

---

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

УДК 656.025.2

*Тетяна Грушевська*

### ТЕХНОЛОГІЯ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНТЕРВАЛУ ВІДПРАВЛЕННЯ І ДАЛЬНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

*В даній статті висвітлено основні проблеми, що існують у приміському пасажирському комплексі та запропоновано заходи щодо удосконалення технології організації приміських перевезень залежно від інтервалу руху і дальності перевезення пасажирів на залізницях України.*

*В данной статье рассматриваются основные проблемы, существующие в пригородном пассажирском комплексе и предложены мероприятия по совершенствованию технологии организации пригородных перевозок в зависимости от интервала движения и дальности перевозки пассажиров на железных дорогах Украины.*

*This article highlights the main problems that exist in suburban passenger complex and suggest measures to improve the technology of commuter traffic, depending on the interval of motion and distance of passengers on the railways of Ukraine.*

**Ключові слова:** приміські пасажирські перевезення, населеність вагонів, технологія перевезень, інтервали відправлення поїздів.

#### **Постановка проблеми та її зв'язки з науковими і практичними завданнями**

Пасажирські перевезення в приміському сполученні наймасовіші і доступні для населення, мають високу соціальну значимість. Вони складають близько 90% у загальних обсягах перевезених пасажирів. Накопичений вітчизняний і закордонний досвід роботи щодо удосконалення організації приміських пасажирських перевезень свідчить про необхідність застосування нових організаційних і технологічних рішень в управлінні перевезеннями. Для раціонального використання пасажирського рухомого складу і підвищення зручностей, комфорту пасажирів на залізницях треба постійно проводити дослідження населеності вагонів у поїздах приміського сполучення залежно від сезонності, рівня сервісу, якості наданих послуг, а також інтервалу відправлення і дальності перевезень пасажирів.

Подальше збільшення перевезень вимагає формування нового рівня транспортного забезпечення потреб економіки і суспільства. Однак на сьогоднішній день технологія приміських перевезень відбувається, зважаючи на обсяги перевезень відповідного періоду минулого року, без урахування існуючого коливання попиту на перевезення, який може змінюватися. Тому в подальшому ефективнішим буде здійснювати коригування організації приміського руху залежно від величини пасажиропотоку, інтервалів відправлення приміських поїздів, з урахуванням

© *Грушевська Т. М., 2013*

---

---

раціонального використання рухомого складу в умовах його дефіциту, оскільки набирають сили небезпечні тенденції фізичного і морального старіння виробничо-технічної бази та зниження провізних спроможностей залізниць.

Основна задача організації приміських пасажирських перевезень полягає в досягненні максимальної ефективності функціонування приміського пасажирського транспорту, забезпеченні повного і якісного задоволення попиту населення на перевезення з виправданим рівнем витрат. Одним із основних напрямків розвитку організації приміських пасажирських перевезень є формування та подальше удосконалення інтервалів відправлення та дальності перевезень пасажирів.

**Аналіз попередніх досліджень і виділення не вирішених раніше аспектів проблеми, яким присвячена стаття.** У розвиток досліджень організації приміських пасажирських перевезень, розроблення систем регулювання розмірів руху поїздів зробили великий внесок такі вчені: Аксьонов І. М., Балака Є. І., Бараш Ю. С., Бутько Т. В., Власюк Т. А., Гудков О. М., Ейтутіс Г. Д., Задоя В. О., Константинов Д. В., Кочнев Ф. П., Кулаєв Ю. Ф., Марчук Б. Є., Мукмінова Т. А., Негрей В. Я., Пазойський Ю. О., Позднякова Л. О., Правдін Н. В., Семенцова О. В., Христофор О. В., Шубко В. Г., Яновський П. О. та ін. Але, незважаючи на велику кількість публікацій науковців та фахівців, що присвятили свої роботи проблемам поліпшення стану та підвищення ефективності організації приміських залізничних перевезень, через різні причини не могли бути повно розкриті нові питання організації приміських перевезень, які здатні адаптувати розвиток залізничних перевезень до ринкових умов, що змінюють підходи до розв'язання цієї задачі.

