


**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
Факультет транспорту та будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної роботи  
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

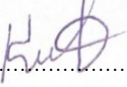
спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)».  
освітня програма «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

на тему: «Організація автобусних перевезень у приміському сполученні з  
урахуванням забезпечення продуктивності транспортного процесу»


Виконав: студент групи ОПАТ-22зм  
Руденко О.В.

  
.....  
(підпис)

Керівник: проф. Кириченко І.О.

  
.....  
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

  
.....  
(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. АНАЛІЗ МАРШРУТНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ	12
1.1 Особливості зміни параметрів організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні	12
1.2 Формування критерію ефективності організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні	16
1.3 Дослідження особливостей функціонування мережі приміського сполучення	18
Висновки до 1 розділу	30
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МАРШРУТНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ	31
2.1 Дослідження еластичності попиту на послуги приміського пасажирського автомобільного транспорту	31
2.2 Модель зміни частки пасажирів, які надають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень на маршрутах приміського пасажирського транспорту	34
2.3 Особливості зміни технічної швидкості транспортних засобів на перегоні маршруту приміського пасажирського автомобільного транспорту	40
2.6 Модель зміни часу простою транспортних засобів на зупинному пункті маршруту приміського пасажирського автомобільного транспорту	45
Висновки до 2 розділу	52
3. ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИМІСЬКИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	53
3.1 Застосування імітаційної моделі руху автобусів приміського сполучення для визначення можливості забезпечення продуктивності транспортного процесу	53
3.2 Особливості забезпечення продуктивності транспортного процесу приміського сполучення	54
3.3 Вплив обсягу відправлень на показники функціонування пасажирських транспортних систем	60
Висновки до 3 розділу	66
ВИСНОВОК	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	68
ДОДАТОК А	70

# 1. АНАЛІЗ МАРШРУТНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

## 1.1 Особливості зміни параметрів організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні

Відомо, що моделювання дає змогу вивчати явища за допомогою моделей, і на сьогодні, на думку науковців, є однією з основних процедур сучасних досліджень [3]. У процесі побудови моделі об'єкта дослідники в думках узагальнюють і спрощують властивості об'єкта. Модель має відображати суттєві властивості об'єкта. Водночас надмірна деталізація ускладнює та робить дослідження громіздким. Як наслідок - моделі створюють оптимальними за складністю відповідно до мети дослідження. Експерти стверджують, що моделювання спирається на сувору теоретичну базу, що містить повні чи часткові теоретичні аналоги. Моделі, побудовані на базі теоретичних аналогій, називають моделями-аналогами. Моделі, побудовані на базі теоретичної подібності - моделями подібності. Залежно від складності системи використовують прості та складні моделі, хоча провести чітку межу складності подекуди неможливо [7].

Із метою дослідження імовірнісних та детермінованих систем дослідники використовують статистичні методи [6]. Статистика розробила безліч методів вивчення зв'язків. Вибір методу залежить від мети дослідження та поставлених завдань [12, 15, 17]. Кореляційний зв'язок є окремим випадком стохастичного зв'язку. «Кореляційний зв'язок», на думку фахівців, - поняття вужче, ніж «стохастичний зв'язок». Останній може відбиватися не лише в зміні середньої величини, й у варіації однієї ознаки залежно від іншої, тобто будь-якої іншої характеристики варіації [17].

Регресійний аналіз має на меті розв'язання рівняння регресії, зокрема статистичне оцінювання параметрів останніх. Рівняння регресії дає змогу знайти значення залежної змінної, якщо величина незалежної або незалежних

змінних відома. За кількістю факторів дослідники розрізняють одно-, дво- і багатофакторні рівняння регресії.

Таким чином, кореляційний і регресійний аналіз дають змогу визначити залежність між факторами, а отже, простежити вплив задіяних чинників. Ці показники мають широке застосування в обробленні статистичних даних [16]. У працях [3, 6] для оцінювання транспортної стомлюваності задіяні саме кореляційний і регресійний аналізи на основі дослідження показників серцево-судинної системи.

