

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-326-38>

УДК 3.338.4; 656.2

РУДЕНКО Марина

Український державний університет науки і технологій

<https://orcid.org/0000-0003-1135-0295>

e-mail: m.v.rudenko@ust.edu.ua

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ НАДАНИХ ПОСЛУГ ПАСАЖИРАМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО УСПІХУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті розглядається важлива проблематика оцінки якості послуг у сфері пасажирського залізничного транспорту. Автор статті вирішує цю проблему, розробивши та запропонувавши модифіковану методику оцінки якості послуг пасажирських перевезень залізничним транспортом. Основною метою дослідження було визначення інтегрального показника якості послуг за допомогою економіко-математичної моделі. У статті надається детальна характеристика сутності та особливостей розробленої методики, виокремлюються ключові аспекти оцінки якості послуг пасажирських перевезень залізничним транспортом. Велика увага приділяється аналізу та визначенню переваг запропонованого підходу в порівнянні з існуючими методиками, зокрема у виборі показників для оцінки якості послуг пасажирських перевезень залізничним транспортом. Розглядаються особливості оцінки якості послуг на трьох ключових етапах: до поїздки, під час поїздки та після поїздки, зокрема з урахуванням специфіки залізничного транспорту. Отримані результати дозволяють визначити інтегральний показник, який відображає загальний рівень якості обслуговування пасажирів на всіх етапах. Висвітлення особливостей запропонованої методики та її ефективність в контексті залізничного транспорту дозволяють автору зробити обґрунтовані висновки про рівень обслуговування пасажирів та визначити напрямки для подальших досліджень в даній області. Розроблена методика відкриває нові можливості для збору та аналізу даних щодо якості обслуговування пасажирів на залізничному транспорті, сприяючи подальшій оптимізації та покращенню пасажирських перевезень АТ «Укрзалізниця».

Ключові слова: якість послуг, пасажирські перевезення, залізничний транспорт, математико-статистичний аналіз, економіко-математична модель, інтегральний показник.

РУДЕНКО Maryna

Ukrainian State University of Science and Technologies

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SERVICES PROVIDED TO RAILWAY PASSENGERS AS A STRATEGIC TOOL FOR ENSURING THE ECONOMIC SUCCESS OF RAILWAY ENTERPRISES

The article addresses the important issue of assessing service quality in the railway passenger transport sector. The author of the article tackles this problem by developing and proposing a modified methodology for evaluating the quality of passenger transport services by rail. The main goal of the research was to determine an integrated indicator of service quality using an economic-mathematical model. The article provides a detailed description of the essence and peculiarities of the developed methodology, highlighting key aspects of assessing the quality of railway passenger transport services. Special attention is paid to the analysis and determination of the advantages of the proposed approach compared to existing methodologies, particularly in the selection of indicators for assessing the quality of railway passenger transport services. The features of service quality assessment at three key stages: before the trip, during the trip, and after the trip, are discussed, taking into account the specifics of railway transport. The obtained results allow determining an integrated indicator reflecting the overall level of passenger service at all stages. The elucidation of the peculiarities of the proposed methodology and its effectiveness in the context of railway transport allows the author to draw reasoned conclusions about the level of passenger service and identify directions for further research in this area. The developed methodology opens up new opportunities for collecting and analyzing data on the quality of passenger service in railway transport, contributing to further optimization and improvement of passenger transportation by «Ukrzaliznytsia».

Key words: service quality, passenger transportation, railway transport, mathematical-statistical analysis, economic-mathematical model, integral indicator.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

У сучасному світі рівень якості транспортних послуг стає визначальним фактором для клієнтів у виборі засобу перевезення, що враховує їхні потреби та інтереси. Методичні підходи до оцінки якості транспортних послуг для пасажирів, на жаль, виявляються менш розвинутими порівняно із системами оцінки для вантажовласників. Комплексна оцінка якості транспортних послуг має вирішальне значення як для задоволення потреб та інтересів пасажирів, так і для досягнення прибуткової діяльності підприємствами залізничного транспорту і зокрема АТ «Укрзалізниця».

У статті висвітлено актуальність проблеми оцінки якості послуг пасажирських перевезень залізничним транспортом. Зокрема, ставиться завдання визначити ефективний метод оцінки, що враховує комплексні аспекти обслуговування пасажирів, а також адаптований до специфічних умов залізничного транспорту. Проблема полягає в тому, що існуючі методики є недостатньо адаптованими до унікальних особливостей пасажирських перевезень залізничним транспортом. Постановка проблеми визначає необхідність розробки нового, більш ефективного підходу до оцінки якості послуг у даній галузі.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Багато вчених з різних країн, включаючи вітчизняних та зарубіжних дослідників, приділяють увагу проблемі оцінки якості перевезень пасажирів транспортними підприємствами. У своїх наукових працях вони проводять аналіз різних методів оцінки якості пасажирських перевезень, розглядаючи їхні переваги та недоліки і звертаючи увагу на їх ефективність, об'єктивність та можливість впровадження в практику управління та розвитку транспортного сектору країни. Проблема оцінки якості транспортних послуг присвячені роботи сучасних українських дослідників, таких як: Бараш Ю.С., Бобиль В.В., Дикань В.Л., Кайлюк Є.М., Криворучко О.М., Матусевич О.О., Никончук В.М., Сич Є.М., Хачатурян О.С., Чаркіна Т.Ю., Шинкаренко В.Г., Яновська В.П. та інших. Останні дослідження вказують на значний прогрес у використанні економіко-математичних моделей для вимірювання задоволеності пасажирів обслуговуванням на транспорті. Проте, незважаючи на цей прогрес, існують певні виклики та проблеми, однією з них є потреба в адаптації економіко-математичних моделей до конкретних умов залізничного транспорту, враховуючи його специфіку та особливості взаємодії з пасажиром. Також важливим аспектом є комплексність вимірювання задоволеності пасажирів обслуговуванням на транспорті на різних етапах подорожі. Відмічається, що деякі методики фокусуються лише на певних аспектах, але повноцінне розглядання всіх етапів – до, під час та після поїздки, вимагає подальшого розвитку.

Продовжує залишатися актуальним питання врахування різноманітних факторів, що впливають на якість обслуговування, таких як індивідуальні очікування пасажирів, взаємодія з персоналом та інші різні аспекти комфорту. Отже, необхідно систематично вдосконалювати методики та моделі, забезпечуючи їхню ефективність та адаптованість до конкретних умов в яких функціонує залізничний транспорт (в умовах стабільності та відсутності кризових ситуацій та навпаки в умовах нестабільності та кризових ситуацій (економічних, політичних, соціальних, природних) для забезпечення точності та об'єктивності вимірювань якості транспортних послуг.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є дослідження проблеми оцінки якості транспортних послуг і визначення інтегрального показника якості послуг, що враховує особливості пасажирських перевезень та взаємодії залізничного транспорту з клієнтами. В статті також розглядаються переваги запропонованого підходу порівняно з існуючими методиками, зокрема у виборі показників та аналізі якості обслуговування на різних етапах подорожі пасажирів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Протягом останніх трьох років в Україні спостерігається зростання рівня інфляції (що призвело до різкого падіння реальних доходів населення), зумовлене пандемією коронавірусної інфекції нового типу COVID-19 та початком повномасштабної війни, яке істотно вплинуло на всі сфери соціально-економічного життя, у тому числі на пасажирообіг залізничного транспорту. Сьогодні, особливої актуальності набувають питання підвищення ефективності діяльності залізничного транспорту, питання необхідності забезпечення безперервності транспортних послуг та їх оптимізації, адже в умовах повномасштабної війни українська залізниця стала ключовим транспортом який здійснює перевезення пасажирів і вантажів.

