и модели векторной оптимизации. М.: Наука, 1986. 143 с.

56. Пономаренко О.І., Пономаренко В.О. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі : навч. посібник. К.: Либідь, 1995. 240 с.

57. Белман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во иностранной литературы, 2004. 400 с.

58. Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. М.:

Транспорт, 2001. 256 с.

59. Попов В.Б. Основы информационных и телекоммуникационных технологий. Сетевые информационные технологии. М.: Финансы и статистика, 2005. 224 с.

60. Чеботаев А.А., Чеботаев Д.А. Логистика синергическая, качественная услуга в цене поставляемых товарных ресурсов. М.: Экономика, 2009. 262 с.

61. Чеботаев А.А. Логистика. Логистические технологии. М.: Дашков и Ко, 2002. 172 с.

62. Бенсон Д., Уайхед Дж. Транспорт и доставка грузов. М.: Транспорт, 1990. 279 с.

63. Беспалов Р. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки. М.: Вершина, 2007. 384 с.

64. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов; 2-е изд. Киев: Вища школа, 1986. 447 с.

65. Годин В.В., Корнеев И.К. Информационное обеспечение управленческой деятельности. М.: Высшая школа, 2001. 240 с.

66. Курганов В.М. Логистика. Управление автомобильными перевозками: практический опыт. М.: Книжный мир, 2007. 448 с.

67. Смехов А.А. Введение в логистику. М.: Транспорт, 1993. 118 с.

68. Черновалов А. Логистика: современный практический опыт. М.: Изд-во Гревцова, 2008. 296 с.

69. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. М.: Академия, 2008. 288 с.

70. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. М.: Высшая школа, 1979. –304 с.

71. Житков В.А. Планирование автомобильных перевозок грузов мелкими партиями. М.: Транспорт, 1976. 112 с.

72. Панов С.А. Модели маршрутизации на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1974. 152 с.

73. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлингова А.Н. Логистика :

учебник; полный курс МВА. М.: Эксмо, 2011. 944 с.

74. Практикум по логистике : учебное пособие / под ред. Б.А. Аникина; 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2006. 276 с.

75. Морозов А.В. Математические модели задач построения замкнутых маршрутов на транспортной сети. *Штучний інтелект*. 2015. № 1-2. С. 157–169.

76. Канцедал С.А., Костикова М.В. Динамическое программирование для задачи коммивояжера. *Автоматизированные системы управления и приборы автоматики*. 2014. № 166. С. 15–20.

77. Ченцов П.А. Некоторые задачи маршрутизации и распределения заданий: метод динамического программирования и приближенные алгоритмы : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.01.09. Екатеринбург, 2004. 147 с.

78. Нефьодов М.А. Логістика-2 : конспект лекцій / М.А. Нефьодов. Харків: ХНАДУ, 2012. 54 с.

79. Логистика автомобильного транспорта / Лукинский В.С. и др. М.: Финансы и статистика, 2004. 368 с.

80. Смехов А.А. Основы транспортной логистики : учебник для вузов. М.: Транспорт, 1995. 197 с.

81. Про приєднання України до Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР) : Закон України від 07.09.2005 р. № 2819-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2005. № 50. Ст. 536.

82. Європейська угода щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР) : офіційний веб-портал Верховної ради України. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_016.

83. Асоціація міжнародних автомобільних перевізників України : офіційний веб-сайт. URL: <http://www.asmap.org.ua/>.

84. Рішення про Основні напрями розвитку ринку міжнародних автотранспортних послуг : офіційний веб-портал Верховної ради України. URL: [http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/ ru/997_k22](http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/ru/997_k22).

85. ЄУТР : офіційний веб-портал Верховної ради України. URL:

http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_016.

86. Сердюкевич В.Н., Холупов В.С. Международные и смешанные перевозки грузов и транспортно-экспедиционная деятельность : лабораторный практикум. Минск: БНТУ, 2011. 39 с.

87. Нгуен Т.Х. Методы оценки экономической эффективности международных перевозок в транспортно-технологических системах : дис. ... канд. эконом. наук : 08.00.05. Москва, 2006. 178 с.

88. Основы транспортной логистики : сайт «Логистика. Формулы, расчеты, определения». URL: <http://www.xcomp.biz/tema-2-osnovy-transportnoj-logistiki.html>.

89. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем : учеб. пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2010. 214 с.

90. Мосьпан Н.В. Формування стратегій автотранспортних підприємств по обслуговуванню разових замовлень на перевезення вантажів у міжміському сполученні : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Харків, 2018. 212 с.

91. Dubois D., Bel G., Libre M.A. Set of Methods in Transportation Network Synthesis and Analysis. *Journal of the Operations Research Society*. 1977. Vol. 30. P. 797–808.

92. Sharp G.P. Public Transit System Network Models : Consideration of Guide way Construction, Passenger Travel and Delay Time, and Vehicle Scheduling Cost : Ph. D. dissertation : Industrial and Systems Engineering. Atlanta, 1974. 160 p.

93. Горбачев П.Ф., Дмитриев И.А. Основы теории транспортных систем. Харьков: Издательство ХНАДУ, 2002. 202 с.

94. Гецович Е.М., Засядько Д.В., Холодова О.А. Транспортное районирование мегаполисов. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. 2010. № 50. С. 7–10.

95. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок : учеб. пособие для вузов. М.: Высшая Школа, 1980. 535 с.

96. Kirchhoff P. Stadtische Verkehrsplanung : Konzepte, Verfahren, Maßnahmen : monographie. Wiesbaden: Teubner Verlag, 2002. 208 s.

97. Ortuzar J.D., Willumsen L.G. Modelling Transport : fourth edition. Chichester:

John Wiley & Sons Ltd, 2011. 586 p.

98. TMIP Email List Technical Synthesis Series 2007-2010 : Defining Traffic Analysis Zones Technical Synthesis Report. US.: Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Planning, Environment, and Reality, 2014. 53 p.

99. Determination of the State of the Practice in Metropolitan Area Travel Forecasting : Findings of the Surveys of Metropolitan Planning Organizations / Principal Investigator F. Spielberg. US.: Vanasse Hangen Brustlin, 2007. 175 p.

100. Martinez L.M., Viegas J.M., Silva E.A. A traffic analysis zone definition: a new methodology and algorithm. *Transportation*. 2009. vol. 36. P. 581–599.

101. Baass K.G. Design of zonal systems for aggregate transportation planning models. *Transportation Research Record: Travel. Demand. Forecast. Data*. 1981. Consid. 807. P. 1–6.

102. Chang K.T., Khatib Z., Ou Y.M. Effects of zoning structure and network detail on traffic demand modeling. *Environ. Plan. B-Plan*. 2002. Des. 29(1). P. 37–52.

103. Ding C. Impact analysis of spatial data aggregation on transportation forecasted demand. *URISA: Proceedings of the Urban and Regional Information System Association Conference*. Washington, 1994. – P. 362–375.

104. Ding C. The GIS-based human-interactive TAZ design algorithm : examining the impacts of data aggregation on transportation-planning analysis. *Environ. Plan. B-Plan*. 1998. Des. 25(4). P. 601–616.

105. Ding C., Choi K., Kim T.J. GIS-based traffic analysis zone design. *Urban Planning and Urban Management: Proceedings of the 3rd International Conference on Computers*. Atlanta, 1993.

106. O'Neill W.A. Developing optimal transportation analysis zones using GIS. *ITE J.-Inst. Transp. Eng*. 1991. vol. 61(12). P. 33–36.

107. Crevo C.C. Impacts of zonal reconfigurations on travel demand forecasts. *Transportation Research Record*. 1991. Consid. 1477. P. 72–80.

108. Openshaw S. Optimal zoning systems for spatial interaction models. *Environ. Plan. A*. 1977. vol. 9(2). P. 169–184.

109. Leitfaden für Verkehrsplanungen : monographie / Forschungsgesellschaft für

Straßen und Verkehrswesen e.V. Köln: FGSV Verlag, 2001. 56 s.

110. Довідник з міжнародних автомобільних перевезень. М.: АСМАП, 2018.
- 253 с.

111 Краткое руководство STATISTICA / StatSoft. Tulsa, 2012. 354 с.

112. Руководство пользователя MathCAD / PTC. Needham, 2011. 190 с.

Додаток А

Рішення задачі взяття похідної за аргументом, що входить до інтегралу
Нехай визначений інтеграл

$$F(t) = \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi \quad (\text{A.1})$$

є функцією від аргументу t , від якого залежить як функція під знаком інтеграла, так і верхня межа інтегрування. При цьому функції $G(t)$ і $H(t, \varphi)$ є безперервно диференційованими в області свого визначення, де вищезазначений інтеграл має сенс. Тоді існує похідна інтеграла по аргументу t , і вона дорівнює

$$F'(t) = \int_0^{G(t)} H'_t(t, \varphi) d\varphi + G'(t)H(t, G(t)) \quad (\text{A.2})$$

або у записі відношення диференціалів

$$\frac{dF(t)}{dt} = \int_0^{G(t)} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi + H(t, G(t)) \frac{dG(t)}{dt}. \quad (\text{A.3})$$

Доказ даного виразу наступний. Аргументу t можна дати приріст Δt і розглянути приріст функції F в точці t , що відповідає цьому приросту аргументу, а саме різницю

$$F(t + \Delta t) - F(t), \quad (\text{A.4})$$

котра за визначенням дорівнює різниці інтегралів

$$\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t + \Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi. \quad (\text{A.5})$$

До цього виразу можна додати та з нього ж відняти одну й ту саму величину

$$\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi \quad (\text{A.6})$$

та згрупувати доданки у вигляді суми двох різниць

$$\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t+\Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi + \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi. \quad (\text{A.7})$$

Для того, щоб знайти шукану похідну

$$F'(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{\Delta t} \quad (\text{A.8})$$

потрібно знайти дві необхідних для цього границі

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t+\Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} \quad (\text{A.9})$$

i

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t}. \quad (\text{A.10})$$

Перша з них дорівнює

$$\begin{aligned} & \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t+\Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} = \\ & = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_0^{G(t+\Delta t)} \frac{[H(t+\Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi = \\ & = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left\{ \int_0^{G(t)} \frac{[H(t+\Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi + \int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} \frac{[H(t+\Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi \right\} = \\ & = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_0^{G(t)} \frac{[H(t+\Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} \frac{[H(t+\Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi \end{aligned} \quad (\text{A.11})$$

сумі границь

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_0^{G(t)} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi \quad (\text{A.12})$$

і

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi, \quad (\text{A.13})$$

якщо вони існують. Ці границі можна знайти. Зважаючи на властивості визначених інтегралів знак границі і знак інтеграла можна міняти місцями (інтеграл як аналог суми, а границя суми рівна сумі границь), і перша із означених границь рівна

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_0^{G(t)} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi &= \int_0^{G(t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi = \\ &= \int_0^{G(t)} H'_t(t, \varphi) d\varphi = \int_0^{G(t)} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi. \end{aligned} \quad (\text{A.14})$$

Друга границя діагонального типу може бути знайдена завдяки двом граничним переходам

$$\begin{aligned} &\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi = \\ &= \lim_{\theta \rightarrow 0} \int_{G(t)}^{G(t+\theta)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[H(t + \Delta t, \varphi) - H(t, \varphi)]}{\Delta t} d\varphi = \\ &= \lim_{\theta \rightarrow 0} \int_{G(t)}^{G(t+\theta)} H'_t(t, \varphi) d\varphi = \lim_{\theta \rightarrow 0} \{ H'_t(t, \vartheta) [G(t + \theta) - G(t)] \} = , \quad (\text{A.15}) \\ &= \langle \vartheta \in [G(t), G(t + \theta)] \rangle = \lim_{\theta \rightarrow 0} H'_t(t, \vartheta) \lim_{\theta \rightarrow 0} [G(t + \theta) - G(t)] = \\ &= H'_t(t, G(t)) \lim_{\theta \rightarrow 0} [G(t + \theta) - G(t)] = 0 \end{aligned}$$

завдяки неперервності функції G .