Зокрема до найперспективніших напрямків зниження затрат у приміському сполученні належить удосконалення графіка руху приміських поїздів з впровадженням черговості та інтервалу відправлення приміських поїздів. А оскільки населеність приміських составів варіюється в широкому діапазоні, то це призводить до того, що в періоди спаду пасажиропотоку відбувається непродуктивне використання енергоресурсів на тягу напівпорожніх составів. Раніше аспект енергозбереження ніколи не був таким актуальним як нині, тому інтервали відправлення, дальність перевезень і порядок прокладки в графіку руху приміських поїздів з урахуванням цього аспекту потребує додаткових досліджень.

**Мета** даної статті – обґрунтувати напрямок вдосконалення технології приміських пасажирських перевезень за рахунок встановлення черговості та інтервалів відправлення приміських пасажирських поїздів, враховуючи змінний попит пасажирів на перевезення.

**Подання основного матеріалу досліджень з обґрунтуванням наукових результатів.** Система організації приміських пасажирських перевезень розглядається як одна із складових єдиної системи пасажирського транспорту. На залізничному транспорті система організації перевезень етапна. На першому етапі встановлюється очікуваний обсяг перевезень на основних напрямках і ділянках, на другому – вибирається раціональний план формування составів приміських поїздів, потім складається схема обороту составів на полігонах мережі і розробляється графік пасажирського руху.

Розміри руху приміських поїздів значною мірою визначають якість і ефективність перевізного процесу, оскільки з одного боку з ними пов'язані умови проїзду пасажирів, а з іншого – потреба у рухомому складі, необхідна пропускна спроможність. Враховуючи збитковість приміських пасажирських перевезень і високу собівартість, необхідність уникнення в перспективі «перехресного субсидування»,

---

---

кількість поїздів повинна відповідати величині та структурі приміських пасажиропотоків, технічним можливостям депо, власників та операторів рухомого складу, напрямків та станцій. [6].

Особливо актуальним в сучасних умовах є розробка комплексу задач з визначення раціональних експлуатаційних параметрів, що сприяють підвищенню ефективності приміських перевезень, зокрема: розрахунок кількості приміських поїздів для освоєння пасажиропотоку на конкретній дільниці; організація руху приміських поїздів з різною частотою, пасажиромісткістю і кількістю вагонів; визначення показників, що характеризують якість приміських пасажирських перевезень та ін.

Приміські пасажирські поїзди можуть прямувати на короткі, середні і далекі відстані. А для того, щоб покращити населеність составів приміських електропоїздів, необхідно передбачити їх можливу граничну населеність при різних варіантах прокладки ниток на графіку руху поїздів та характеристиках цих поїздів. В пікові періоди перевезень черговість прокладки поїздів на ближні і більш далекі відстані не впливає на величину пропускної спроможності ділянки. Проте порядок прокладки поїздів на графіка в ці періоди здійснює суттєвий вплив на умови проїзду пасажирів. Тому в пікові періоди доцільно спочатку прокладати поїзди, які прямують на ближні відстані, а потім на більш далекі. При такому способі прокладки поїздів на графіка руху пасажирів ближніх зон не будуть заповнювати поїзди, які прямують на далекі зони. І тому покращаться умови проїзду пасажирів далеких зон.

У періоди спаду пасажиропотоків доцільно використовувати зонний непаралельний графік руху поїздів. При цьому для забезпечення найбільшої пропускної спроможності ділянки спочатку варто прокладати поїзди, які прямують на далекі відстані, а потім на ближні [7].