АТ «Укрзалізниця» розуміє, чого хочуть пасажирів, але з існуючих причин весь обсяг вимог та очікувань клієнтів не враховується в організаційному та технологічному процесах, що діють на залізничному транспорті. Насамперед це пов'язано зі застарілою нормативною базою в галузі оцінки якості пасажирських перевезень, відсутністю єдиних обов'язкових стандартів якості обслуговування пасажирів, що обумовлено дефіцитом власних фінансових засобів (витрати, пов'язані з негативним фінансовим результатом у сфері пасажирських перевезень, компенсуються за рахунок прибуткової діяльності у секторі вантажних перевезень), недостатньою прозорістю фінансової діяльності галузі та складнощами із залученням інвестицій. Крім того, при розширенні переліку послуг виникають проблеми з формуванням показників якості та методик їх оцінки, з подальшою їх регламентацією. Як наслідок, керівництво філії «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця» на практиці застосовує самостійно розроблені механізми регулювання сервісної діяльності, які часто не враховують потреби пасажирів.

У найближчому майбутньому, після закінчення війни, для АТ «Укрзалізниця» зросте необхідність в проведенні маркетингових досліджень з метою оцінки якості обслуговування пасажирів та його подальше вдосконалення, саме для вирішення цього питання необхідне впровадження передових інноваційних та інформаційних систем, здатних забезпечити навіть ефективний зворотний зв'язок з пасажиром. У зв'язку з високим рівнем розвитку інформаційних технологій, при покращенні обслуговування пасажирів і наданні різноманітних послуг, головний акцент слід робити на можливості надання персоналізованих сервісів за допомогою розробки мобільних додатків і використання соціальних мереж, а також впровадження інтелектуальних технологій, включаючи використання геолокаційних сервісів.

Оцінка якості обслуговування пасажирських перевезень є важливим критерієм для визначення рівня обслуговування пасажирів АТ «Укрзалізниця». Поліпшення та вдосконалення якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту не тільки сприятиме високоякісному розвитку транспортної індустрії

України та підвищить дохід від пасажирських перевезень, а також може посилити співпрацю з країнами Європейського Союзу.

Оцінка якості обслуговування пасажирських перевезень є досить складним завданням, так як це процес визначення якості не тільки окремої послуги, а й комплексу додаткових послуг, який спрямований на підвищення задоволеності пасажирів за рахунок передбачення його очікувань. З метою прийняття ефективних рішень у сфері якості наданих послуг, підприємствам залізничного транспорту необхідно спиратися на значимі для пасажирів критерії, які визначають рівень його задоволеності обслуговуванням. Проте нині немає єдиної методології оцінки якості обслуговування пасажирів, яка б у повній мірі враховувала індивідуальні потреби та переваги клієнтів залізничного транспорту.

Проблема якості послуг обумовлена дисонансом між сучасним станом рухомого складу АТ «Укрзалізниця» та зростаючими вимогами споживачів послуг залізничного транспорту. Для підвищення якості обслуговування пасажирів необхідне системне перетворення процесів, що передують стадії надання транспортних послуг підприємствами залізничного транспорту.

Для здійснення контролю якості послуг, підприємствам залізничного транспорту необхідно мати досить повну та об'єктивну інформацію про якість наданих послуг, що кількісно вимірюється, тобто ту, яку зручно використовувати в системі управління. В управлінні якістю послуг залізничного транспорту велике значення має розробка критеріїв, визначення показників які відображають потреби і очікування пасажирів та використання різноманітних методик, які нададуть можливість комплексної оцінки якості послуг, що є на сьогодні складною і не до кінця вирішеною проблемою (рис. 1).

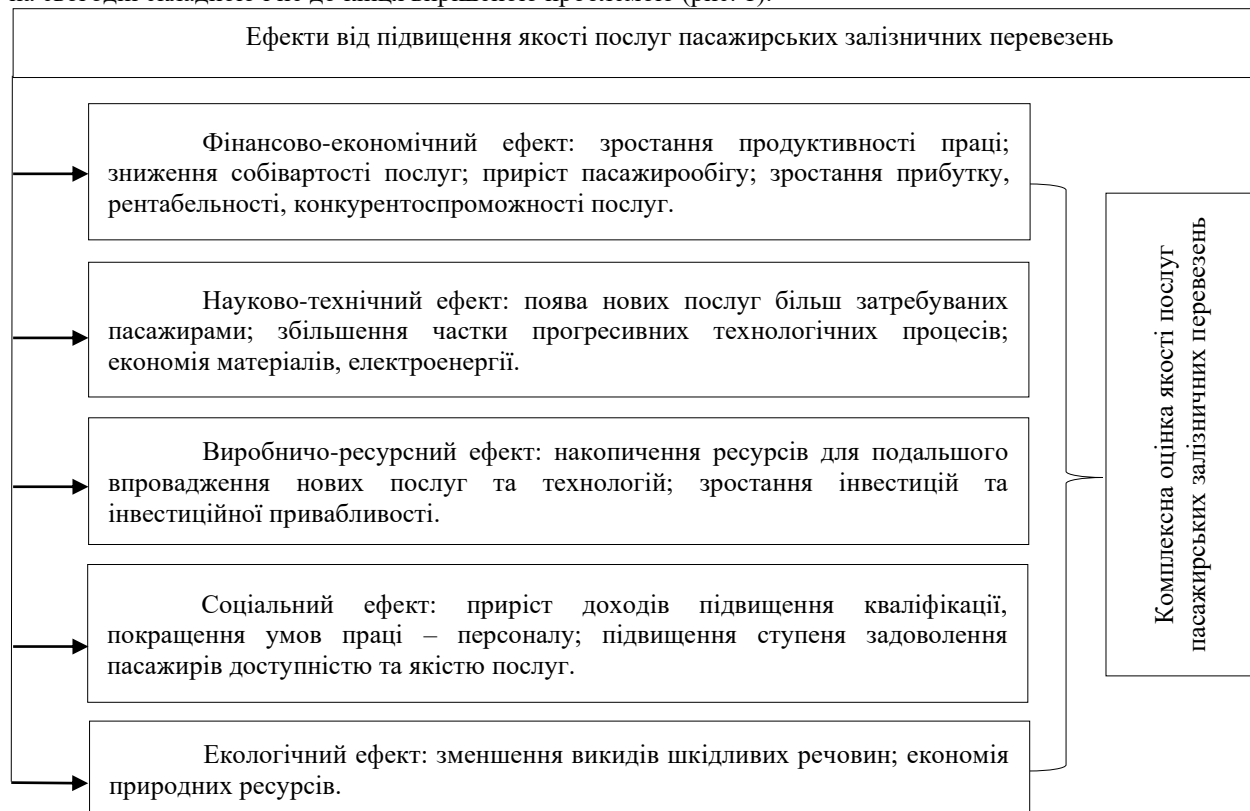


Рис. 1. Ефекти від підвищення якості послуг пасажирських залізничних перевезень Джерело: складено автором

Схема комплексної оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень (рис. 2) дозволяє підприємствам залізничного транспорту збалансувати різні аспекти обслуговування та пристосовуватися до потреб пасажирів, сприяючи покращенню якості послуг та досягненню позитивних фінансових результатів.