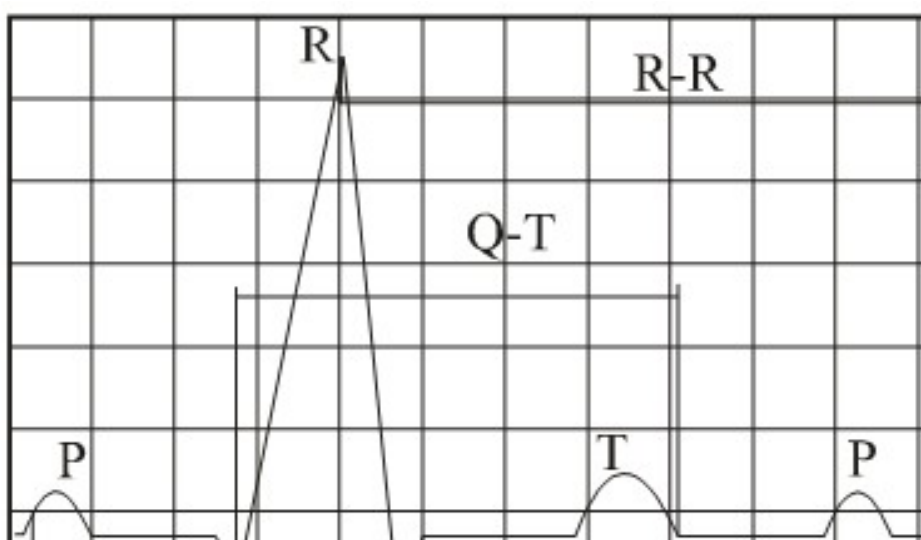


Рис. 1.1. Схема електрокардіограми людини в нормі:

R-R – інтервал тривалості серцевого циклу;

P-Q – інтервал між початком порушення роботи передсердь і шлуночків серця;

Q-T – інтервал тривалості порушення роботи шлуночків серця.

Спеціалісти встановили, що система кровообігу з її нейрогуморальним апаратом управління та саморегуляцією реагує на найменші зміни в окремих органах і системах, забезпечуючи узгодження кровотоку в них з гемодинамічними параметрами на рівні організму. Це дає науковцям підставу розглядати систему кровообігу як універсальний індикатор

адаптаційно- пристосувальницької діяльності цілісного організму. Реакція серцево-судинної системи є показником загальної реакції організму [8, 16].

Як свідчать літературні джерела, послідовність кардіоінтервалів електрокардіограми становить закодовану інформацію про процеси, що перебігають не в самому серці, а в різних ланках системи управління організму людини (рис. 1.1) [18].

Під час аналізу динамічних рядів кардіоінтервалів учені застосовують методи теорії випадкових процесів і теорії імовірності [8, 19]. Водночас, на їхню думку, найбільш поширеними методами в аспекті наявності досвіду застосування на різних об'єктах прикладної фізіології й у клінічній практиці статистичний аналіз, варіаційна пульсометрія, кореляційна ритмографія, автокореляційний і спектральний аналізи [9, 14].

У процесі статистичного аналізу динамічного ряду К-К-інтервалів науковці обчислюють математичне очікування, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії й ексцес [9]. Незважаючи на те, що статистичні показники досить вичерпно характеризують динамічний ряд кардіоінтервалів як випадковий процес, вони, переконані науковці, не відображають його внутрішньої структури та не дають змогу роблять висновки про механізми, що забезпечують наявний ефект регуляторних впливів [19].

У спеціалізованих працях зазначено, що варіаційна пульсометрія базується на вивченні закону розподілу кардіоінтервалів як випадкових величин з побудовою варіаційної кривої та визначенням різних її характеристик. Водночас числовими характеристиками пульсограм є мода, варіаційний розмах і амплітуда моди. На підставі цих характеристик дослідники пропонують обчислювати ряд вторинних показників, таких як індекс вегетативної рівноваги, вегетативний показник ритму, показник активності процесів регуляції, індекс напруженості регуляторних систем [2, 9].

Під час кореляційної ритмографії науковці на осях прямокутних координат послідовно відкладають значення двох сусідніх R-R -інтервалів і одержують на площині точки, фазовими координатами яких є по осі ординат поточний R-R -інтервал, а по осі абсцис - наступний R-R -інтервал [8, 9]. На підставі цього графіка дослідники визначають індекс функціонального стану, який має негативну кореляцію з індексом напруженості.