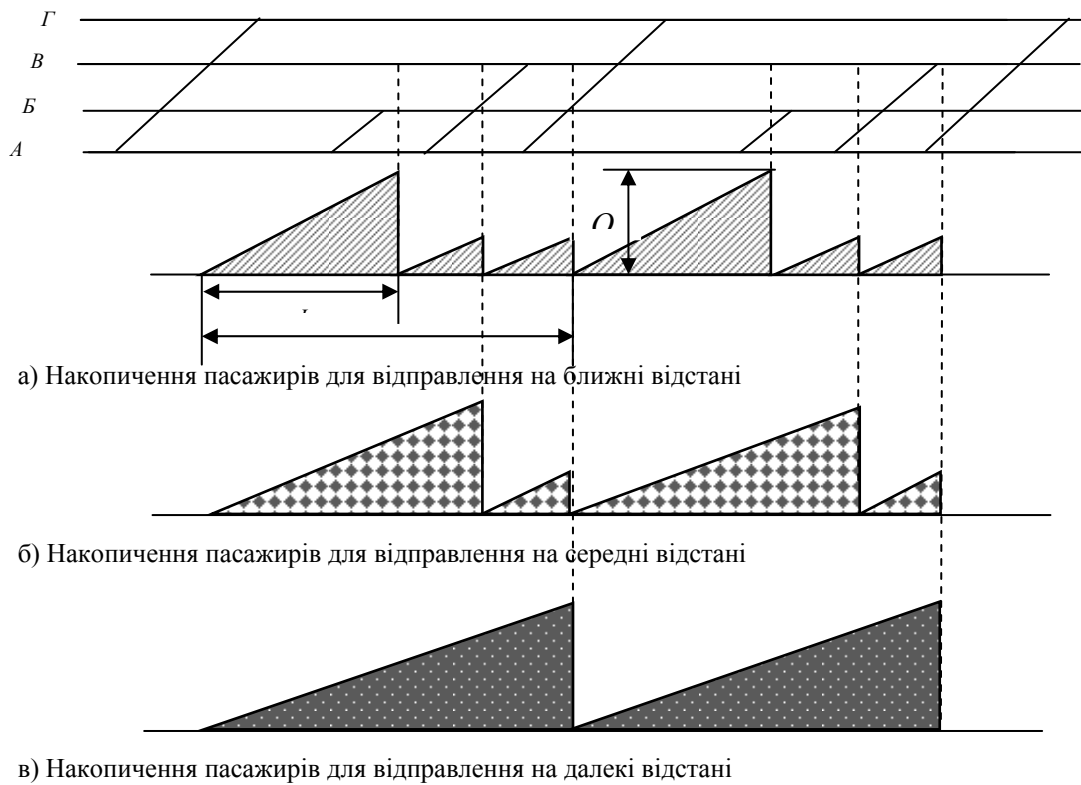
З метою покращення якості обслуговування пасажирів доцільно прокладати нитки графіка руху приміських поїздів з нерівними інтервалами (рис. 1). Для цього після відправлення поїзда далекого призначення відповідно до інтенсивності накопичення пасажирів на головній станції, робити більш тривалий інтервал до відправлення приміського поїзда ближнього призначення. Це дозволить збільшити населеність составів приміських поїздів ближніх призначень і значно покращити ступінь їх використання.

При строго рівномірній прокладці поїздів виходить найбільша нерівність заселеності вагонів приміських поїздів. Далекі поїзди виявляються перенаселеними у порівнянні з наявними місцями в 1,5 – 3,0 рази.

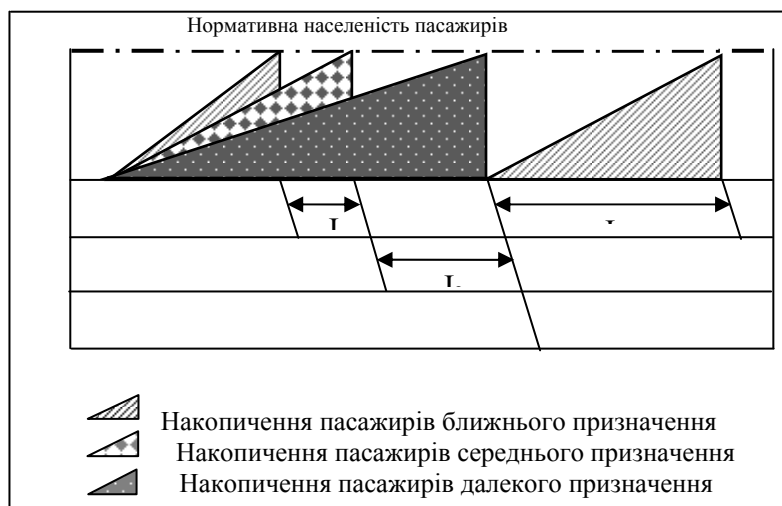
Створення нерівномірності в прокладці приміських поїздів і щільність їх перед поїздами далеких призначень дозволяє зменшити населеність далеких і збільшити заселеність ближніх поїздів. Від ступеня щільності в прокладці приміських поїздів різних призначень перед далекими поїздами залежить характер населеності вагонів далекого призначення. В практичних умовах можливо, що інтервал між поїздами може бути від мінімального до максимального (рис. 2).