На основі взаємодії (синергії) екзогенної та ендогенної оцінки можливе підвищення об'єктивності комплексної оцінки якості послуг ($K_{OЯПЗТ}$) пасажирських залізничних перевезень. Синергетичний ефект [1-2], а саме ефект від спільної дії всіх елементів системи управління якістю послуг, що призводить до збільшення якісних показників функціонування без збільшення кількісних – полягає у підвищенні якості пасажирських послуг на залізничному транспорті в результаті інтеграції оціночних показників та інтегрального показника якості пасажирських послуг на залізничному транспорті ($I_{ПЯПЗТ}$), в єдину систему за рахунок емерджентності (готовності та здатності системи пасажирського залізничного транспорту ефективно реагувати на непередбачені ситуації та кризові обставини з метою забезпечення безпеки та комфорту пасажирів), яка виявляється у наявності специфіки перевезень пасажирів залізничним транспортом, не властивих іншим видам транспорту.

На наш погляд необхідно впровадити експертно-кваліметричний метод (ЕКМ) вимірювання у систему комплексної оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень, в основі якого лежать методи експертної оцінки індикаторів якості у балах та наукові засади кваліметрії при формуванні показників оцінки якості послуг як сукупності окремих властивостей, що кількісно вимірюються за допомогою інтервальних шкал.



Рис. 2. Схема комплексної оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень

Джерело: складено автором

Експертно-кваліметричний метод (ЕКМ) – це аналітичний підхід, який використовується для комплексної оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень та дозволяє систематично оцінювати різні аспекти якості обслуговування та враховувати думки та експертні оцінки різних зацікавлених сторін [3-8]. В основі експертно-кваліметричного методу лежить використання якісних і кількісних показників для оцінки різних аспектів обслуговування пасажирів. Основні кроки використання експертно-кваліметричного методу для оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень включають такі етапи (рис. 3).

Для отримання комплексної оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень необхідна розробка організаційно-методичного інструментарію обґрунтування вибору найбільш ефективного варіанту з урахуванням комплексу факторів та синергетичного ефекту.

Більшість порівнюваних показників не мають кількісного вимірювання чи відсутні у вигляді статистичних чи вибірових даних. Діюча система показників оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень включає, головним чином, вартісні методи вимірювання динамічних і статичних показників. Діюча та запропонована система показників оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень представлена на рис. 4.

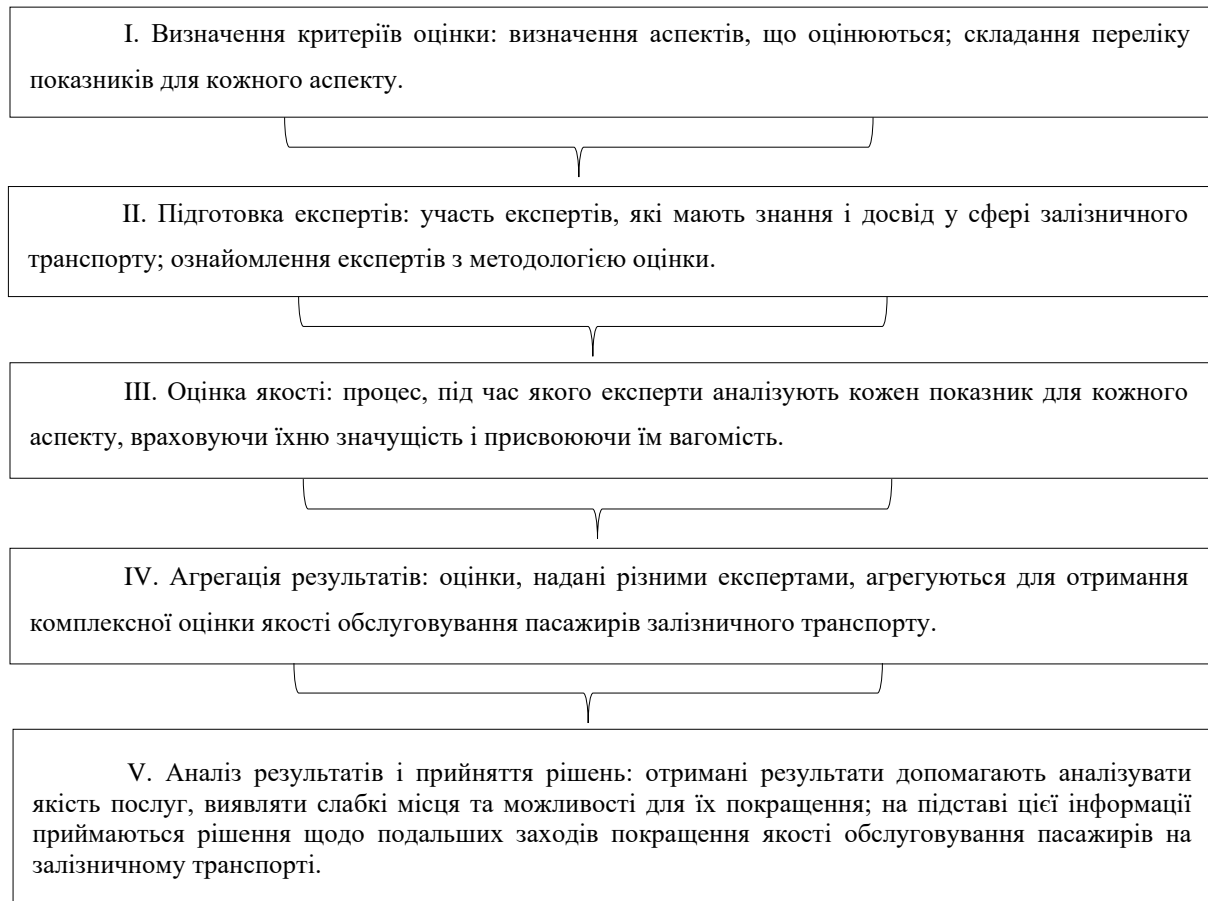


Рис. 3. Блок-схема методу оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень

Джерело: складено автором

Оцінка якості пасажирських послуг на залізничному транспорті повинна мати комплексний характер, а саме базуватися на спільному обліку об'єктивних (кількісних з позиції надавача послуг – філії «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця») та суб'єктивних (якісних з позиції пасажирів) характеристик.

Система показників оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень має не лише визначати інтегральний рівень якості будь-якої послуги, а й можливість ранжування та вибору найбільш якісної затребуваної послуги.

Для того щоб комплексна оцінка якості пасажирських послуг була дієвим інструментом для розвитку залізничного транспорту, необхідно обґрунтування методів її конструювання та вимірювання на основі відомості різних показників в єдиний інтегральний показник.