Таким чином, знайдена границя

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t+\Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} = \int_0^{G(t)} H'_t(t, \varphi) d\varphi = \int_0^{G(t)} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi. \quad (\text{A.16})$$

Тепер доцільно звернутися до границі, рівної завдяки адитивності визначеного інтегралу

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t}. \quad (\text{A.17})$$

За теоремою про середнє

$$\int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi = H(t, G(\vartheta)) [G(t+\Delta t) - G(t)], \quad t < \vartheta < t + \Delta t. \quad (\text{A.18})$$

і з огляду неперервності функцій $G(t)$ і $H(t, \varphi)$, а також того, що при $\Delta t \rightarrow 0$ проміжне значення $\vartheta \rightarrow t$, вірні рівності

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_{G(t)}^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left\{ H(t, G(\vartheta)) \frac{[G(t+\Delta t) - G(t)]}{\Delta t} \right\} = \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} H(t, G(\vartheta)) \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[G(t+\Delta t) - G(t)]}{\Delta t} = H(t, G(t)) G'(t) = . \\ &= H(t, G(t)) \frac{dG(t)}{dt}. \end{aligned} \quad (\text{A.19})$$

В результаті

$$\begin{aligned}
F'(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} = \\
&= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t + \Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} \right] = \\
&= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t + \Delta t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} + \\
&\quad + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\int_0^{G(t+\Delta t)} H(t, \varphi) d\varphi - \int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi}{\Delta t} \right] = \\
&= \int_0^{G(t)} H'_t(t, \varphi) d\varphi + H(t, G(t)) G'(t) .
\end{aligned} \tag{A.20}$$

або те ж саме у відношеннях диференціалів

$$\frac{dF(t)}{dt} = \int_0^{G(t)} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi + H(t, G(t)) \frac{dG(t)}{dt} . \tag{A.21}$$

Отже, твердження у відношеннях диференціалів

$$\frac{d \left[\int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi \right]}{dt} = \int_0^{G(t)} \frac{\partial H(t, \varphi)}{\partial t} d\varphi + H(t, G(t)) \frac{dG(t)}{dt} \tag{A.22}$$

про похідну за аргументом, від якого залежить визначений інтеграл повністю доведене і у скороченій формі у позначеннях похідних штрихами воно має вигляд

$$F'(t) = \left(\int_0^{G(t)} H(t, \varphi) d\varphi \right)' = \int_0^{G(t)} H'_t(t, \varphi) d\varphi + G'(t) H(t, G(t)) . \tag{A.23}$$

Додаток Б
Плани експериментального дослідження щільності розподілу
питомого прибутку за оборотний рейс

Таблиця А.1 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Санкт-Петербург

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	1223	20,31
2	1223	25,51
3	1223	37,32
4	1318	20,31
5	1318	25,51
6	1318	37,32
7	1887	20,31
8	1887	25,51
9	1887	37,32

Таблиця А.2 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Москва

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	749	22,67
2	749	26,11
3	749	44,1
4	1388	22,67
5	1388	26,11
6	1388	44,1
7	1744	22,67
8	1744	26,11
9	1744	44,1

Таблиця А.3 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Самара

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	1187	17,44
2	1187	24,26
3	1187	32,84
4	1685	17,44
5	1685	24,26
6	1685	32,84
7	2655	17,44
8	2655	24,26
9	2655	32,84

Таблиця А.4 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Челябінськ

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	2094	19,54
2	2094	27,37
3	2094	32,93
4	2156	19,54
5	2156	27,37
6	2156	32,93
7	3727	19,54
8	3727	27,37
9	3727	32,93

Таблиця А.5 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Омськ

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	2094	17,35
2	2094	24,25
3	2094	32,25
4	3301	17,35
5	3301	24,25
6	3301	32,25
7	6456	17,35
8	6456	24,25
9	6456	32,25

Таблиця А.6 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Ростов

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	252	21,16
2	252	24,19
3	252	79,27
4	1200	21,16
5	1200	24,19
6	1200	79,27
7	1650	21,16
8	1650	24,19
9	1650	79,27

Таблиця А.7 – Матриця планування експерименту для транспортної зони із центром у м. Вороніж

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	90	27,31
2	90	28,62
3	90	78,53
4	817	27,31
5	817	28,62
6	817	78,53
7	900	27,31
8	900	28,62
9	900	78,53

Таблиця А.8 – Матриця планування експерименту для транспортної зони «Італія»

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	994	21,46
2	994	27,09
3	994	45,81
4	1794	21,46
5	1794	27,09
6	1794	45,81
7	3263	21,46
8	3263	27,09
9	3263	45,81

Таблиця А.9 – Матриця планування експерименту для транспортної зони «Німеччина»

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	948	22,64
2	948	25,46
3	948	47,23
4	2117	22,64
5	2117	25,46
6	2117	47,23
7	2489	22,64
8	2489	25,46
9	2489	47,23

Таблиця А.10 – Матриця планування експерименту для транспортної зони «Польща»

Випробування	$l_{пр}$, км	$T_{пр}$, грн/км
1	288	19,61
2	288	28,47
3	288	41,95
4	1283	19,61
5	1283	28,47
6	1283	41,95
7	1457	19,61
8	1457	28,47
9	1457	41,95

Додаток В

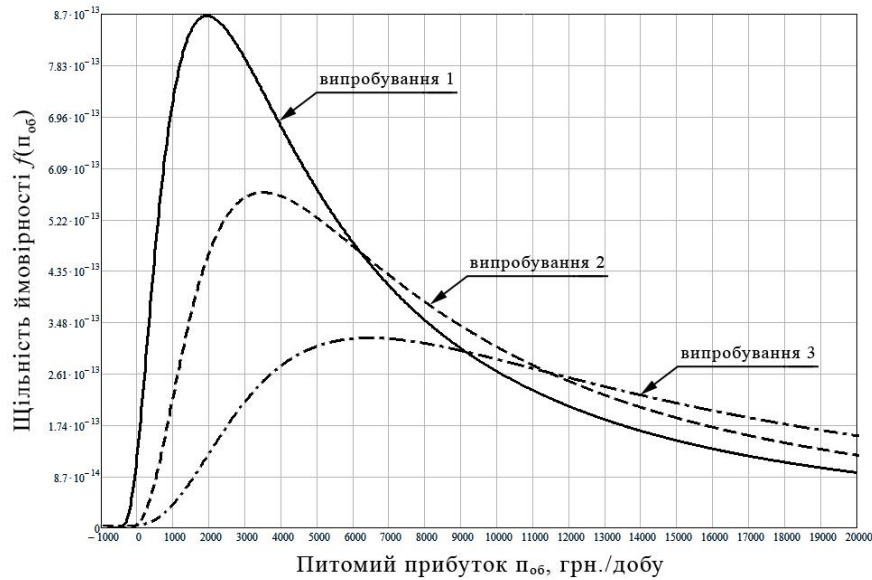
Криві розподілу питомого прибутку автотранспортного підприємства
за оборотний рейс

Рисунок Б.1 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Санкт-Петербург», отримані за результатами випробувань 1-3

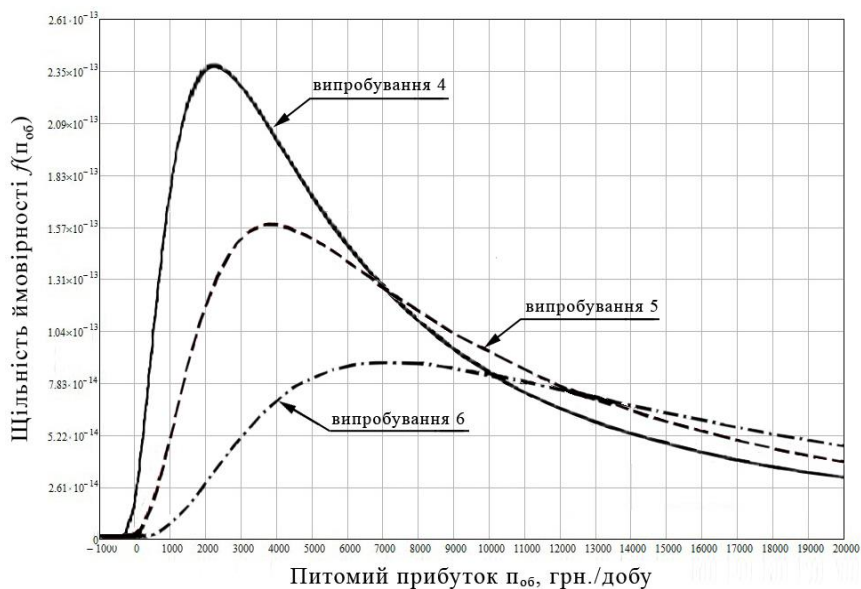


Рисунок Б.2 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Санкт-Петербург», отримані за результатами випробувань 4-6

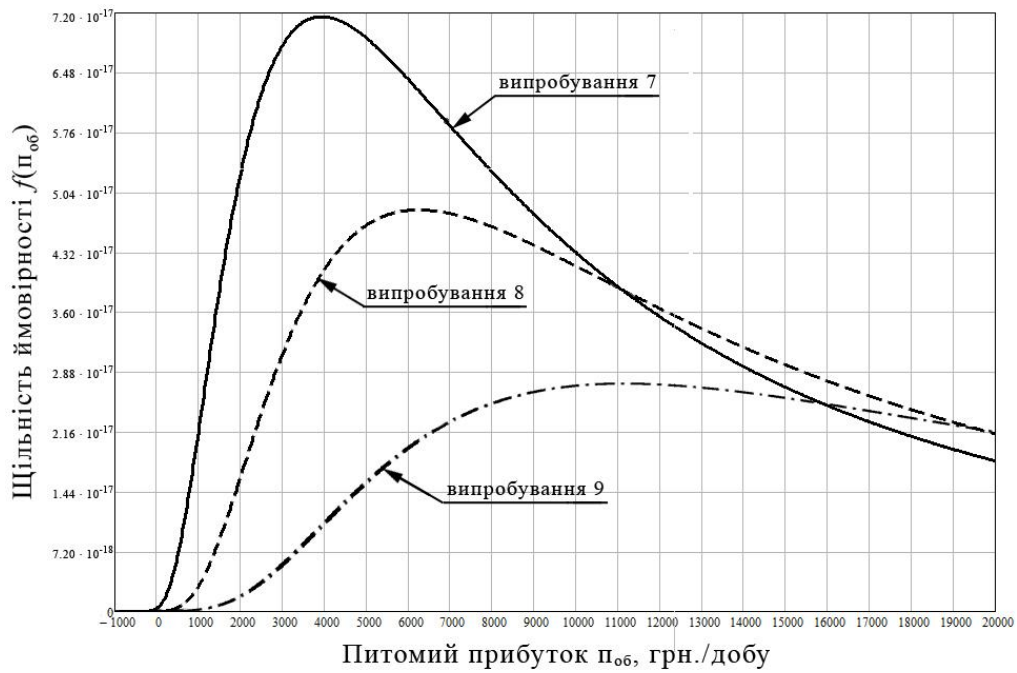


Рисунок Б.3 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Санкт-Петербург», отримані за результатами випробувань 7-9