Слід врахувати, що нерівномірність в прокладці приміських поїздів, яка зумовлює передумови до їх рівномірної або однакової заселеності, створює значні додаткові незручності для пасажирів, що пов'язані із збільшенням часу очікування пасажирів свого відправлення із станції. В даній статті рекомендується використовувати формули для розрахунку нормативного часу очікування відправлення пасажирів, а залежно від цього можна розрахувати інтервали згущення при прокладці приміських поїздів різних призначень.

---



*Рис. 1. Характер накопичення пасажирів при відправленні далеких поїздів після відправлення приміських поїздів призначенням на ближні і середні відстані з нерівномірним інтервалом, отриманий натурно-аналітичним методом: де  $Q_c$  – норма населеності состава приміського поїзду пасажирями;  $J_d$  – інтервал між двома приміськими поїздами, які слідують на найбільш далекі відстані;  $J_s$  – інтервал згущення, тобто час між відправленням далекого і першого ближнього приміського поїзда.*



*Рис. 2. Залежність інтервалів відправлення приміських поїздів від інтенсивності накопичення пасажирів*

Із рис. 1 видно, що поїзди різних призначень відрізняються між собою залежно від ступеня населеності вагонів. Враховуючи те, що ця населеність повинна бути прийнятною, тобто для пасажирів вона не повинна перевищувати граничної вмістимості составів, а для перевізника – не нижча, ніж передбачена вмістимість поїздів. Таким чином, при відправленні далеких поїздів перед поїздами ближнього призначення, далекі поїзди населяються пасажирами, які прямують як на ближні, середні і далекі відстані, що часто призводить до перенаселення поїздів далекого призначення. Разом з тим поїзди ближнього і середнього призначення можуть бути з населеністю меншою, ніж нормативна.

Розглянемо сумарний час очікування відправлення пасажирами, які прямують на ближні, середні і далекі відстані при рівномірній і нерівномірній прокладці приміських поїздів. Враховуючи характер накопичення пасажирів при відправленні далеких поїздів після приміських составів призначенням на ближні і середні відстані з різними інтервалами, що схематично зображено на рис. 1, 2, пасажиро-години очікування поїздів для різних призначень можна визначити як площу трикутника.

### **Рівномірна прокладка приміських поїздів**

*Для пасажирів, які прямують на ближні відстані*

При строго рівномірній прокладці приміських електропоїздів протягом одного циклу сумарні пасажиро-години очікування відправлення пасажирами ближнього призначення до станцій можна визначити за формулою:

$$\sum nt_{\text{бли}} = N_{\text{гр}} \cdot \left( \frac{J_{\text{д}} \cdot Q_{\text{с}}}{N_{\text{сп}}} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{J_{\text{д}} \cdot Q_{\text{с}}}{N_{\text{сп}}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{гр}}$  – кількість составів приміських поїздів в групі між двома далекими поїздами;

$J_{\text{д}}$  – середній інтервал між прямунням двох приміських поїздів у разі рівномірної їх прокладки, хв.;

$Q_{\text{с}}$  – повна населеність состава у разі повного зайняття всіх наявних місць, пас;