Переваги методології інтегральної оцінки ефективності управлінських рішень полягають у наступному:

- відображає комплексний, багатовимірний підхід до оцінки якості пасажирських послуг;
- здійснюється в умовах відсутності статистичної відкритої звітності на основі даних експертного обстеження;
- є порівняльною характеристикою, що показує вузькі місця та фактори досягнення вищого рівня якості;
- чіткий алгоритм обчислень дозволяє реалізувати математичну модель з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Для порівняння фактично досягнутого рівня якості послуг пасажирських залізничних перевезень нормативним вимогам пропонується експертне опитування. З цією метою розроблено анкету оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень, яка включає: чотири секції, у кожній з яких респондентам необхідно оцінити кілька характеристик сервісу. Мета першої секції – сегментація пасажирів на основі різних критеріїв, три інші згруповані за блоками та присвячені оцінці рівня якості послуг: друга секція виявляє очікування клієнтів від процесу обслуговування пасажирів до поїздки (доступність), третя секція оцінює очікування клієнтів від процесу обслуговування пасажирів під час поїздки (надійність, зручність), четверта секція оцінює очікування клієнтів від процесу обслуговування пасажирів після поїздки (результативність), тобто фактичний процес обслуговування на залізничному транспорті; критерії оцінки та порядок присвоєння за ними балів. У дослідженні взяло участь 644 пасажирів з них 53,28 % жінок та 46,72 % чоловіків; 59,43 % опитаних від 16 до 25 років, 23,77 % від 26 до 54 років та 16,80 % від 55 до 70+ років.

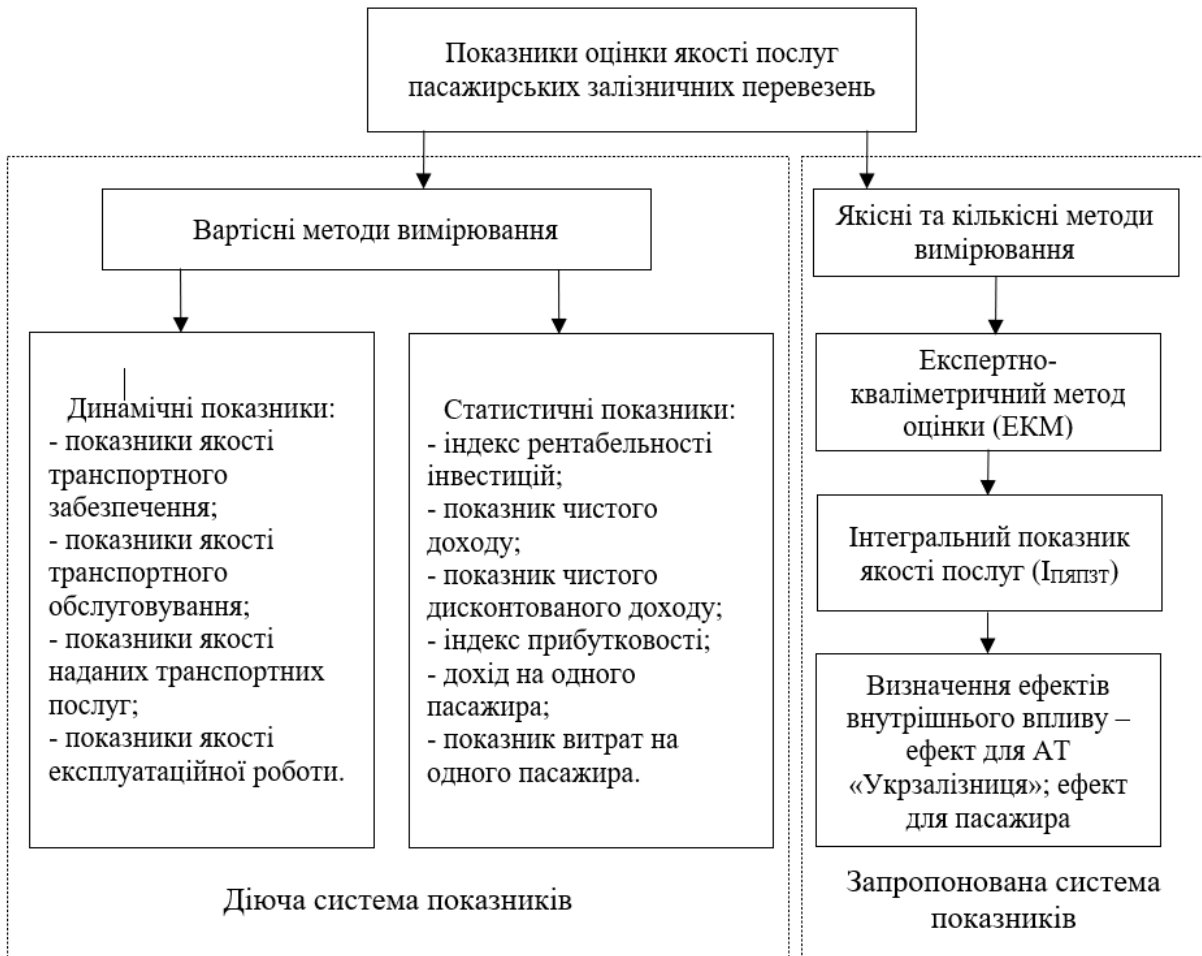


Рис. 4. Діюча та запропонована система показників оцінки якості послуг пасажирських залізничних перевезень
Джерело: складено автором на основі [9-11]

При розробці анкети використовувалися різні методи збору даних та аналізу в залежності від типу питань:

- відкриті питання (наприклад: «Будь ласка, напишіть Ваші пропозиції щодо покращення якості обслуговування?»), які дозволяють отримати різні варіанти відповідей, і допомагають розглянути проблему з різних сторін;
- питання, на які респондент може відповісти лише «так» чи «ні» (наприклад: «Чи харчуєтеся Ви у вагонах-ресторанах під час поїздки?»), легкі для відповіді та прості при аналізі;
- питання, що передбачають вибір із кількох можливостей (наприклад: «Яким типом вагона пасажирського поїзду Ви зазвичай користуєтеся?») зручні за наявності альтернатив;
- респондентам було запропоновано дати оцінку кожному питанню про якість обслуговування, і тим самим проранжувати їх шляхом присвоєння балів від 1 до 5 балів (1 – занадто низька якість обслуговування; 2 – низька якість обслуговування; 3 – задовільна якість обслуговування; 4 – добра якість обслуговування; 5 – висока якість обслуговування).

Система оціночних показників якості послуг пасажирських перевезень та розроблена методика їх оцінки є важливим інструментом для визначення якості обслуговування пасажирів на залізничному транспорті. Система оціночних показників дозволить здійснювати оцінку на основі методу експертних оцінок і виявляти вплив різних факторів, включаючи як внутрішні (табл. 1), так і зовнішні, на якість послуг наданих пасажиром.

Основні переваги цієї системи оцінки включають:

1. Об'єктивність: залучення експертів з різних сфер дозволяє отримати об'єктивну оцінку якості послуг, оскільки вони представляють різні точки зору та інтереси.
2. Комплексність: система оціночних показників включає багато аспектів обслуговування, що дозволяє оцінювати всі ключові аспекти якості, адже пасажиря мають різні очікування та вимоги щодо якості послуг.
3. Гнучкість: застосування методу експертних оцінок дозволяє адаптувати систему до різних умов і враховувати зміни на ринку пасажирських перевезень.

У зв'язку з важливістю і складністю оцінки якості послуг наданих пасажиром на залізничному транспорті, було запрошено чотири кваліфікованих експерта для забезпечення об'єктивності та компетентності в процесі оцінки. Робоча група має за мету розробку вагомості для показників та визначення впливу різних факторів на якість послуг, що надаються пасажиром філії «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця».