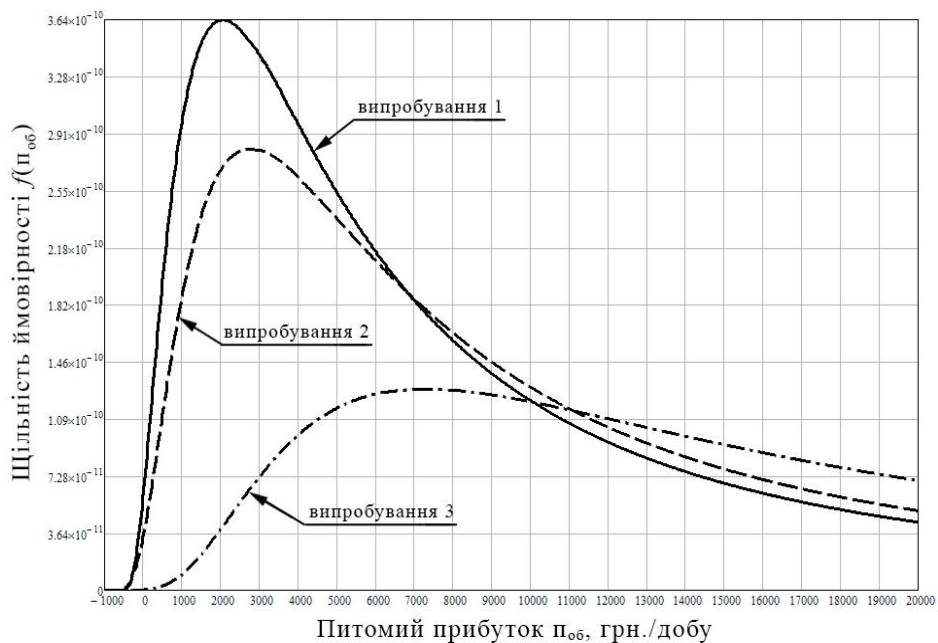


Рисунок Б.4 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Москва», отримані за результатами випробувань 1-3

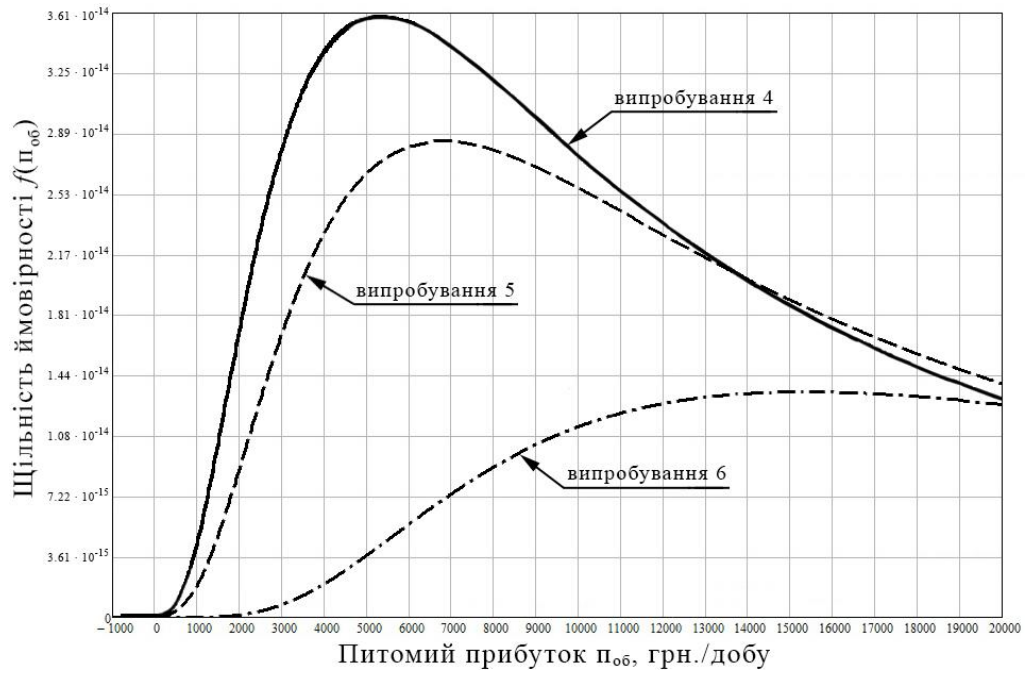


Рисунок Б.5 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Москва», отримані за результатами випробувань 4-6

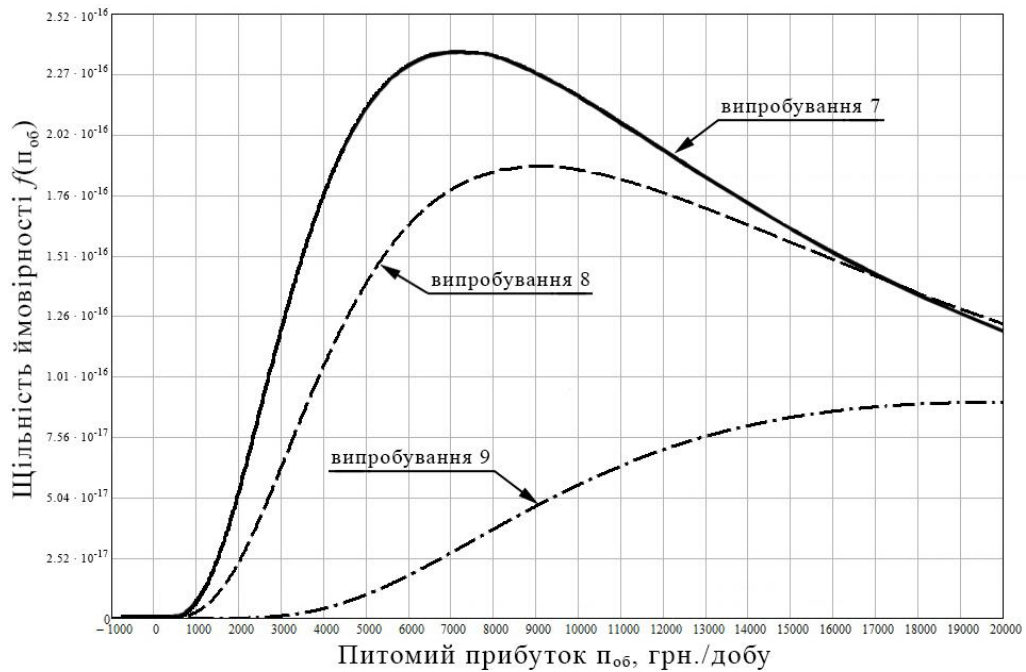


Рисунок Б.6 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Москва», отримані за результатами випробувань 7-9

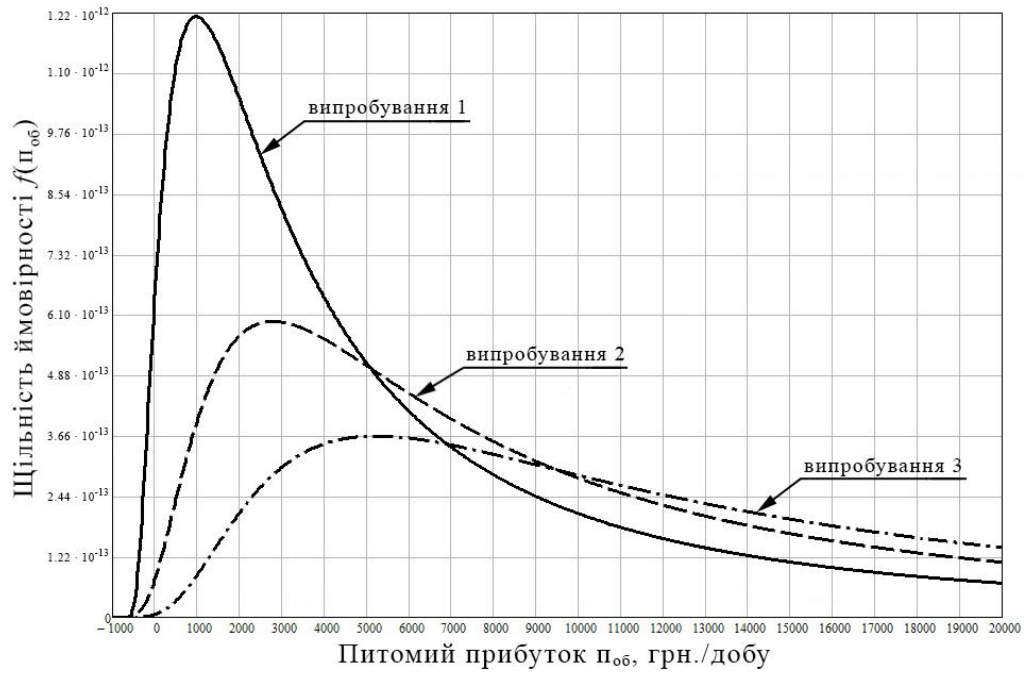


Рисунок Б.7 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Самара», отримані за результатами випробувань 1-3

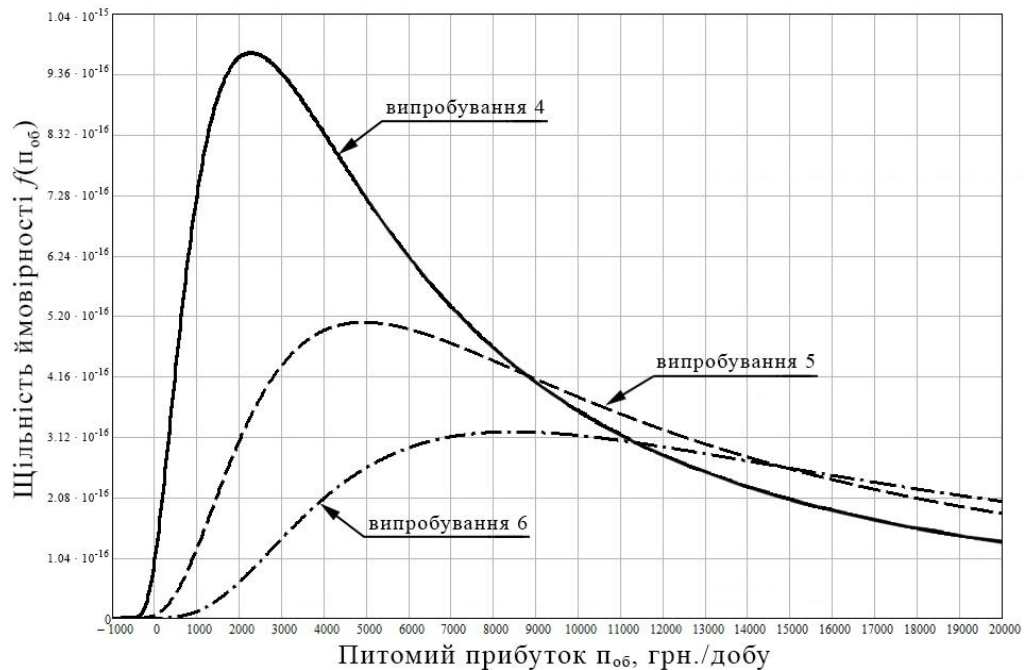


Рисунок Б.8 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Самара», отримані за результатами випробувань 4-6