*Для пасажирів, які прямують на середні відстані*

Для даної категорії пасажирів частина із них буде більш тривалий час очікувати часу відправлення із станції. Тоді, зважаючи із особливостей накопичення, зображених на рис.1 і 2, сумарний час очікування їх відправлення можна визначити за формулою:

$$\sum nt_{\text{ср}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot \frac{J_{\text{ср}} \cdot Q_{\text{с}}}{N_{\text{сп}}} = 2,5 \cdot \frac{J_{\text{д}} \cdot Q_{\text{с}}}{N_{\text{сп}}} \quad (2)$$

*Для пасажирів, які прямують на далекі відстані*

Сумарні пасажиро-години накопичення пасажирів можна визначити за формулою:

$$\sum nt_{\text{дал}} = \frac{1}{2} \cdot J_{\text{д}} \cdot Q_{\text{с}} \quad (3)$$

### **Нерівномірна прокладка приміських поїздів**

Нерівномірна прокладка приміських поїздів призводить до того, що для певних напрямків з окремими составами буде відправлятися нерівномірна кількість пасажирів.

---

*Для пасажирів, які прямують на далекі відстані*

Час очікування відправлення пасажирими, які прямують на далекі відстані, при будь-яких інтервалах між поїздами можна визначити за формулою:

$$\sum nt_{\text{дал}} = \frac{1}{2} \cdot J_{\text{д}} \cdot Q_c \quad (4)$$

А для поїздів ближнього і середнього призначення сумарний час очікування відправлення пасажирими буде змінюватися.

*Для пасажирів, які прямують на середні відстані*

Для пасажирів, які прямують на середні відстані, пасажиро-години очікування пасажирими відправлення з початкової станції визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} \sum nt_{\text{дал}} = & \frac{1}{2} \cdot \left( J_3 + \frac{J_{\text{д}} - J_3}{2} \right) \cdot \left[ \frac{J_3 + \frac{1}{2} \cdot (J_{\text{д}} - J_3)}{J_{\text{д}}} \right] \cdot Q_c + \\ & + \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{J_{\text{д}} - J_3}{2} \cdot \frac{J_{\text{д}} - J_3}{2J_{\text{д}}} \cdot Q_c \right] \end{aligned} \quad (5)$$

$J_3$  – інтервал згущення, тобто час між відправленням далекого і першого ближнього приміського поїзда.

*Для пасажирів, які прямують на ближні відстані*

Залежно від характеру зміни інтервалів між поїздами час очікування ближніми пасажирими відправлення з початкової станції при нерівномірних інтервалах можна визначити таким чином:

$$\begin{aligned} \sum nt_{\text{бли}} = & J_3 \cdot \frac{J_3}{J_{\text{д}}} \cdot Q_c \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{(J_{\text{д}} - J_3)}{2} \cdot \left( Q_c - \frac{J_3}{J_{\text{д}}} \cdot Q_c \cdot \frac{1}{2} \right) = \\ & \frac{J_3^2}{J_{\text{д}}} \cdot Q_c \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot (J_{\text{д}} - J_3) \cdot \left( Q_c - \frac{J_3}{J_{\text{д}}} \cdot Q_c \cdot \frac{1}{2} \right), \text{нас / год} \end{aligned} \quad (6)$$

Пасажири, які прямують на короткі відстані, можуть відправлятися з поїздами, які прямують як на короткі і середні відстані, так і з далекими поїздами. А це означає, що чим на більш далекую відстань проїжджає поїзд, тим більше пасажирів може відправитися на ньому. Збільшується ймовірність найбільшої заселеності його на початку шляху прямування, а далі по ходу поїзда на ділянках місця будуть звільнятися й зменшуватиметься населеність вагонів, що приведе до значного підвищення питомих експлуатаційних витрат, які пов'язані з нерівномірністю пасажиропотоку.

В ближніх поїздах будуть відправлятися лише пасажири, які прямують на короткі відстані.

При відправленні приміських поїздів на середні відстані в них будуть знаходитись пасажири, які прямують на короткі і середні відстані.