Запропоновані кандидати на роль експертів з оцінки якості послуг на залізничному транспорті мають великий досвід та експертні знання в цій галузі: Експерт 1 – представник АТ «Укрзалізниця», який має глибокий інсайдерський погляд на сферу залізничних перевезень і може надати об'єктивну оцінку щодо якості обслуговування; Експерт 2 – академічний експерт і дослідник у сфері туризму та туристичного бізнесу, який спеціалізується на дослідженнях та аналізі туристичного ринку і може оцінити, як якість послуг впливає на вибір туристів (місця подорожі, виду транспорту) і їх задоволення від подорожей; Експерт 3 – академічний експерт і дослідник, який спеціалізується на питаннях підвищення ефективності транспортних послуг; Експерт 4 – досвідчений психолог, який може оцінити, саме які аспекти обслуговування впливають на пасажирський комфорт, психологічний стан, та загальну задоволеність і може запропонувати показники та методику оцінки, які враховували б психологічні аспекти якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту (табл. 2).

Після отримання відгуків від експертів була сформована система оцінки якості, яка відображає думку професіоналів у сфері залізничних перевезень і допоможе покращити якість обслуговування пасажирів на залізничному транспорті.

Для визначення рівня узгодженості між висновками експертів, тобто для визначення того, наскільки однакові або різні їх висновки, необхідно розрахувати коефіцієнт конкордації, ступінь значущості якого перевірено за критерієм Пірсона.

Для обчислення коефіцієнта конкордації (критерій Пірсона) на основі наданих оцінок експертів, необхідно:

1. Обчислити середню оцінку для кожного показника, а саме слід сумувати оцінки всіх експертів та поділити їхню суму на кількість експертів.
2. Розрахувати суму квадратів відхилень кожної оцінки від середньої оцінки для кожного показника.
3. Розрахувати суму квадратів відхилень для всіх показників.

Таблиця 1.

Внутрішні показники, які впливають на рівень якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту та їх коефіцієнти вагомості

Показник якості	Позначення показника	Оцінка надана пасажирами	Коефіцієнт вагомості
Процес обслуговування пасажирів до поїздки			
1. Оцінка зручності та корисності веб-сайту АТ «Укрзалізниця».	X1	4	0,15
2. Оцінка інформаційно-довідкового обслуговування на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	X2	4	0,20
3. Оцінка комфортабельності залізничних вокзалів АТ «Укрзалізниця».	X3	3,4	0,25
4. Оцінка комерційних послуг на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	X4	3,5	0,15
5. Оцінка ступеня відповідності послуг очікуванням пасажирів, наданих залізничними вокзалами АТ «Укрзалізниця».	X5	4	0,25
Сума всіх коефіцієнтів вагомості		3,78	1
Процес обслуговування пасажирів під час поїздки			
1. Оцінка якості обслуговування при посадці в пасажирський поїзд.	X6	3	0,35
2. Оцінка стану пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	X7	2,71	0,35
3. Оцінка характеристики провідників пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	X8	4	0,30
Сума всіх коефіцієнтів вагомості		3,24	1
Процес обслуговування пасажирів після поїздки			
1. Оцінка задоволеності розкладом руху поїздів.	X9	4	0,25
2. Оцінка задоволеності пунктуальністю, надійністю поїзда.	X10	4	0,35
3. Оцінка задоволеності тривалістю подорожі.	X11	4	0,20
4. Оцінка задоволеності ціною квитка.	X12	3	0,20
Сума всіх коефіцієнтів вагомості		3,75	1

Середній бал для внутрішніх показників, які впливають на рівень якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту (табл. 3):

$$\text{Середній бал} = \frac{\sum}{n}, \quad (1)$$

де: Σ – сума всіх значень показника;
 n – кількість значень показника.

Розрахуємо суму квадратів відхилень (табл. 3):

$$\text{Сума квадратів відхилень} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

де: x_i – кожне окреме значення показника;
 \bar{x} – середнє арифметичне (середній бал);
 n – кількість значень показника.

Розрахуємо коефіцієнт конкордації (критерій Пірсона):

$$W = 1 - \frac{6 \Sigma d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (3)$$

де: σW – коефіцієнт конкордації, який може приймати значення від -1 до 1. Зазвичай він більший або рівний нулю, і чим він більше, тим вищий рівень конкордації;

Σd^2 – сума квадратів рангових відхилень (різниць) між оцінками експертів;

n – кількість експертів;

n^2 – квадрат кількості експертів;

$n^2 - 1$ – одиниця від квадрату кількості експертів;

Таблиця 2.

Ваги показників якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту за оцінками експертів

Показник якості	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4
Процес обслуговування пасажирів до поїздки				
1. Оцінка зручності та корисності веб-сайту АТ «Укрзалізниця».	0,15	0,10	0,15	0,15
2. Оцінка інформаційно-довідкового обслуговування на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	0,20	0,20	0,20	0,15
3. Оцінка комфортабельності залізничних вокзалів АТ «Укрзалізниця».	0,25	0,25	0,25	0,30
4. Оцінка комерційних послуг на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	0,15	0,20	0,15	0,15
5. Оцінка ступеня відповідності послуг очікуванням пасажирів, наданих залізничними вокзалами АТ «Укрзалізниця».	0,25	0,25	0,25	0,25
Процес обслуговування пасажирів під час поїздки				
1. Оцінка якості обслуговування при посадці в пасажирський поїзд.	0,35	0,40	0,30	0,35
2. Оцінка стану пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	0,35	0,30	0,40	0,35
3. Оцінка характеристики провідників пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	0,30	0,30	0,30	0,30
Процес обслуговування пасажирів після поїздки				
1. Оцінка задоволеності розкладом руху поїздів.	0,25	0,20	0,25	0,20
2. Оцінка задоволеності пунктуальністю, надійністю поїзда.	0,35	0,40	0,35	0,35
3. Оцінка задоволеності тривалістю подорожі.	0,20	0,20	0,20	0,20
4. Оцінка задоволеності ціною квитка	0,20	0,20	0,20	0,25

Коефіцієнт конкордації (критерій Пірсона) складає близько 0,9996 (до поїздки), 0,9994 (під час поїздки), 0,9995 (після поїздки), що вказує на дуже високий рівень згоди між експертами щодо наданих оцінок якості процесу обслуговування пасажирів залізничного транспорту.

Інтегральний показник якості послуг (Y) є лінійною комбінацією окремих якісних показників (X), які нормовані і змінюються від 0 до 1. Цей підхід дозволяє створити комплексну оцінку якості послуг пасажирських перевезень на основі різних показників. Щоб сформулювати математичний вираз для інтегрального показника, використаємо вагові коефіцієнти для кожного з окремих показників (X):

$$Y = \alpha_1 \times X_1 + \alpha_2 \times X_2 + \alpha_3 \times X_3 + \dots + \alpha_n \times X_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i \times X_i, \quad (4)$$

де: Y – інтегральний показник якості послуг пасажирських перевезень;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – окремі якісні показники, які необхідно врахувати;
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ – вагові коефіцієнти, які вказують на важливість кожного показника в загальній оцінці.

Вагові коефіцієнти ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) визначаються за допомогою методу експертної оцінки (табл. 2), а саме завдяки збору оцінок експертів, які мають знання та досвід у сфері якості послуг на залізничному транспорті.