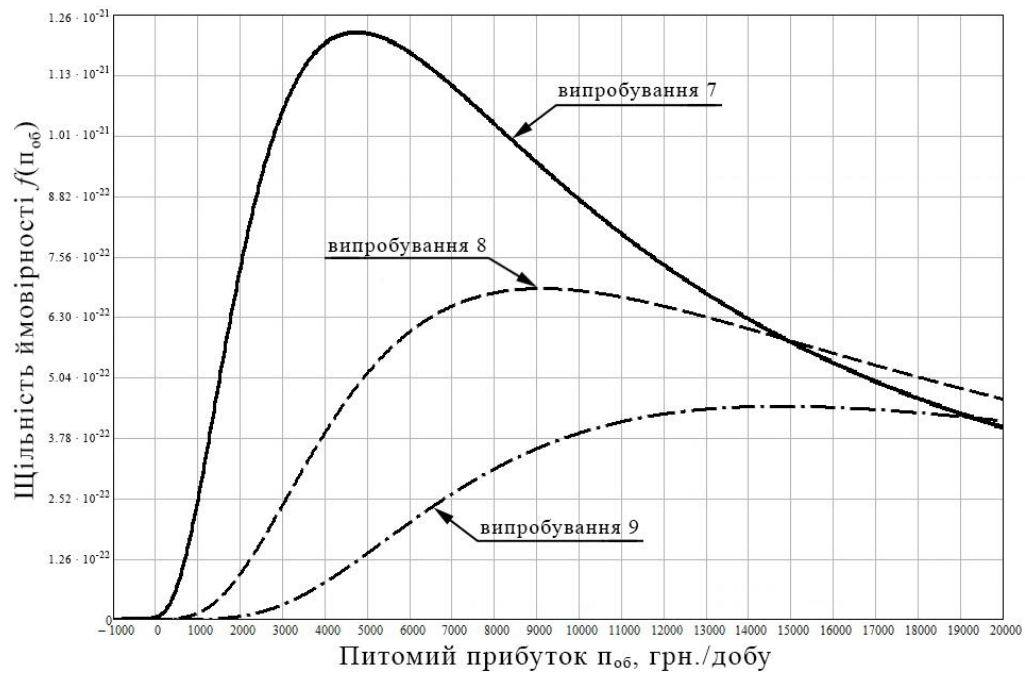


Рисунок Б.9 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Самара», отримані за результатами випробувань 7-9

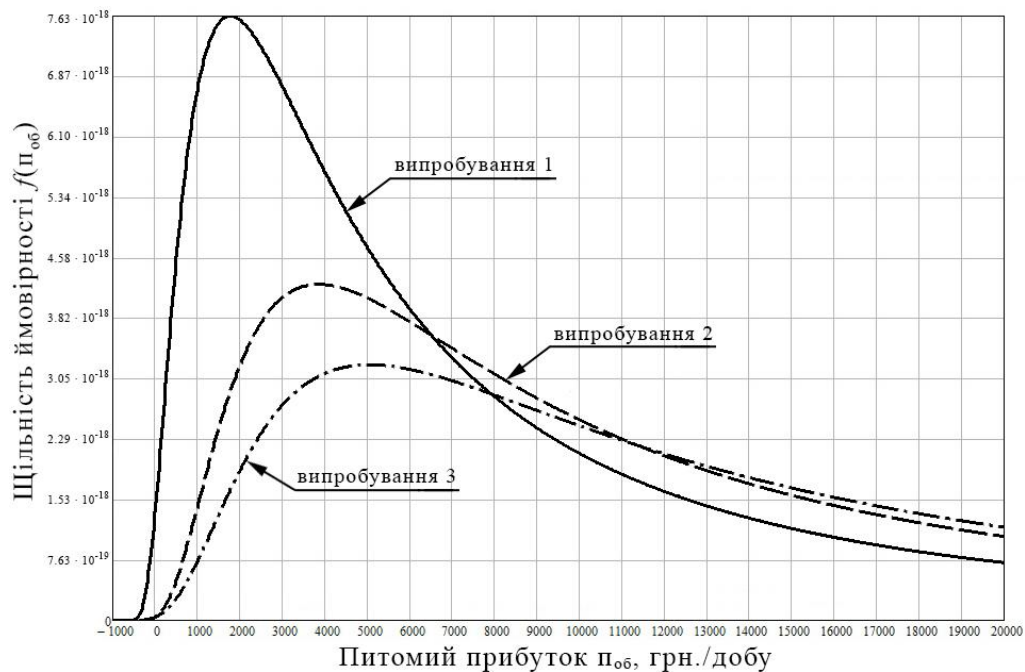


Рисунок Б.10 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Челябінськ», отримані за результатами випробувань 1-3

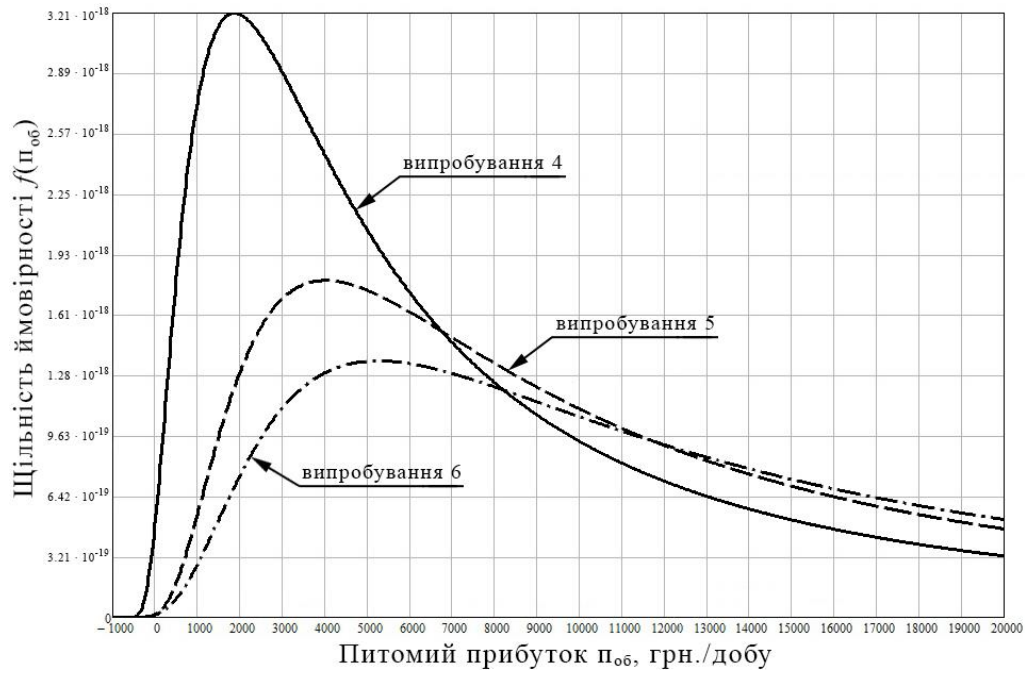


Рисунок Б.11 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Челябінськ», отримані за результатами випробувань 4-6

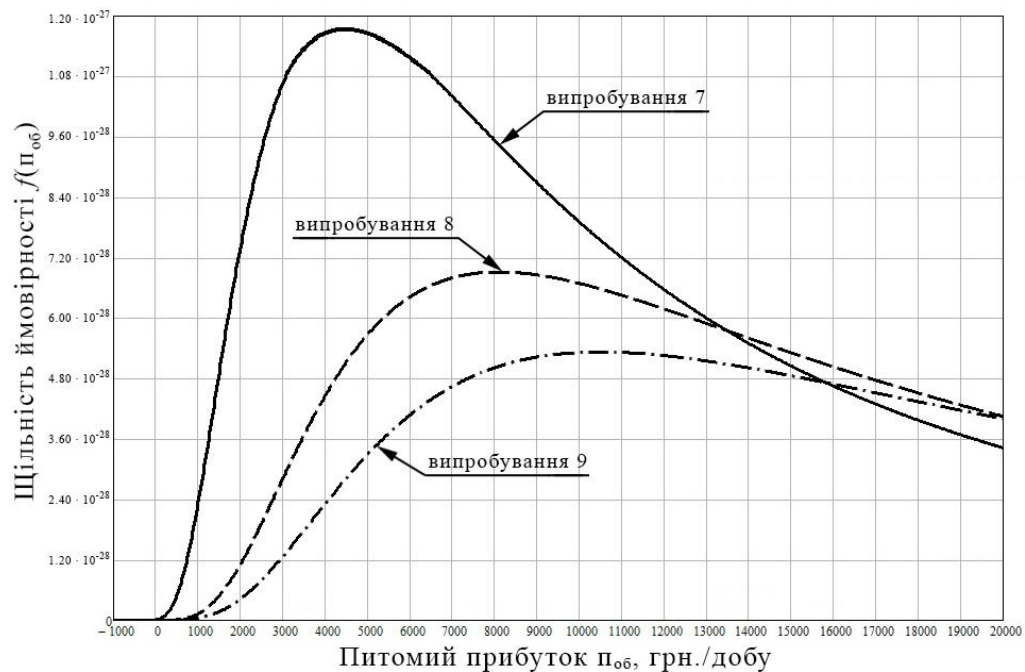


Рисунок Б.12 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Челябінськ», отримані за результатами випробувань 7-9

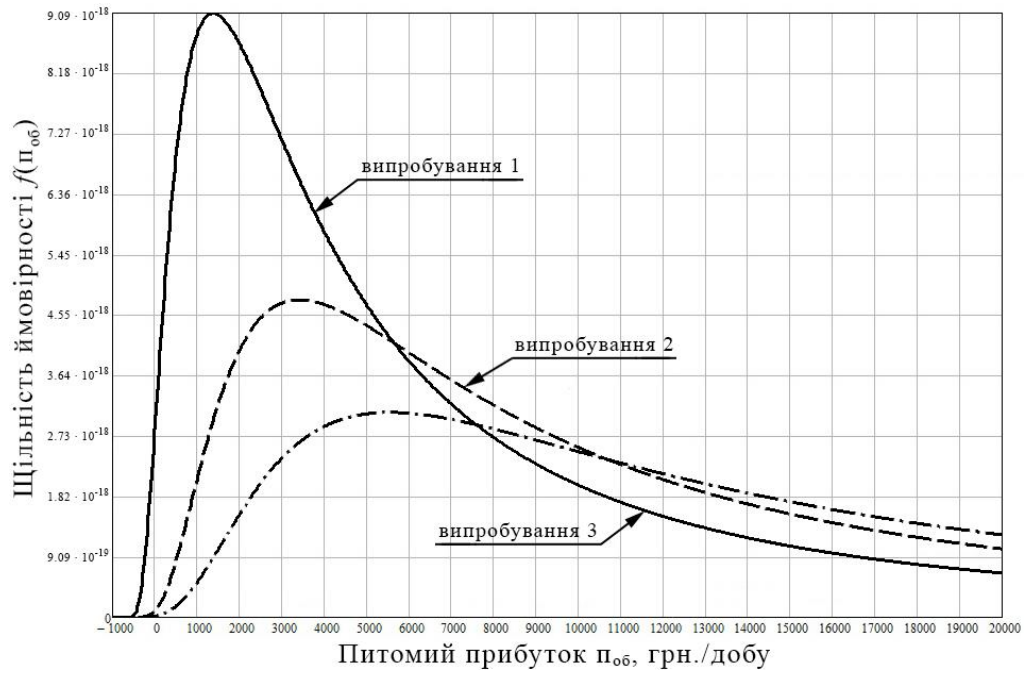


Рисунок Б.13 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Омськ», отримані за результатами випробувань 1-3