Одним із ефективних методів оцінювання функціонального стану організму людини, на думку дослідників, є обчислення автокореляційної функції динамічного ряду тривалості серцевих циклів. Автокореляційний аналіз передбачає побудову автокореляційної функції за значеннями ряду коефіцієнтів кореляції між вихідним динамічним рядом K-K-інтервалів і новими рядами, отриманими у процесі послідовних зсувів на одне значення [8, 9].

Оцінювання функції серцевого автоматизму під час автокореляційного аналізу здійснюють за такими показниками, як кількість зрушень R-R -інтервалів, необхідних для досягнення нульової кореляції; кількість зрушень R-R -інтервалів, необхідних для досягнення кореляції, що дорівнює 0,3; коефіцієнт кореляції після першого зрушення [9].

Кількісне оцінювання періодичних складників у рядах величини частоти пульсу дослідники проводять за допомогою спектрального аналізу [8, 9]. Останній передбачає побудову графіків спектрів R-R -інтервалів, на яких по осі абсцис відкладений період коливань у секундах, по осі ординат - потужність коливань в умовних одиницях. На підставі цього графіка дослідники виділяють п'ять показників: потужність дихальних повільних хвиль другого та першого порядків і дихальних хвиль; періоди повільних хвиль першого порядку і дихальних хвиль. Таким чином уможлиблюється обчислення спектрального аналізу, обчислення індексу централізації й індексу активізації підкіркових нервових центрів.

Незважаючи на високу інформативність розглянутих методів математичного аналізу ритму серця, вони дають змогу оцінити тільки окремі

елементи системи управління, що складається з п'яти функціональних систем: сумарного ефекту регуляції, функції автоматизму, вегетативного гомеостазу, стійкості регуляції, активності підкоркових нервових центрів. Загальну реакцію організму на вплив факторів навколишнього середовища дослідники пропонують визначати за допомогою інтегрального критерію оцінки функціонального стану людини - показника активності регуляторних систем [8], який характеризує напругу інформаційних каналів регуляції в організмі людини та реакцію цих каналів на вплив факторів навколишнього середовища. Значення показника подається у вигляді суми умовних балів, за величиною якої з'ясовують стан людини: до 3 балів - нормальний стан, від 3 до 6 балів - стан напруги, від 6 до 8 балів - стан перенапруги, від 8 до 10 балів - стан виснаження [9].

Як установили фахівці, величина зменшення виробітки пасажирів на основному виробництві внаслідок транспортного процесу визначається його функціональним станом у момент прибуття на роботу.

Визначення транспортної стомлюваності пасажирів під час міських перевезень вичерпно описано в працях [15]. Приміські перевезення пасажирів мають технологічні особливості. Унаслідок цього визначення транспортної стомлюваності пасажирів в процесі приміських перевезень потребує додаткових досліджень.

## **1.2 Формування критерію ефективності організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні**

Оскільки пасажирський транспорт надає послугу з перевезення пасажирів, то зацікавленість автотранспортного підприємства полягає в отриманні доходів від цієї послуги.

Тарифи встановлюються відповідно до собівартості перевезень і передбачають накопичення коштів, необхідних для подальшого розвитку підприємств автобусного транспорту. Накопичення, або прибуток,

автобусного підприємства є різницею між загальною сумою доходів від автобусних перевезень і загальною сумою витрат транспортних підприємств.

Собівартість містить прямі витрати - заробітну платню водіїв автобусів і кондукторів, а також ремонтних робітників із обслуговування автобусів, відрахування на соціальні потреби, витрати на паливно-мастильні матеріали, ремонт, технічний огляд і ремонт автомобілів, амортизаційні відрахування на повне відновлення, податки, які належать до собівартості. Оскільки собівартість пов'язана з технічною швидкістю транспортного засобу, то одними з чинників, які впливають на величину собівартості перевезень, є параметри траси маршруту, що також позначаються на доходах і витратах транспортних підприємств [3-6].