Дисперсія інтегрального показника (Y), коли поодинокі показники якості обслуговування розглядаються як незалежні змінні (факторні ознаки), буде дорівнювати сумі дисперсій цих окремих показників, помножених на відповідні квадрати вагових коефіцієнтів. Математично це можна виразити наступним чином, припускаючи, що є n окремих показників якості ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) з ваговими коефіцієнтами ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Дисперсія інтегрального показника:

$$\sigma^2(Y) = \alpha_1^2 \times \sigma^2(X_1) + \alpha_2^2 \times \sigma^2(X_2) + \alpha_3^2 \times \sigma^2(X_3) + \dots + \alpha_n^2 \times \sigma^2(X_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 \times \sigma_i^2, \quad (5)$$

де: $\sigma^2(Y)$ – дисперсія інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень (Y);
 $\sigma^2(X_1), \sigma^2(X_2), \sigma^2(X_3), \dots, \sigma^2(X_n)$ – дисперсії окремих показників якості послуг пасажирських перевезень ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$).

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ – вагові коефіцієнти для кожного з окремих показників.

Інтегральний показник та окремі показники якості обслуговування нормуються від 0 до 1, ця умова гарантує, що вагові коефіцієнти правильно відображають важливість окремих показників та допомагають зважено обчислити інтегральний показник якості, який враховує їхню роль у загальній оцінці:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (6)$$

Для знаходження значень вагових коефіцієнтів ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$), при яких інтегральний показник має найменшу середню помилку (σ), необхідно виконати оптимізацію цільової функції Z ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$), яка відображає середню помилку, вже враховуючи обмеження на суму вагових коефіцієнтів (формула 6):

$$Z(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n) = \sigma(Y) = \sqrt{\alpha_1^2 \times \sigma^2(X_1) + \alpha_2^2 \times \sigma^2(X_2) + \alpha_3^2 \times \sigma^2(X_3) + \dots + \alpha_n^2 \times \sigma^2(X_n)}, \quad (7)$$

де: $Z(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n)$ – цільова функція, для мінімізації середньої помилки;
 $\sigma(Y)$ – середня помилка (σ) інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень;
 $\sigma^2(X_1), \sigma^2(X_2), \sigma^2(X_3), \dots, \sigma^2(X_n)$ – дисперсії окремих показників якості послуг пасажирських перевезень ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$).

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ – вагові коефіцієнти для кожного з окремих показників.

Тепер можна сформулювати задачу нелінійного програмування з використанням методу Лагранжа для визначення оптимальних значень вагових коефіцієнтів, які мінімізують середню помилку (σ) інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень при врахуванні обмеження на суму цих коефіцієнтів.

Цільова функція для мінімізації середньої помилки (σ) інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень залізничним транспортом при врахуванні обмеження на суму коефіцієнтів вагомості ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) та множника Лагранжа (λ) виглядає так:

$$L(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n, \lambda) = \sqrt{\alpha_1^2 \times \sigma^2(X_1) + \alpha_2^2 \times \sigma^2(X_2) + \alpha_3^2 \times \sigma^2(X_3) + \dots + \alpha_n^2 \times \sigma^2(X_n) + \lambda(1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \dots - \alpha_n)}, \quad (8)$$

де: $L(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n, \lambda)$ – функція Лагранжа;

λ – множник Лагранжа, який вводиться для обмеження на суму вагових коефіцієнтів.

Для знаходження оптимальних значень коефіцієнтів вагомості (α_i), які мінімізують функцію Лагранжа, можна прирівняти похідні функції L по α_i до нуля і вирішити систему рівнянь. При цьому враховується обмеження на суму коефіцієнтів вагомості:

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha_i} = 0, \quad (9)$$

де: $i=1,2, \dots, n$.

Після вирішення цієї системи рівнянь для кожного коефіцієнта вагомості (α_i), отримуємо оптимальні значення цих коефіцієнтів, які відповідають мінімізації функції Лагранжа.

Позначимо практично допустиму точність інтегрального показника як σ^2 , де i вказує на показник, інтегральний показник включає в себе декілька окремих показників якості обслуговування пасажирів. Кожна дисперсія одного окремого показника входить у дисперсію інтегрального показника з певною вагою ρ_i . Формально, дисперсія інтегрального показника (Y) може бути обчислена як сума дисперсій окремих показників, зважена їхніми вагами:

$$\sigma^2(Y) = \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot \sigma_i^2, \quad (10)$$

де: $\sigma^2(Y)$ – дисперсія інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень (Y);

σ_i^2 – дисперсія окремого показника якості послуг пасажирських перевезень (X_i);

ρ_i – вага, яка визначається для кожного окремого показника, наскільки важливим є кожен окремий показник у загальному інтегральному показнику.

Визначаємо вагу для кожного окремого показника (X_i) відносно їхніх дисперсій ρ_i , яка обчислюється як відношення дисперсії інтегрального показника $Y(\sigma^2 Y)$ до дисперсії окремого показника $X_i(\sigma_i^2)$:

$$\rho_i = \frac{\sigma_Y^2}{\sigma_i^2}. \quad (11)$$

Ця вага визначає важливість кожного окремого показника X_i у формуванні інтегрального показника якості Y з урахуванням їхніх дисперсій. Чим вище вага ρ_i для певного X_i , тим більше цей показник впливає на інтегральний показник Y .

Застосовуючи вираз для ρ_i , можна записати інтегральний показник Y таким чином:

$$Y = \frac{1}{\rho} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (12)$$

де: X_i – окремі показники якості обслуговування пасажирів;

n – кількість таких показників;

ρ – вага, яка призначається цьому інтегральному показнику.

Цей вираз дозволяє обчислити інтегральний показник Y на основі окремих показників з урахуванням їхніх ваг.

Формула для обчислення ваг (α_i) на основі дисперсій виражається так:

$$\alpha_i = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_Y^2}, \quad (13)$$

де: α_i – вага для показника X_i ;

σ_i^2 – дисперсія окремого показника якості послуг пасажирських перевезень (X_i);

$\sigma^2(Y)$ – дисперсія інтегрального показника якості послуг пасажирських перевезень (Y).

Формула (13) використовує співвідношення між дисперсіями показників для обчислення ваг кожного показника так, щоб мінімізувати дисперсію інтегрального показника Y .

На першому етапі формування інтегрального показника якості послуг проводиться аналіз математико-статистичних характеристик оцінок пасажирів, які виставляють бали за кожен конкретну послугу. Ці оцінки розглядаються як випадкові величини з розподілом, що відповідає нормальному закону (або закону розподілу Гаусса).

Математико-статистичні характеристики оцінок пасажирів, такі як середнє значення (\bar{Y}), дисперсія (σ^2) та середньоквадратичне відхилення (σ), дозволяють кількісно оцінити ступінь розподілу та різноманітність оцінок для кожного аспекту обслуговування (табл. 3).

Для обчислення дисперсії, спершу знайдемо відхилення кожної оцінки від середнього балу, піднесемо їх до квадрата, знайдемо середнє значення цих квадратів.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n}. \quad (14)$$

Виважена оцінка якості:

$$W = (1 - w) * M + w * D, \quad (15)$$

де: W – виважена оцінка;

M – середній бал (середнє значення);

σ^2 – дисперсія;

w – коефіцієнт вагомості, який приймає значення від 0 до 1 і визначає вагу дисперсії в оцінці.

Таблиця 3.