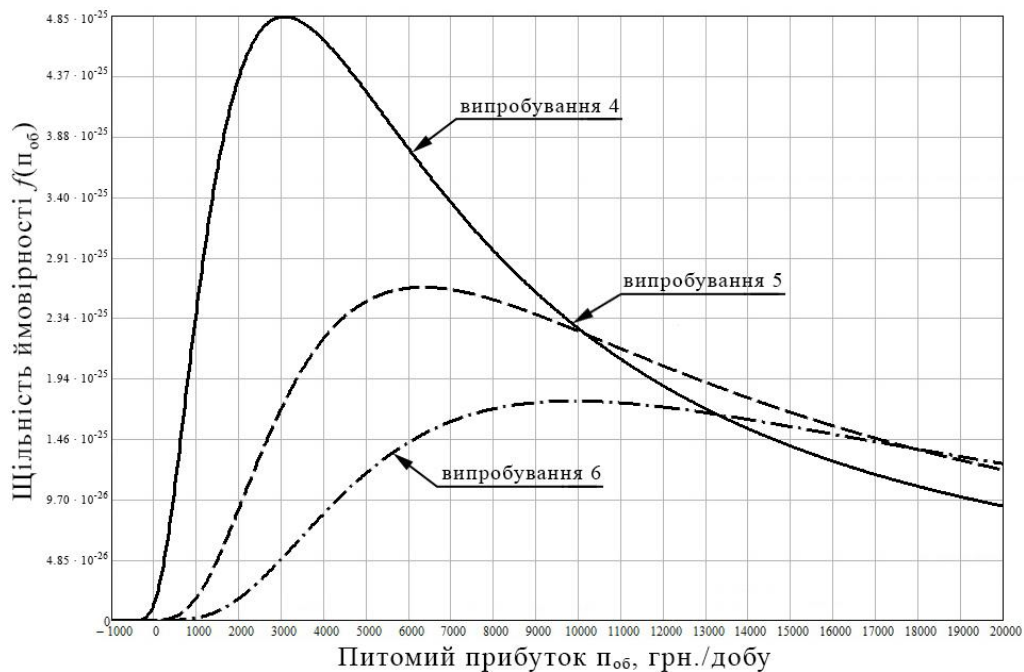


Рисунок Б.14 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Омськ», отримані за результатами випробувань 4-6

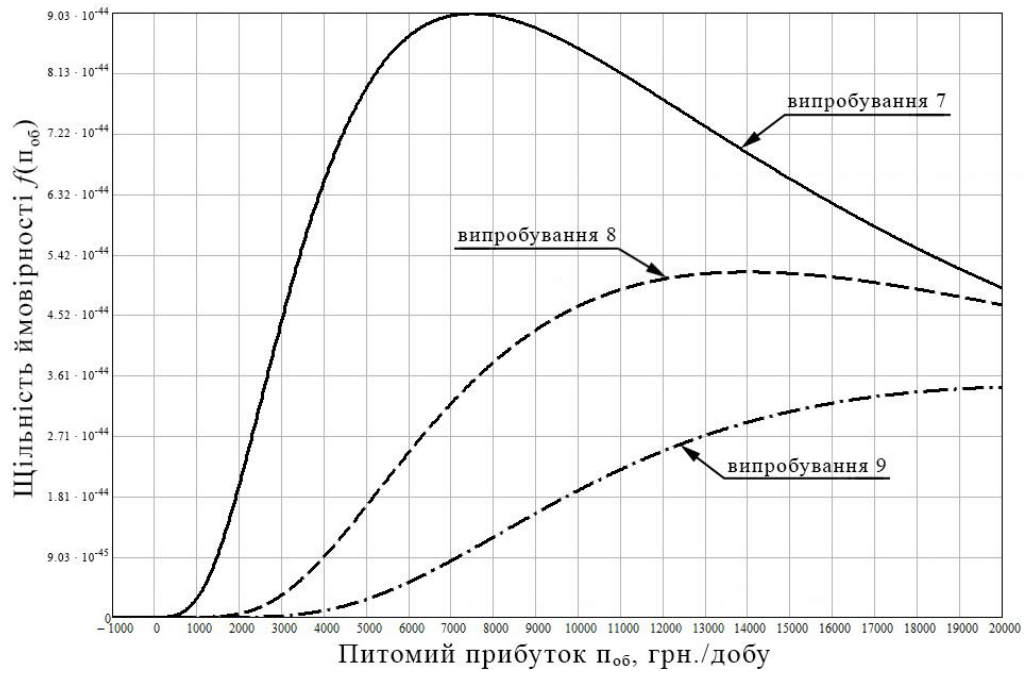


Рисунок Б.15 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Омськ», отримані за результатами випробувань 7-9

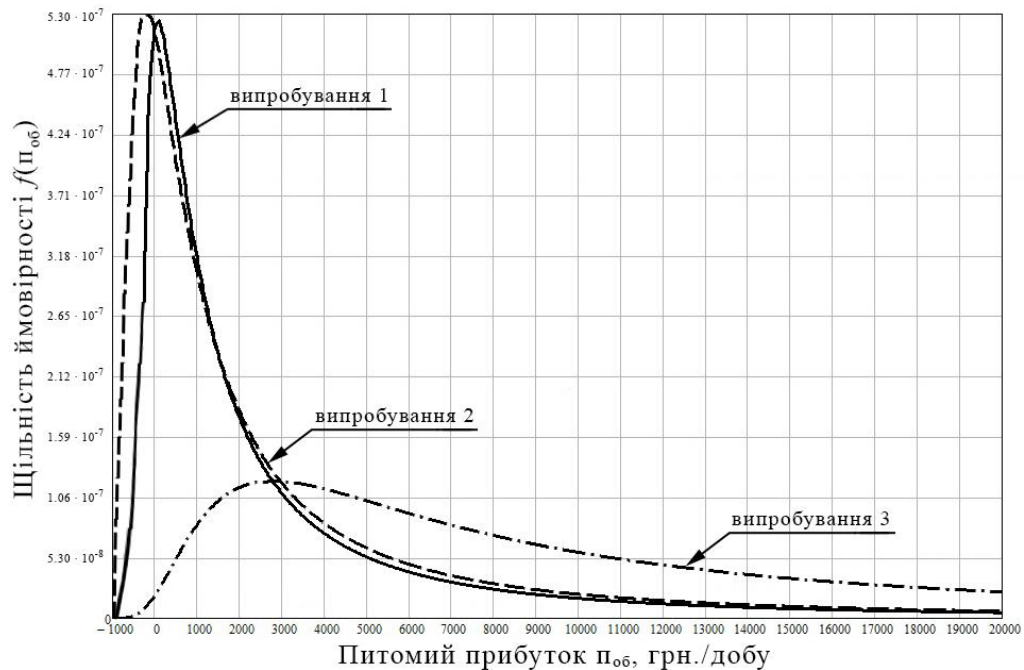


Рисунок Б.16 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Ростов-на-Дону», отримані за результатами випробувань 1-3

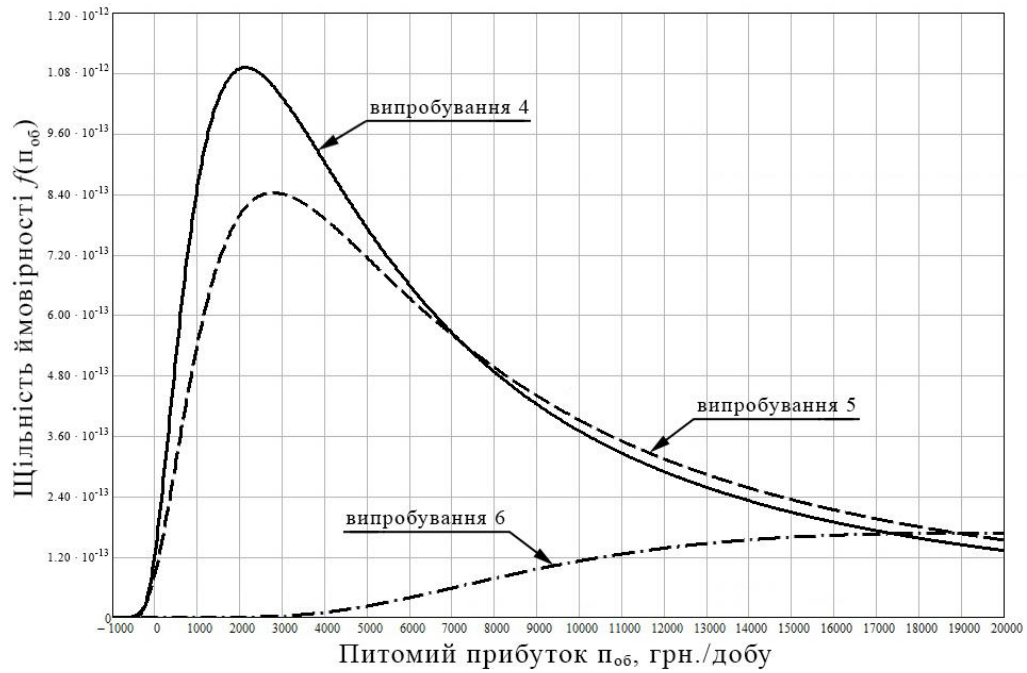


Рисунок Б.17 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Ростов-на-Дону», отримані за результатами випробувань 4-6

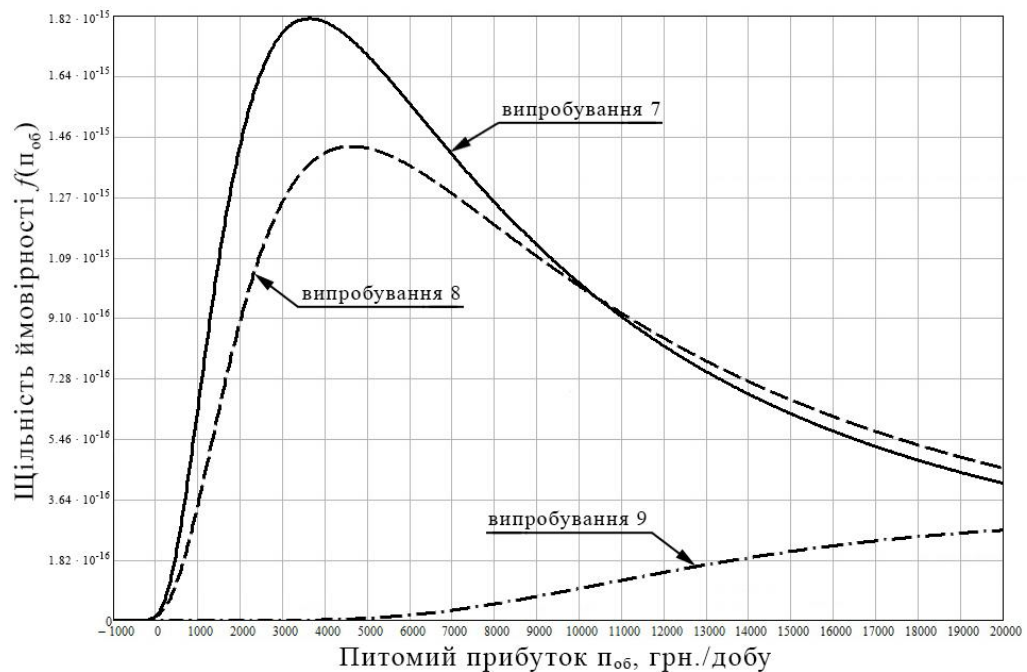


Рисунок Б.18 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Ростов-на-Дону», отримані за результатами випробувань 7-9