Транспортний процес об'єктивно впливає на функціональний стан організму людини і залежно від умов поїздки призводить до певного ступеня стомлюваності пасажирів, що зі свого боку, спричиняє витрати суспільства внаслідок здійснення транспортного процесу.

Величина зменшення виробітки пасажирів на основному виробництві внаслідок транспортного процесу визначається його функціональним станом у момент прибуття на роботу.

Зміна функціонального стану пасажирів під час підходу до зупинного пункту, на зупинці та в транспорті відбуваються за певною залежністю. За величиною, яка вимірюється в балах, можна визначити, у якому стані перебуває людина [3, 5].

Показником, який найбільш узагальнено виражає інтереси пасажирів, є сумарні витрати часу на пересування. Від тривалості пересування й умов поїздки залежить відсоток зниження ефективності суспільного виробництва пасажирів під час перевезення.

Проведення досліджень за допомогою запропонованого критерію ефективності потребує виявлення факторів, які впливають на параметри перевезення пасажирів та зміну їхнього функціонального стану. Виявлені фактори наведено на рис. 1.2.





Рис. 1.2 Фактори, що впливають на параметри технологічного процесу перевезення пасажирів у приміському сполученні

### 1.3 Дослідження особливостей функціонування мережі приміського сполучення

#### *Критерій вибору населенням способу пересування*

Суб'єкт переміщення вибирає той спосіб пересування, при якому втрати енергії нижче [17]. Інтенсивності витрат у різних способах переміщення і структурних складових часу не однакові. Зазвичай, найгірше суб'єктом переміщення сприймається час очікування. Крім того, саме пересування в транспортному засобі також має різний ступінь зменшення енергії. Так як суб'єкт переміщення не має можливості вимірювати абсолютні значення енергетичних втрат, він їх порівнює суб'єктивно, на основі власних психологічних оцінок. Ці ж оцінки є коефіцієнтами перерахування витрат часу в енергетичні втрати.

Витрати, що виникли безпосередньо в процесі переміщення (наприклад, оплата проїзду в автобусі, оплата паркування для особистого автомобіля і т.д.) психологічно сильніше впливають на вибір, чим витрати, не адресовані на конкретне переміщення. Наприклад, витрати на бензин і експлуатаційні матеріали, ремонт і обслуговування автомобіля здійснюються в міру необхідності і, хоча й залежать від відстані переміщення, але не прив'язані до конкретної поїздки. Приймаючи психологічну оцінку безпосередньої оплати за одиницю, вводиться коефіцієнт психологічної оцінки, що представляє собою співвідношення оцінок не адресних і безпосередніх витрат .

Частина постійних витрат не залежить від факту переміщення. Ці витрати відносяться до часових і їх розмір фіксований. До них варто віднести витрати по сплаті податку на транспортний засіб, власне вартість особистого автомобіля, витрати по страхуванню, техогляду тощо. Оскільки ці витрати є обов'язковими, то вони не повинні впливати на вибір способу переміщення, тому що їх значення не залежить від цього вибору. Разом з тим, виключити ці витрати з критерію не можна, оскільки віднесення цих витрат до часових не є однозначним і залежить від конкретної ситуації. Часові витрати можуть розглядатися також з погляду "втраченої вигоди". Крім того, ситуація обліку цих витрат не суто економічна. З психологічної точки зору ці витрати можуть впливати на рішення про вибір, підштовхуючи суб'єкта переміщення "виправдати" понесені витрати підвищеною експлуатацією автомобіля.

Різноманіття ситуацій, у яких постійні фіксовані витрати відносяться (або не відносяться) до вибору способу переміщення, у макростані може бути враховано калібрувальним коефіцієнтом, що враховує психологічне їх сприйняття при ухваленні рішення.

Входження в критерій витрат часу і витрат можна подати у вигляді рис. 1.3.