Розрахунок інтегрального показника якості пасажирських послуг ($I_{\text{ПЯПЗТ}}$) на залізничному транспорті

Показник якості	Загальна сума балів	Середній бал	Дисперсія	Коефіцієнт вагомості	Виважена оцінка якості
Процес обслуговування пасажирів до поїздки:	102	3,78	0,01472	1	3,03
1. Оцінка зручності та корисності веб-сайту АТ «Укрзалізниця».	4	4	0,00968	0,15	3,40
2. Оцінка інформаційно-довідкового обслуговування на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	16	4	0,00968	0,20	3,20
3. Оцінка комфортабельності залізничних вокзалів АТ «Укрзалізниця».	48	3,4	0,02888	0,25	2,56
4. Оцінка комерційних послуг на залізничних вокзалах АТ «Укрзалізниця».	14	3,5	0,01568	0,15	2,98
5. Оцінка ступеня відповідності послуг очікуванням пасажирів, наданих залізничними вокзалами АТ «Укрзалізниця».	20	4	0,00968	0,25	3,00
Процес обслуговування пасажирів під час поїздки:	59	3,24	0,10177	1	2,27
1. Оцінка якості обслуговування при посадці в пасажирський поїзд.	9	3	0,0192	0,35	1,96
2. Оцінка стану пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	38	2,71	0,0936	0,35	1,79
3. Оцінка характеристики провідників пасажирських поїздів АТ «Укрзалізниця».	12	4	0,1925	0,30	3,05
Процес обслуговування пасажирів після поїздки:	15	3,75	0,04686	1	2,81
1. Оцінка задоволеності розкладом руху поїздів.	4	4	0,0156	0,25	3,00
2. Оцінка задоволеності пунктуальністю, надійністю поїзда.	4	4	0,0156	0,35	2,61
3. Оцінка задоволеності тривалістю подорожі	4	4	0,0156	0,20	3,20
4. Оцінка задоволеності ціною квитка.	3	3	0,14063	0,20	2,43
Сума середня		3,59			2,70

Функція щільності ймовірності для нормального розподілу, використовується для обчислення ймовірності того, що випадкова величина, розподілена за нормальним законом, прийме певне значення:

$$f(x) = \frac{1}{D * 2,507} * \exp\left(-\frac{(x-B)^2}{2 * D^2}\right), \quad (16)$$

Де: $f(x)$ – значення функції щільності ймовірності для конкретного значення;

D – стандартне відхилення нормального розподілу, дисперсія;

B – середнє (середньоарифметичне) значення нормального розподілу, центральне значення, де функція досягає свого максимуму;

x – конкретне значення випадкової величини, для якого необхідно обчислити ймовірність.

Після цього можна побудувати графік, де на вісі X будуть значення x , а на вісі Y – відповідні значення $f(x)$ для цих оцінок.

Таблиця 4

Таблиця значень x і $f(x)$ оцінок пасажирів

x	$f(x)$	ГАУСС
Процес обслуговування пасажирів до поїздки		
1	1,055	0,284
2	1,055	0,284
3	0,834	0,245
4	0,900	0,297
5	1,055	0,284
Процес обслуговування пасажирів під час поїздки		
1	1,008	0,352
2	1,072	0,253
3	0,995	0,845
Процес обслуговування пасажирів після поїздки		
1	0,779	0,154
2	0,779	0,154
3	0,779	0,154
4	1,011	0,156

Гіпотезу про нормальний закон розподілу оцінок пасажирів до поїздки, під час поїздки, після поїздки перевірено за допомогою візуального аналізу графіка щільності ймовірності $f(x)$, який побудовано на основі результатів математико-статистичного аналізу (рис. 5).

На графіку функції $f(x)$ була побудована Гаусова функція, яка часто використовується для моделювання нормального розподілу або розподілу ймовірностей. Стандартне відхилення σ^2 впливає на ширину дзвінка: менше значення σ^2 означає більш вузький і вищий дзвінок, а більше значення σ – більший і ширший дзвінок.

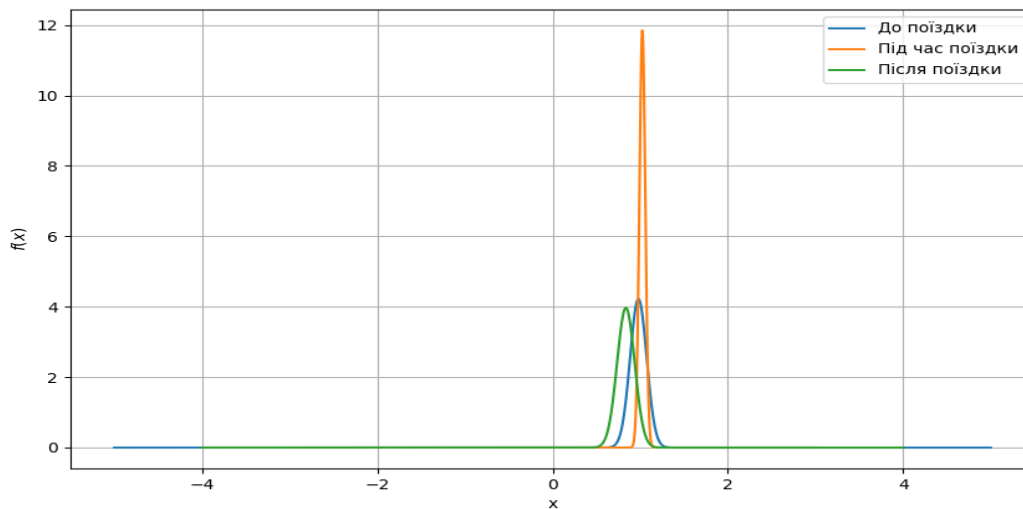


Рис. 5. Нормальний закон розподілу оцінок пасажирів

Джерело: складено автором

Графік функції Гаусса має форму дзвону або купола, де значення $f(x)$ зростатимуть з $x = 1$ до $x = 12$ (максимум) і після цього зменшуватимуться. Графік показує, що для цих даних функція Гаусса досить добре апроксимує реальний розподіл оцінок пасажирів залізничного транспорту, оскільки відображає симетричний і куполоподібний характер розподілу (більшість оцінок концентрується навколо середнього значення).

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Процес обслуговування пасажирів до поїздки має середній бал – 3,78, що свідчить про задовільну якість обслуговування. Дисперсія дуже низька становить – 0,01472 і свідчить, що дані мають досить невеликий рівень розсіювання, і більшість значень знаходяться близько до середнього значення. Це вказує на стабільність та однорідність оцінок якості обслуговування пасажирів залізничного транспорту у процесі обслуговування до поїздки. Процес обслуговування пасажирів під час поїздки має середній бал 3,24, що

також вказує на задовільну якість обслуговування, однак дисперсія вища і становить – 0,10177, що свідчить про варіабельність в оцінках пасажирів під час перевезення, тобто є різниця між найнижчими та найвищими оцінками. Ця різниця в оцінках може свідчити про різні сприйняття та досвід пасажирів під час подорожі (індивідуальні очікування, взаємодія з персоналом, комфорт та інші аспекти обслуговування). Отже, більш висока дисперсія може вказувати на те, що якість обслуговування неоднакова для різних пасажирів, і деякі з них можуть бути більш задоволеними, ніж інші. Процес обслуговування пасажирів після поїздки має середній бал 3,75, що також вказує на задовільну якість обслуговування. Дисперсія для цього процесу становить 0,04686, що свідчить про незначну варіабельність в оцінках пасажирів після подорожі.