При нерівномірному інтервалі між поїздами, що відправляються, при умові відправлення далеких поїздів після відправлення приміських поїздів ближнього і середнього призначення із зменшеним інтервалом, значно знижується населеність далеких поїздів і збільшується населеність поїздів призначенням на ближні і середні відстані. (рис. 5).

---

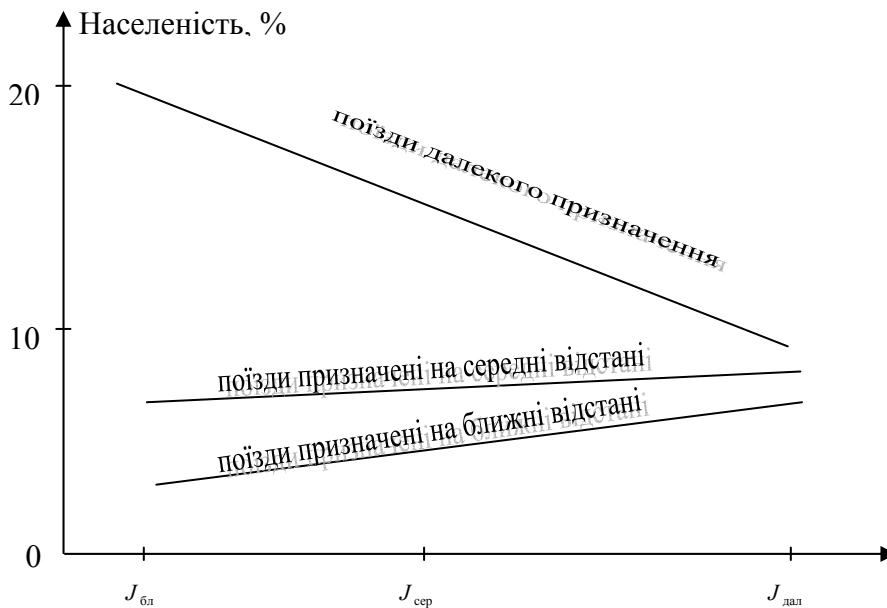


Рис. 5. Залежність населеності поїздів від зміни інтервалу

**Висновок.** Закономірності, що приведені вище, можуть бути використані при оцінці ефективності прокладки у великих містах маятникового графіка приміського руху. Цей принцип також може бути використаний при оцінці раціональних варіантів розміщення в графіка руху приміських поїздів, які прямують на ближні, середні і далекі відстані.

При сучасній організації приміських перевезень залізниці повинні якнайкраще задовольняти вимоги і попит споживачів. А з метою забезпечення прийнятної як для пасажирів, так і для перевізника населеності приміських поїздів, доцільно прокласти нитки графіка таким чином, щоб перед поїздами далекого призначення, відправляти поїзди на більш ближні призначення, що дозволить покращити показники ефективності приміських залізничних перевезень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Разработка рациональной схемы обращения пассажирских поездов./ Под ред. Федорова В. А. – М.: Транспорт, 1982 – 104 с. (Труды ВНИИЖТ, вып. 662).
2. Боровикова М. С. Организация движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2003. – 368 с.
3. Кочнев Ф. П. Пассажирские перевозки на железных дорогах./ изд. 6-е, переработанное и дополненное. – М.: Транспорт, 1980. – 496 с.
4. Каретников А. Д., Воробьев Н. А. График движения поездов./ изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 301с.
5. Самсонкін В. М., Гудков О. М. Основи реорганізації пасажирського комплексу залізничного транспорту // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2009. – №25. – с. 78 – 81.
6. Грушевська Т. М. Організація приміських перевезень в умовах реформування залізничного транспорту // Залізничний транспорт України. – 2013. – №1.
7. Бецева Н. И. Местное пассажирское движение на электрифицированных линиях. – М.: Транспорт, 1969. – 223 с.
8. Бутько Т. В., Константинов Д. В. Удосконалення технології організації приміських перевезень // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 102. – с. 15 – 23.