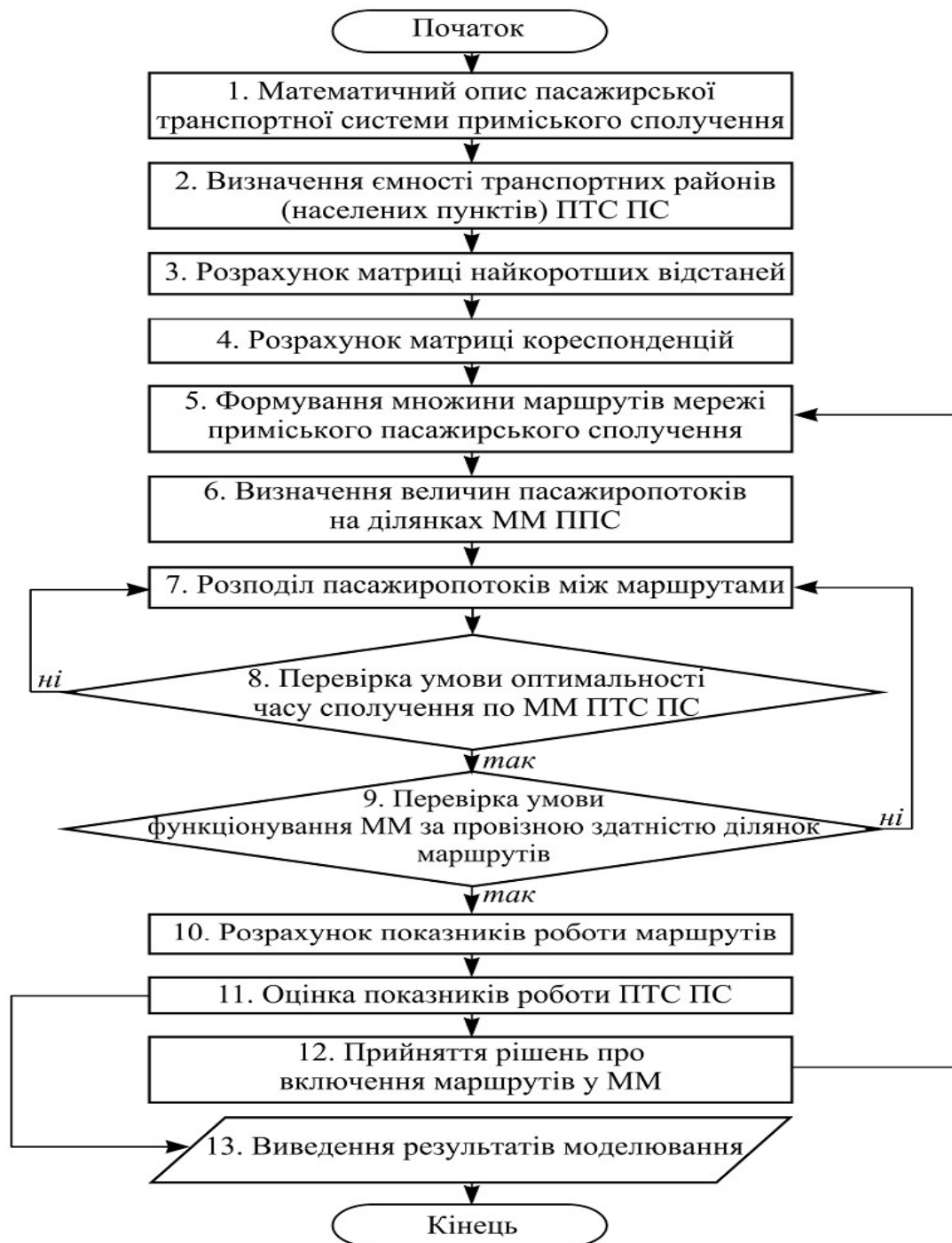


Рис. 1.3 Формування критерію вибору способу переміщення

При цьому передбачається, що населення вибирає той спосіб переміщення, для якого величина критерію нижче. Це твердження може порушуватися в окремих випадках переміщення, але в цілому по всій

сукупності пасажирських кореспонденцій у стаціонарному стані вказаний критерій є умовою мінімізації енергії системи.

Витрати часу, що не залежать від відстані переміщення, представлені часом пішого підходу (відходу) до зупинного пункту. Ці витрати часу обернено пропорційні щільності маршрутної мережі. Коригуються на коефіцієнт психологічної оцінки витрат часу пересування пішки.