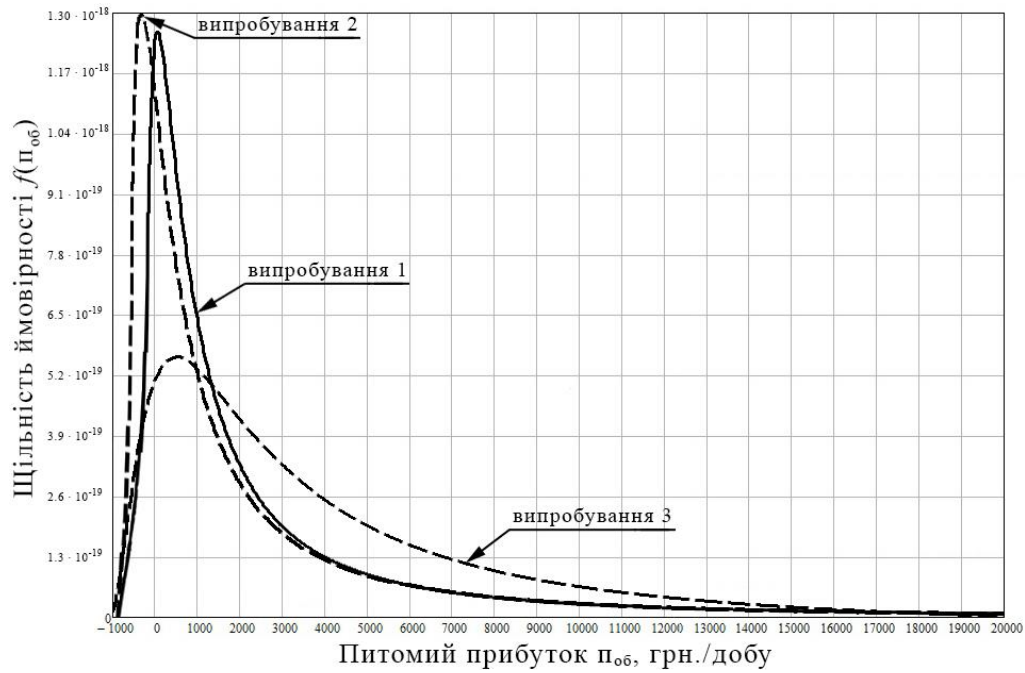


Рисунок Б.19 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Вороніж», отримані за результатами випробувань 1-3

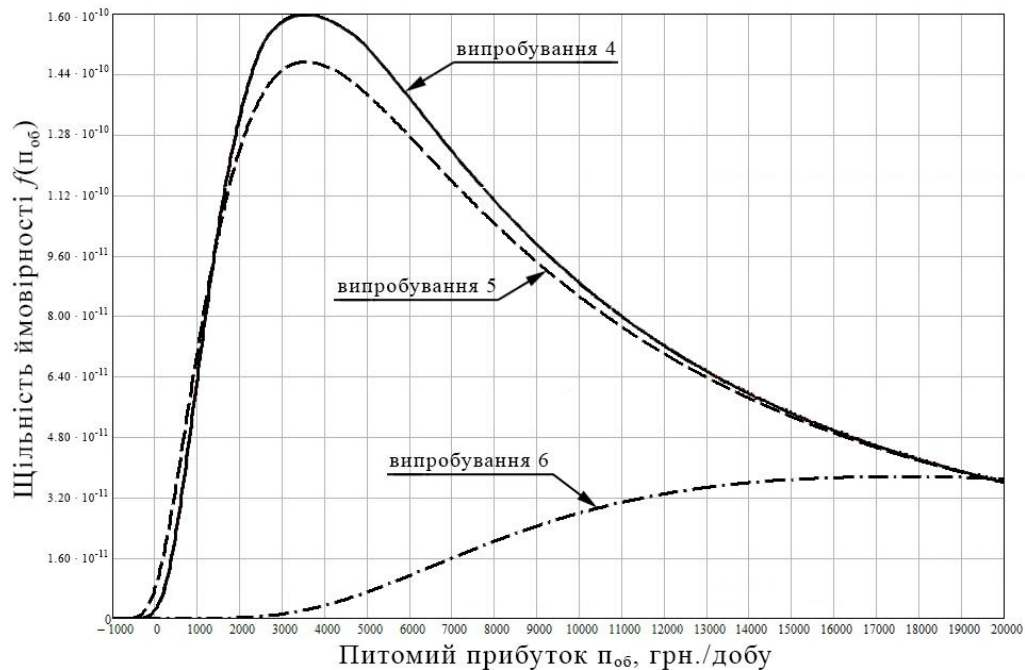


Рисунок Б.20 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Вороніж», отримані за результатами випробувань 4-6

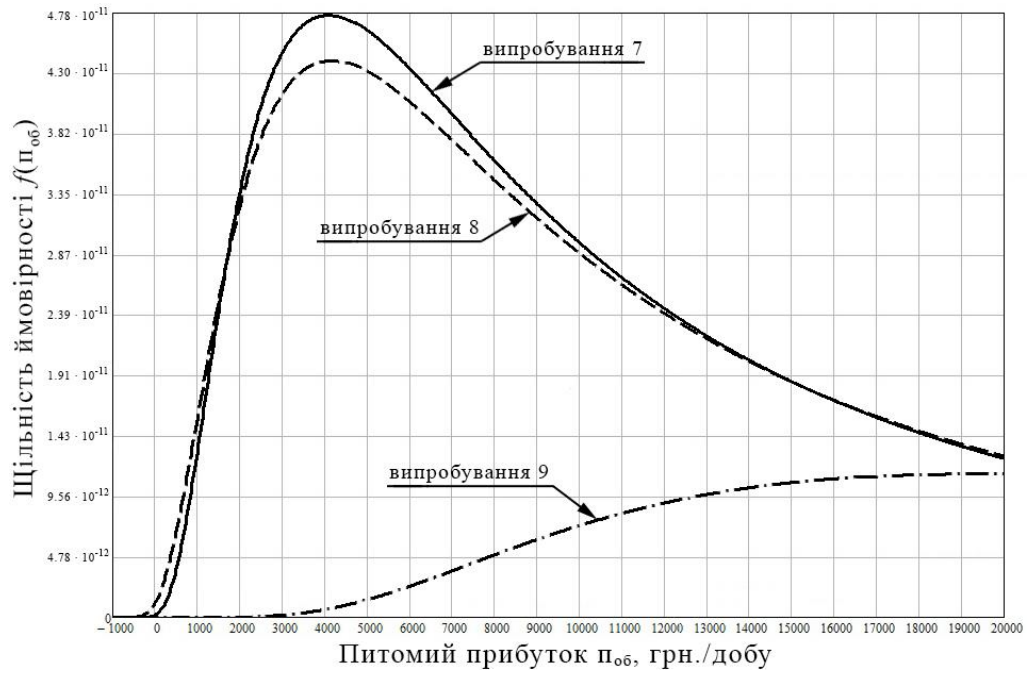


Рисунок Б.21 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Вороніж», отримані за результатами випробувань 7-9