Рівність інтегрального показника ($I_{\text{пяпзт}}$) та відповідний рівень якості: $0,00 \leq I_{\text{пяпзт}} < 1,00$ – цей діапазон відповідає «Дуже низький рівень якості», і означає, що якщо значення інтегрального показника знаходиться в цьому діапазоні, якість обслуговування дуже низька, і пасажирів можуть стикатися з помітними проблемами та незадоволенням; $1,00 \leq I_{\text{пяпзт}} < 2,00$ – цей діапазон відповідає «Низький рівень якості», якість обслуговування збільшується порівняно з «Дуже низький рівень якості», але все ще залишається на низькому рівні; $2,00 \leq I_{\text{пяпзт}} < 3,00$ – у цьому діапазоні є «Помірно низький рівень якості», якість обслуговування покращується, але можуть існувати певні недоліки; $3,00 \leq I_{\text{пяпзт}} < 4,00$ – цей діапазон відповідає «Помірно задовільний рівень якості», якість обслуговування досить задовільна, і більшість пасажирів задоволені, але можуть бути деякі покращення; $4,00 \leq I_{\text{пяпзт}} < 5,00$ – у цьому діапазоні є «Високий рівень якості», якість обслуговування висока, і пасажирів в цілому задоволені; $5,00$ – якщо інтегральний показник дорівнює 5, це відповідає «Дуже високий рівень якості», якість обслуговування на найвищому рівні, і пасажирів дуже задоволені. Ця розбивка дозволяє оцінити якість обслуговування від низького до дуже високого на основі значень інтегрального показника ($I_{\text{пяпзт}}$).

Інтегральний показник ($I_{\text{пяпзт}}$) є показником, який враховує якість обслуговування пасажирів на всіх трьох стадіях до, під час та після поїздки, пропорційно їхній важливості (всі мають однакову вагомість) і оцінює загальний рівень якості обслуговування. За даною оцінкою можна зробити висновок про загальний стан обслуговування пасажирів від початку до кінця процесу подорожі, інтегральний показник – 2,70, що може свідчити про помірно низьку якість обслуговування з урахуванням всіх стадій.

Література

1. Синергетика економічних систем : навчальний посібник / І.Г. Грабара та ін. ; за заг. ред. І.Г. Грабара, Є.І. Ходаківського, Л.Ю. Возної; Житомир : Вид-во ЖДТУ, 2003. 244 с.
2. Коломієць С.В. Категорії синергетики в економічних дослідженнях: нелінійність соціально-економічних систем. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Том 31 (70). № 3, 2020. URL: file:///Users/kostiantyn_pavlov/Downloads/34.pdf (дата звернення: 10.10.2023).
3. Кількісні методи експертного оцінювання : наук.-метод. розробка / уклад. : В.П. Новосад, Р.Г. Селіверстов, І.І. Артим. К. : НАДУ, 2009. 36 с.
4. Кваліметрія в управлінні: гуманістичний контекст : навчальний посібник / Г.А. Дмитренко, О. Л. Ануфрієва, Т. І. Бурлаєнко, В. В. Медвідь. ; за заг. ред. Г.А. Дмитренка. К. : Видавництво «Аграрна освіта», 2016. 335 с.
5. Клапчук В.М., Білоус Л.Й. Управління якістю продукції і послуг у готельно-ресторанному господарстві : навчально-методичний посібник / В.М. Клапчук, Л.Й. Білоус. Івано-Франківськ : Фоліант, 2013. 190 с.
6. Сатир Л.М., Задорожна Р.П., Непочатенко А.В., Кепко О.І. Аналітичний кваліметричний підхід до оцінки якості продукції як інструмент прийняття ефективних стратегічних рішень. Інвестиції: практика та досвід. 2021. № 17. С. 18-24.
7. Кваліметрія: навчальний посібник / В.Р. Куць, П.Г. Столярчук, В.М. Друзюк. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 256 с.
8. Шушківський А.І. Кваліметрія. Енциклопедія сучасної України. URL:http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11519 (дата звернення 10.10.2023).
9. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: навчальний посібник / П.О. Яновський. Київ : НАУ, 2008. 469 с.
10. Економіка залізничного транспорту: навчальний посібник / М.В. Макаренко, В.П. Яновська, В.І. Творонович, О.Р. Приймук та ін. ; кер. кол. авт. і наук. ред. В.П. Яновська. 2-ге вид., перероб. К. : ПрофКнига, 2019. 376 с.
11. Економіка залізничного транспорту: підручник / за ред. Ю.В. Кулаєва, Ю.С. Бараша, М.В. Гненного ; Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2014. 480 с.

References

1. Synerhetyka ekonomichnykh system : navchalnyi posibnyk / I.H. Hrabara ta in. ; za zah. red. I.H. Hrabara, Ye.I. Khodakivskoho, L.Iu. Voznoi; Zhytomyr : Vyd-vo ZhDTU, 2003. 244 s.
2. Kolomiets S.V. Kategoriai synerhetyky v ekonomichnykh doslidzhenniakh: neliniinist sotsialno-ekonomichnykh system. Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seria: Ekonomika i upravlinnia. Tom 31 (70). № 3, 2020. URL: file:///Users/kostiantyn_pavlov/Downloads/34.pdf (data zvernennia: 10.10.2023).

3. Kilkisni metody ekspertnoho otsiniuvannia : nauk.-metod. rozrobka / uklad. : V.P. Novosad, R.H. Seliverstov, I.I. Artym. K. : NADU, 2009. 36 s.
4. Kvalimetriia v upravlinni: humanistychnyi kontekst : navchalnyi posibnyk / H.A. Dmytrenko, O. L. Anufrieva, T. I. Burlaienko, V. V. Medvid. ; za zah. red. H.A. Dmytrenka. K. : Vydavnytstvo «Ahrarna osvita», 2016. 335 s.
5. Klapchuk V.M., Bilous L.I. Upravlinnia yakistiu produktsii i posluh u hotelno-restorannomu hospodarstvi : navchalno-metodychnyi posibnyk / V.M. Klapchuk, L.I. Bilous. Ivano-Frankivsk : Foliant, 2013. 190 s.
6. Satyr L.M., Zadorozhna R.P., Nepochatenko A.V., Kepko O.I. Analitychnyi kvalimetrychnyi pidkhid do otsinky yakosti produktsii yak instrument pryiniattia efektyvnykh stratehichnykh rishen. Investytsii: praktyka ta dosvid. 2021. № 17. S. 18-24.
7. Kvalimetriia: navchalnyi posibnyk / V.R. Kuts, P.H. Stoliarchuk, V.M. Druziuk. Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2012. 256 s.
8. Shushkivskyi A.I. Kvalimetriia. Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. URL:http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11519 (data zvernennia 10.10.2023).
9. Yanovskyi P.O. Pasazhyrski perevezennia: navchalnyi posibnyk / P.O. Yanovskyi. Kyiv : NAU, 2008. 469 s.
10. Ekonomika zaliznychnoho transportu: navchalnyi posibnyk / M.V. Makarenko, V.P. Yanovska, V.I. Tvoronovych, O.R. Pryimuk ta in. ; ker. kol. avt. i nauk. red. V.P. Yanovska. 2-he vyd., pererob. K. : ProfKnyha, 2019. 376 s.
11. Ekonomika zaliznychnoho transportu: pidruchnyk / za red. Yu.V. Kulaieva, Yu.S Barasha, M.V. Hnennoho ; Dnipropetr. nats. un-t zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana. Dnipropetrovsk, 2014. 480 s.