Таблиця 1.1

Склад витрат, пов'язаних з експлуатацією індивідуального легкового автомобіля

	Категорія витрат	Стаття витрат
<b>А</b>	Витрати, що залежать від відстані переміщення, але адресно не відносяться до поїздки	витрати на паливо; експлуатаційні матеріали; шини; запчастини і ремонтні матеріали; вартість ремонту
<b>Б</b>	Витрати, що не залежать від відстані переміщення і відбулись безпосередньо в поїзді	вартість платних паркувань; платний проїзд по ділянці доріг; платний в'їзд у місце прибуття
<b>В</b>	Витрати, що не залежать від кількості переміщень (часові витрати)	витрати на придбання автомобіля; витрати по сплаті податків і страховок; інші державні збори; витрати на зберігання автомобіля

Витрати, що не залежать від відстані переміщення, утворюють дві, принципово різні, групи.

Категорія витрат Б від відстані переміщення не залежить, але безпосередньо пов'язана з фактом поїздки. Тому ці витрати прямо впливають на прийняття рішення про вибір способу переміщення і повинні входити в критерій без яких-небудь коригувань.

Категорія витрат В відноситься до групи витрат, величина яких взагалі не пов'язана з експлуатацією автомобіля. Для власника індивідуального автомобіля ці витрати є часовими і їх величина не залежить від обраного рішення про спосіб переміщення. Для суб'єкта переміщення, що не має особистого автомобіля, включення даних витрат у критерій вибору відповідає ухваленню рішення про доцільність придбання автомобіля. Якщо в середньому, за сукупністю його переміщень, критерій вибору особистого автомобіля з включеними часовими витратами менше інших, то економічно доцільно придбати автомобіль. Це забезпечить економію засобів і часу в процесі пересувань. Врахування позаекономічного впливу часових витрат на рішення про вибір способу переміщення, можна відкоригувати коефіцієнтом психологічної оцінки часових витрат.

### ***Пасажиропотоки на автомобільному транспорті та методи їх вивчення***

Потужністю пасажирських потоків (пасажиропотоків) називається кількість пасажирів, які їдуть в одному напрямку через конкретний перетин маршруту (або по всій транспортній мережі населеного пункту) за певний період часу.

Формування пасажиропотоків залежить від:

- потреби в транспортних сполученнях між відповідними населеними пунктами та іншими пасажироутворюючими об'єктами;
- наявності автомобільних магістралей;
- організації руху між населеними пунктами та іншими пасажироутворюючими об'єктами в межах потреби у відповідних сполученнях.

Для вирішення питань формування автомобільної мережі населеного пункту (регіону) необхідно знати потужності пасажиропотоків, їх розподіл територією відповідного регіону і їх напрямки.

На підставі таких даних можна обґрунтовано здійснити наступне:

- вибрати траси маршрутів;
- підібрати вид пасажирського транспорту;
- вибрати тип транспортних засобів;
- визначити потрібну кількість рухомого складу.

Пасажиропотоки характеризуються нерівномірністю в часі і в просторі (по окремих ділянках маршрутів). Тому для формування ефективної системи пасажирського транспорту необхідно знати не лише напрямки і величини (потужності) пасажиропотоків, а також ступінь їх нерівномірності.

Пасажиропотоки представляють навантаження транспортної мережі за напрямками руху пасажирів у визначений період часу (година, доба, місяць, рік). Пасажиропотоки змінюються (відрізняються) за годинами доби, днями тижня, місяцями, довжинами маршрутів, напрямками руху (туди і назад). Пасажиропотоки схематично відображаються у вигляді епюр і визначають напруженість маршруту, ділянки, шляху, лінії. На епюрі по осі ординат відкладається величина пасажиропотоку; по осі абсцис - дискретно час доби, дні тижня, місяці року; спрямлена довжина маршруту і вказується напрямком руху (рис. 1.4).

На підставі визначених пасажиропотоків встановлюються основні техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів:

- обсяг перевезень пасажирів;
- пасажирооборот;
- середня дальність поїздки пасажирів;
- можливе наповнення автобусів;
- кількість автобусів на кожному маршруті;
- тривалість рейсу;
- кількість змін роботи водіїв;

- швидкість руху;
- пробіг автобуса за час перебування в наряді.