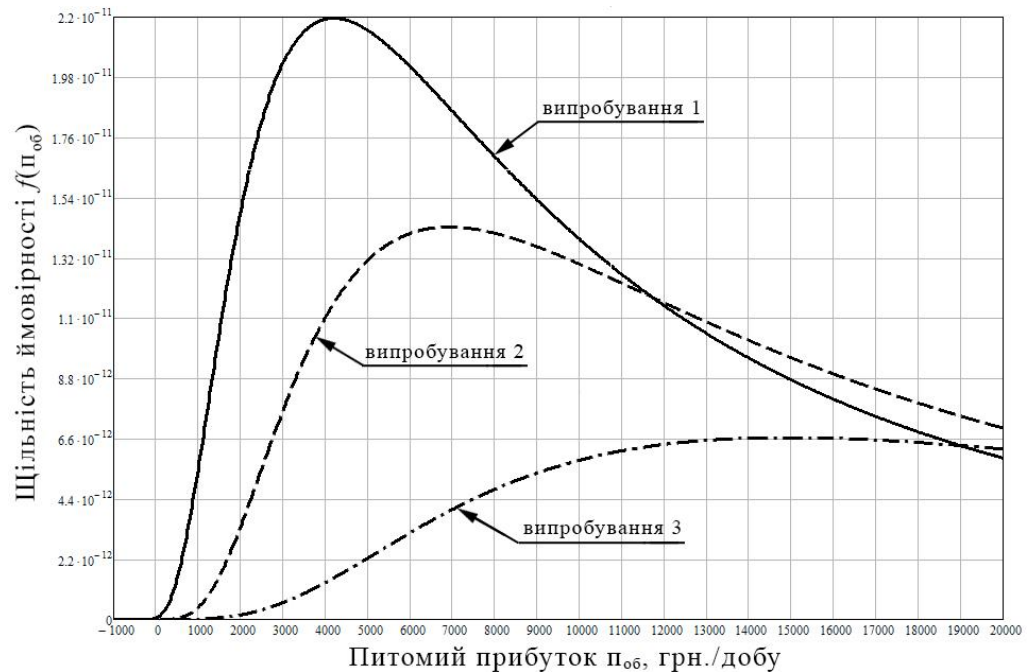


Рисунок Б.22 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 1-3

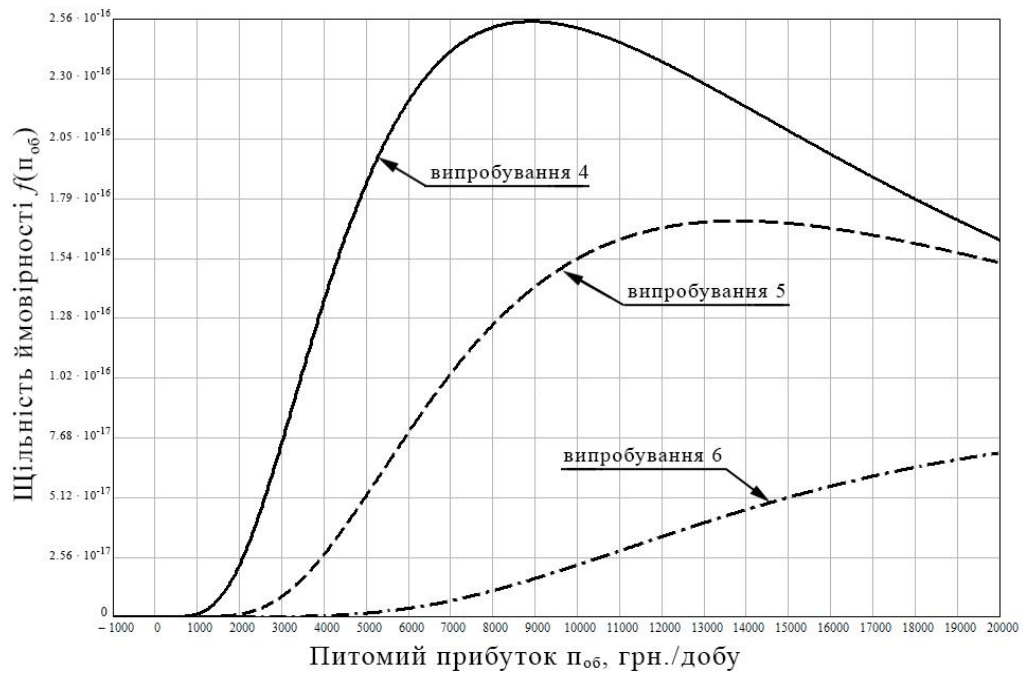


Рисунок Б.23 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 4-6

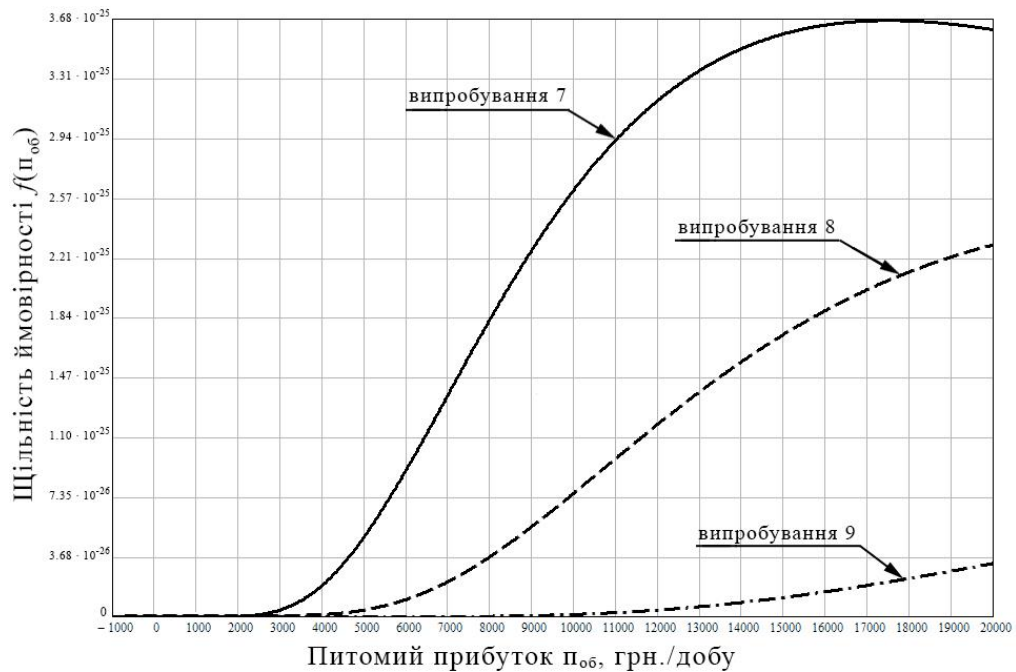


Рисунок Б.24 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Італія», отримані за результатами випробувань 7-9

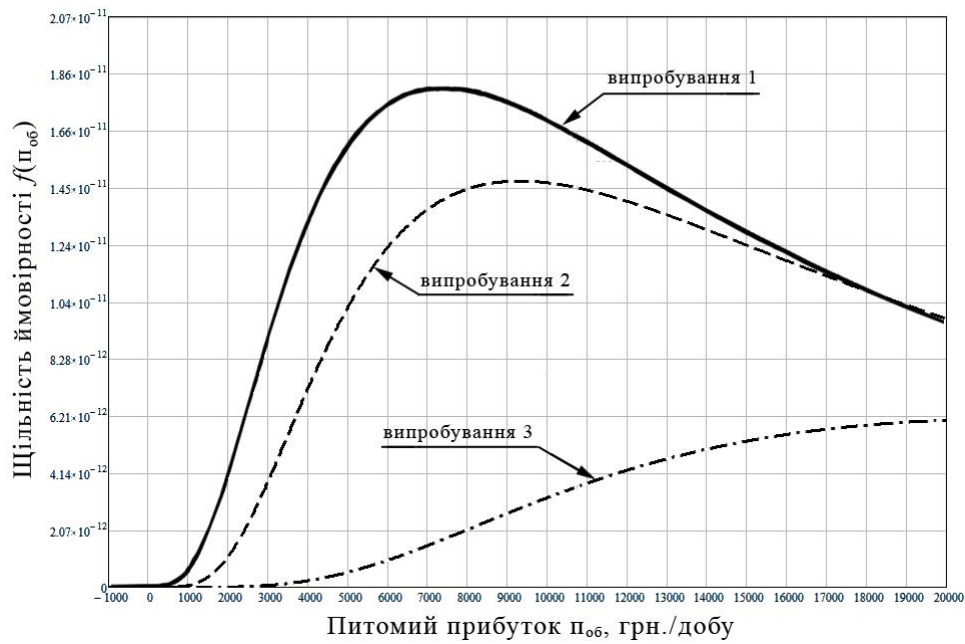


Рисунок Б.25 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Німеччина», отримані за результатами випробувань 1-3

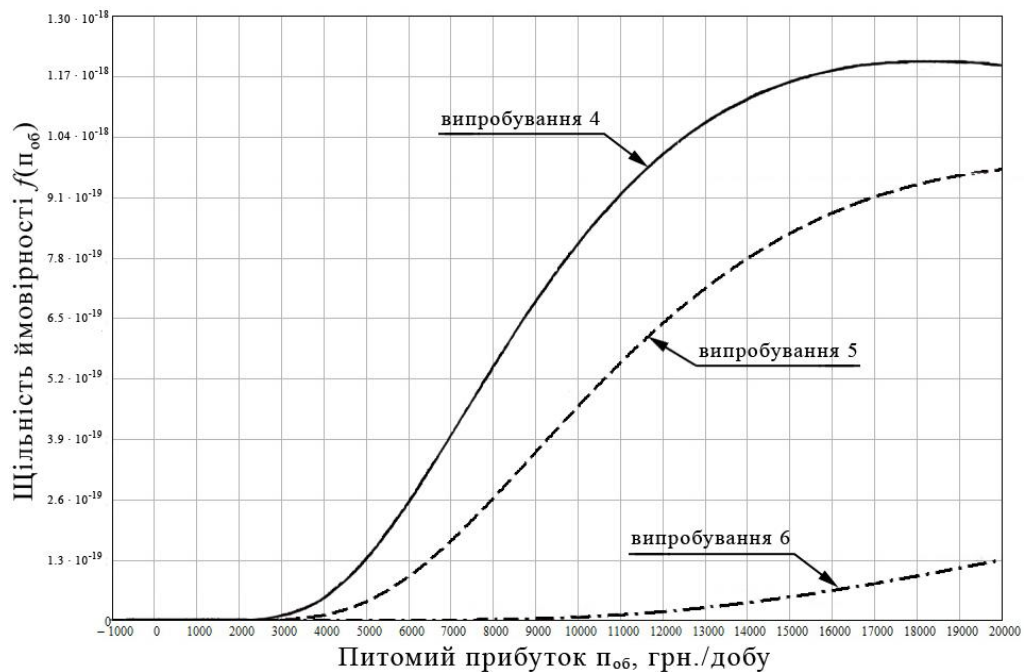


Рисунок Б.26 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Німеччина», отримані за результатами випробувань 4-6

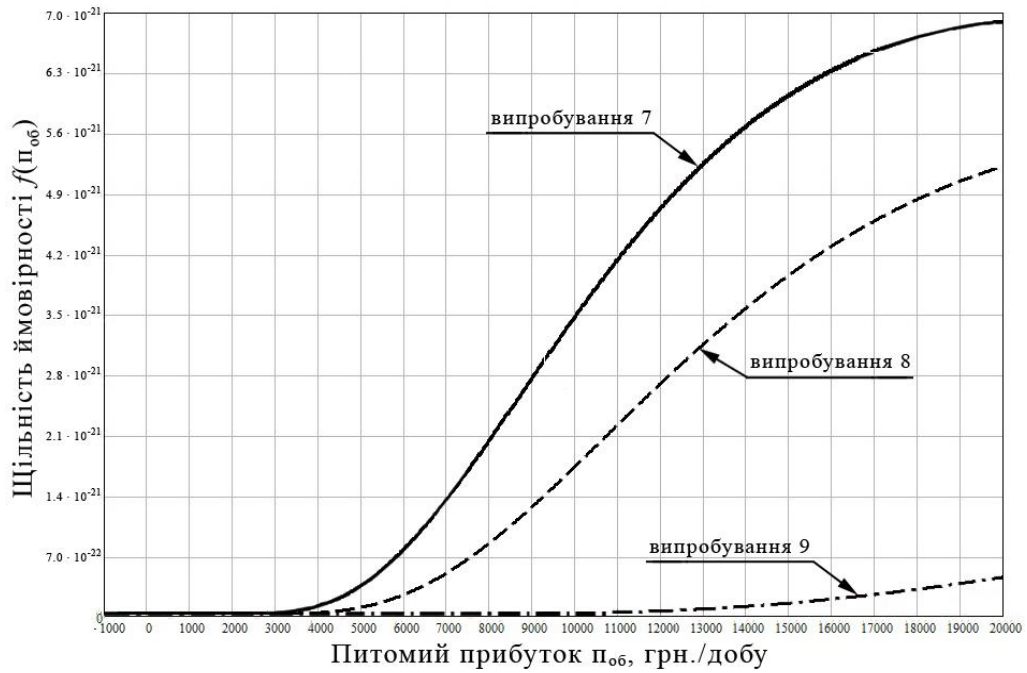


Рисунок Б.27 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Німеччина», отримані за результатами випробувань 7-9

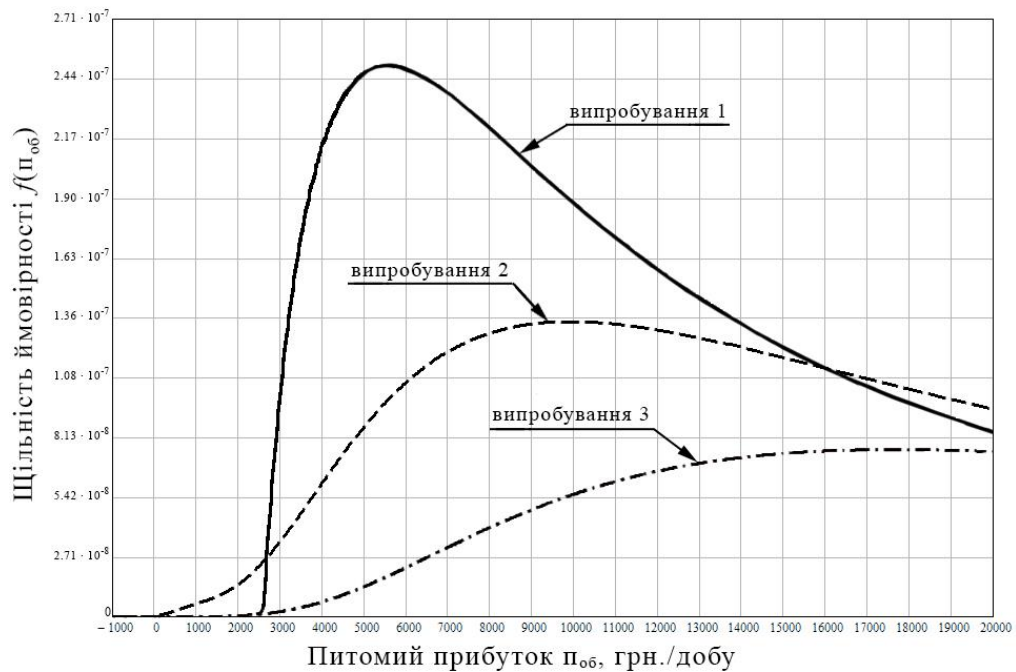


Рисунок Б.28 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Польща», отримані за результатами випробувань 1-3