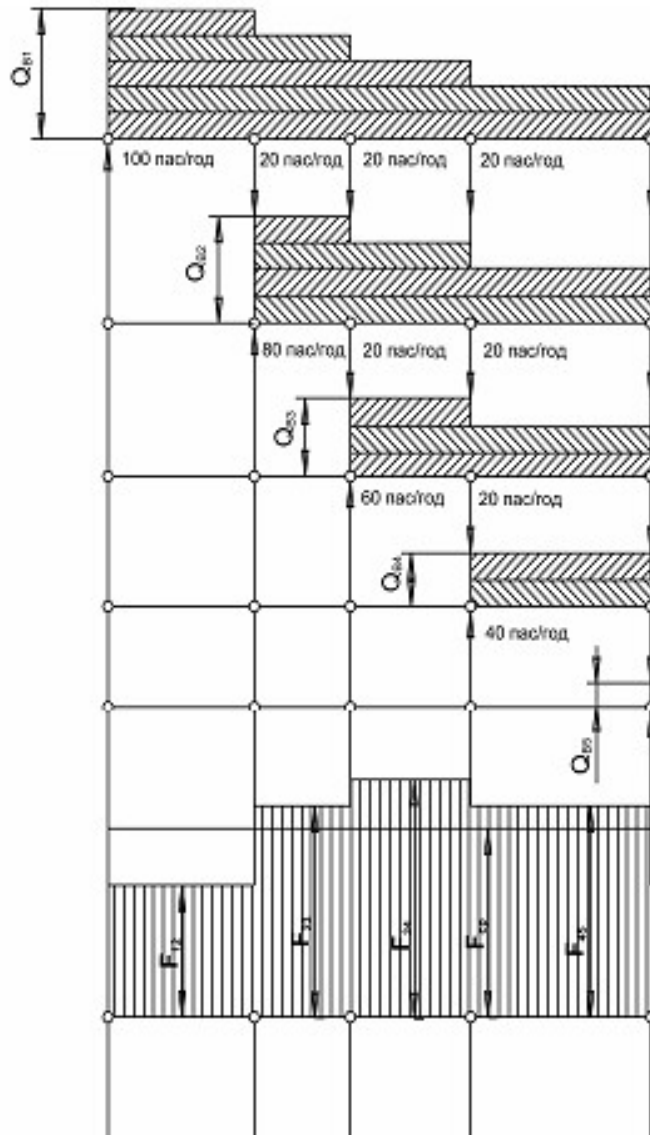


Рис. 1.4 Еюра пасажиропотоків на маршруті

Для визначення пасажиропотоків по транспортній мережі проводять їх обстеження. Методи обстеження бувають різні. Вони класифікуються за певними ознаками [12]. В залежності від тривалості періоду дослідження бувають:

- систематичними, проводяться щоденно протягом всього періоду руху лінійними працівниками служби експлуатації;

- разовими, які проводяться протягом нетривалого періоду часу в залежності від поставленої задачі.

В залежності від ширини охоплення транспортної мережі дослідження бувають:

- суцільні: проводяться одночасно з охопленням всієї транспортної мережі населеного пункту (регіону); для проведення залучається велика кількість контролерів; проводяться для визначення перспективи функціонування транспортної мережі, координації роботи різних видів транспорту, вибору виду транспорту, зміни схем маршрутів;
- вибіркові: проводяться по окремих районах, маршрутах руху, місцях вирішення проблем в обслуговуванні пасажирів (тривалі очікування пасажирами транспортних засобів) з метою оперативного вирішення локальних і конкретних задач.