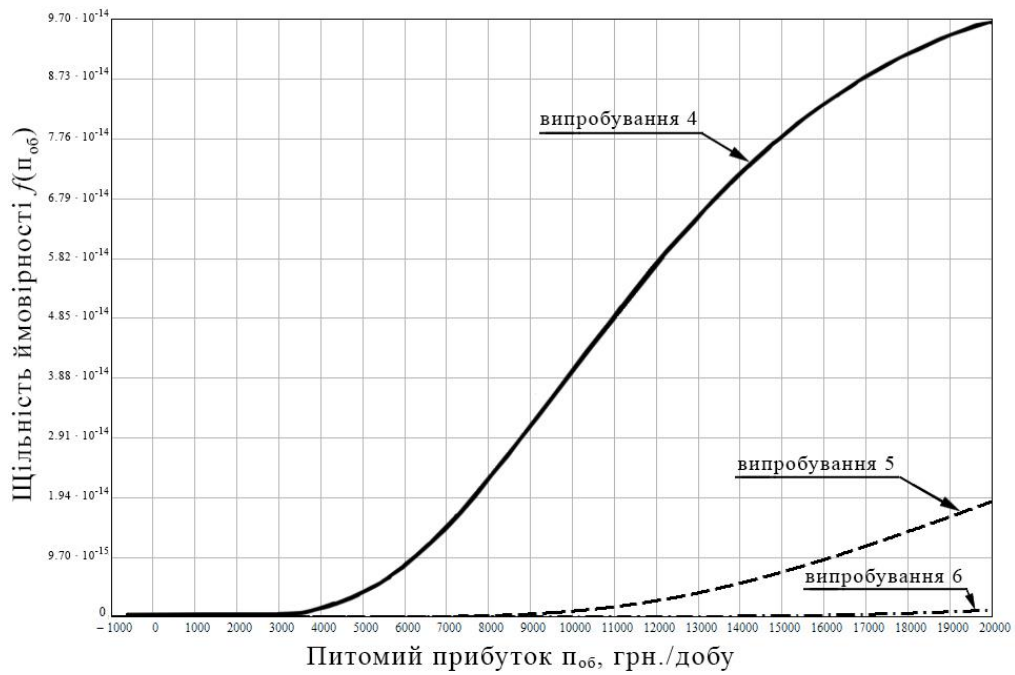


Рисунок Б.29 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Польща», отримані за результатами випробувань 4-6

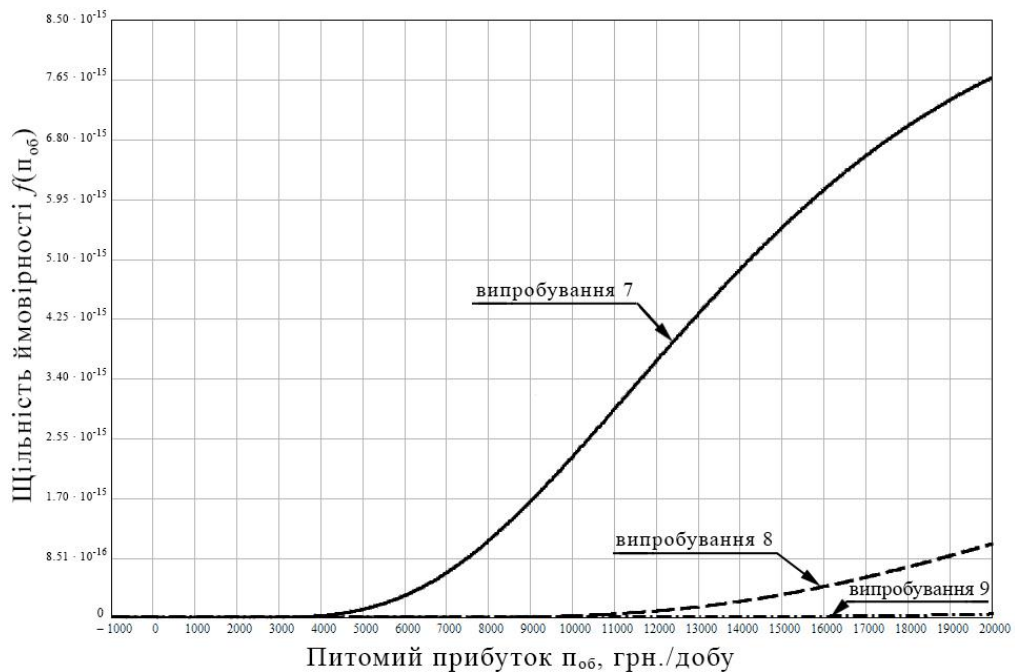


Рисунок Б.30 – Графіки функції, пропорційної щільності розподілу питомого прибутку для зони «Польща», отримані за результатами випробувань 7-9

Додаток Г

Акти впровадження результатів дослідження

ВІДДІЛ перевезень
ДММ ПЛЮС ПІДПРИЄМСТВА
18.12.2019

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Начальник відділу
 «ДММ ПЛЮС» №38278255
 18.12.2019р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Найменування пропозиції, яка впроваджена

Методика прийняття рішень про виконання разових міжнародних автомобільних перевезень вантажів.

Ким запропоновано

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), кафедра транспортних систем і логістики, автор – Немна Т.В.

Де, коли, для яких цілей впроваджено

Вказана методика була використана при визначенні доцільності та пріоритету виконання перевезень за разовими заявками.

Напрямки, результати, ефективність впровадження

Методика прийняття рішень про виконання разових міжнародних автомобільних перевезень вантажів дозволила отримати кількісну та ймовірнісну оцінку прибутковості маршрутів перевезень з урахуванням випадковості перевізного процесу та специфіки роботи з разовими заявками. В результаті застосування даної методики були отримані дані для ранжування заявок, що надходять до підприємства, за ознакою регіону, в якому знаходиться пункт призначення вантажу, та ймовірної прибутковості перевезення. Такий підхід до прийняття рішень дає можливість скоротити час на плану-

вання перевезення та підвищити ймовірність отримання прибутку.

Висновки, зауваження, пропозиції

Використання методики забезпечує можливість отримання кількісної інформації для прийняття зваженого рішення щодо доцільності перевезення.

Заступник начальника
відділу перевезень



" 12 " 12 2019 р.



Начальник відділу

[Handwritten signature]

" 20 02 2018 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Найменування пропозиції, яка впроваджена

Методика визначення питомого прибутку автотранспортного підприємства від виконання разового міжнародного перевезення вантажу.

Ким запропоновано

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), кафедра транспортних систем і логістики, автор – Немна Т.В.

Де, коли, для яких цілей впроваджено

Вказана методика була використана при прийнятті рішень щодо доцільності виконання разового перевезення вантажу у міжнародному сполученні.

Напрямки, результати, ефективність впровадження

Методика визначення питомого прибутку автотранспортного підприємства від виконання разового міжнародного перевезення вантажу дозволила отримати відносну оцінку ефективності перевезення з урахуванням тривалості оборотного рейсу. В результаті застосування даної методики була отримана статистика про прибутковість перевезення до різних держав та їх регіонів. Такий підхід до оцінки ефективності перевезення дає можливість визначати пріоритет виконання зая, що надходять на підприємство, та підвищити прибутковість перевізної діяльності.

Висновки, зауваження, пропозиції

Використання методики забезпечує отримання інформації для ідентифікації заявок на перевезення, які з великою ймовірністю дозволять отримати високий прибуток.

Заступник начальника
відділу перевезень



"10" 02 2018 р.

Додаток Д
Список публікацій за темою дисертації
та відомості про апробацію результатів дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Зонирование территории Российской Федерации при организации перевозок грузов из Украины. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/3 (62) 2013. С. 38–43.
2. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Исследование продолжительности простоя автомобилей на пограничных переходах при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2013. № 33. С. 87–91.
3. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Оценка параметров распределения продолжительности простоя автомобилей на таможенных пунктах пропуска при перевозках грузов между Украиной и Россией. *Автомобільний транспорт*. 2014. № 34. С. 65–69.
4. Горбачев П.Ф., Немна Т.В. Подход к построению модели функционирования транспортного процесса при международных перевозках. *Автомобільний транспорт*. 2015. № 37. С. 39–48.
5. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Визначення закону розподілу критерію ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 144 (2018). С. 15–23.
6. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Немна Т.В., Свічинський С.В. Експериментальне дослідження прибутковості міжнародних автомобільних перевезень вантажів за разовими заявками. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. № 4 (50). С. 50–56.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свічинський С.В. Підхід до виділення напрямів міжнародних разових перевезень вантажів. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: зб. наук. праць за матеріалами Х міжнародної наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 93–95.
8. Немна Т.В., Свічинський С.В. Дослідження часу простою автомобілів на митних пунктах пропуску при виконанні міжнародних перевезень вантажів. *Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні*: тези доповідей III

всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Львів, 22-23 лютого 2018 р.). Львів, 2018. С. 156–158.

9. Горбачов П.Ф., Немна Т.В., Свичинский С.В. Критерий оценки эффективности выполнения международных перевозок грузов по разовым заявкам. *Технології та інфраструктура транспорту*: тези доповідей міжнародної наук.-техн. конф. (м. Харків, 14-16 травня 2018 р.). Харків, 2018. С. 186–188.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

10. Немна Т.В. Энергоемкость международных перевозок грузов по разовым заявкам и её влияние на эффективность работы предприятия. *Автомобілі та автомобільне господарство*: тези всеукраїнської наук.-практ. on-line конф. аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченій Дню науки (м. Житомир, 16-17 травня 2018 р.). Житомир, 2018. С. 57.

Відомості про апробацію результатів дисертації:

1. 72-а міжнародна студентська наукова конференція, м. Харків, 22-26 березня 2010 р., ХНАДУ. Форма участі – очна.

2. Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми та перспективи морського транспорту: технологія, управління, економіка, логістика, право». м. Одеса, 13-17 вересня 2010 р., ОНМУ. Форма участі – очна.

3. 381-а науково-технічна та науково-методична конференція університету, м. Харків, 10-12 травня 2017 р., ХНАДУ. Форма участі – очна.

4. X міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р., ВНТУ, Форма участі – заочна.

5. III всеукраїнська науково-практична конференція «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні», м. Львів, 22-23 лютого 2018 р., НУ «Львівська політехніка». Форма участі – заочна.

6. Міжнародна науково-технічна конференція «Технології та інфраструктура транспорту», м. Харків, 14-16 травня 2018 р., УкрДУЗТ. Форма участі – заочна.

7. Всеукраїнська науково-практична on-line конференція аспірантів, молодих учених та студентів, присвячена Дню науки, м. Житомир, 16-17 травня 2018 р., ЖДТУ. Форма участі – заочна.