В залежності від виду обстеження бувають:

- анкетний метод передбачає охоплення всієї транспортної мережі регіону і спрямовується на виявлення пасажиропотоків для всіх видів транспорту; він передбачає використання попередньо розроблених спеціальних анкет з простими і зрозумілими питаннями;
- звітно-статистичний метод обстеження базується на даних квитково-облікових листів, кількості проданих квитків; однак потрібно враховувати кількість пасажирів, перевезених на підставі місячних проїзних квитків, службових посвідчень і тих, хто користується правом пільгового проїзду;
- натурні обстеження поділяються на талонні (під час обстеження обліковці на кожній зупинці видають всім пасажирам талони з відміткою номера зупинки, де зайшов пасажир; при виході із транспортного засобу пасажир здає талон обліковцю, який відмічає номер зупинки, де вийшов пасажир); табличні (обліковці розміщуються біля кожних дверей; на кожній зупинці обліковець в



спеціальній таблиці у відповідних графах вказує кількість пасажирів, що зайшли і вийшли); візуальний метод (обліковець візуально визначає заповнення автобуса за умовною бальною системою і заносить бали в спеціальну таблицю); опитувальний метод (обліковець в автобусі питає кожного пасажирів про пункт призначення, пересадки, мету поїздки і записує всю цю інформацію);

➤ автоматизовані методи передбачають отримання необхідної інформації без участі людей; вони бувають: контактні (пасажир діє на технічний засіб - нажимає відповідну клавішу); такі засоби встановлюються у великих пасажироутворюючих вузлах; або в автобусах використовують датчики електричних імпульсів, які розміщені на сідцях і з'єднані з дешифраторами; але такий спосіб має велику неточність - до 25%); неконтактні (використовуються фотоелементи; пасажир при вході або виході перетинає пучок світлових променів, які надходять до фотодатчиків, що фіксують рух пасажирів; електричні імпульси від фотодатчиків надходять в блок дешифрування; недолік метода полягає в нетривалому періоді роботи приборів, складність в обслуговуванні); побічний (використовується спеціальний пристрій, який зважує одночасно всіх пасажирів з наступним діленням загальної маси пасажирів на середню масу одного пасажирів - 70 кг); комбінований (використовують два типа датчиків: при вході пасажир наступає на нижні, а потім верхні контактні сідця; сигнал від них надходить в блок управління, де проводиться їх логічна обробка і передача у пристрій реєстрування; імпульси виходу пасажирів формуються зворотнім порядком).

При обстеженні пасажиропотоків необхідно отримати достовірні дані з метою їх використання при вирішенні задач з поліпшення якості обслуговування пасажирів. Але при виборі методу обстеження необхідно враховувати трудомісткість методу і витрати на його реалізацію.

## ***Особливості розрахунку параметрів і показників функціонування маршрутної мережі приміського сполучення***

Одним з методів, що дозволяють оцінювати ефективність функціонування пасажирської транспортної системи приміського сполучення на етапі проектування маршрутної мережі і удосконалення діючої є моделювання її роботи. Цей процес може бути виконаний за допомогою апарату математичного моделювання. Застосування останнього для оцінки наслідків впровадження змін у маршрутній мережі ППС становить значний інтерес внаслідок таких причин: на даний час розроблено досить повний математичний апарат, що дозволяє здійснювати необхідну модифікацію існуючих моделей, і враховує специфіку конкретної ММ; використання математичних моделей не вимагає значних ресурсів і дає можливість легко їх реалізувати на практиці з використанням ЕОМ, що дозволяє при необхідності проводити багаторазовий аналіз у процесі проектування та експлуатації мережі; математичні моделі, на відміну від натурального моделювання, вимірювання та статистичного аналізу параметрів реальної ММ ППС (у випадку, якщо ММ уже спроектована і знаходиться в процесі експлуатації), дозволяють робити висновки про тенденції розвитку мережі, що є важливим при дослідженні пасажирської транспортної системи приміського сполучення.

Модель функціонування пасажирської транспортної системи приміського сполучення умовно складається з моделі транспортної мережі, моделі потреби в пересуваннях, моделі маршрутної мережі й моделі розподілу пасажиропотоків. Визначальним етапом у процесі моделювання пасажирської транспортної системи приміського сполучення є модель маршрутної мережі. Ця модель являє собою траси маршрутів та їхніх провізних можливостей. Ці параметри визначають показники ефективності пасажирської транспортної системи приміського сполучення.

На першому етапі необхідно розробити алгоритм формування ММ ППС. Слід зазначити, що цей алгоритм повинен бути програмно реалізованим і мати можливість подальшого вдосконалення. Схему алгоритму в загальному вигляді можна представити послідовністю виконуваних операцій, як показано на рис. 1.5.

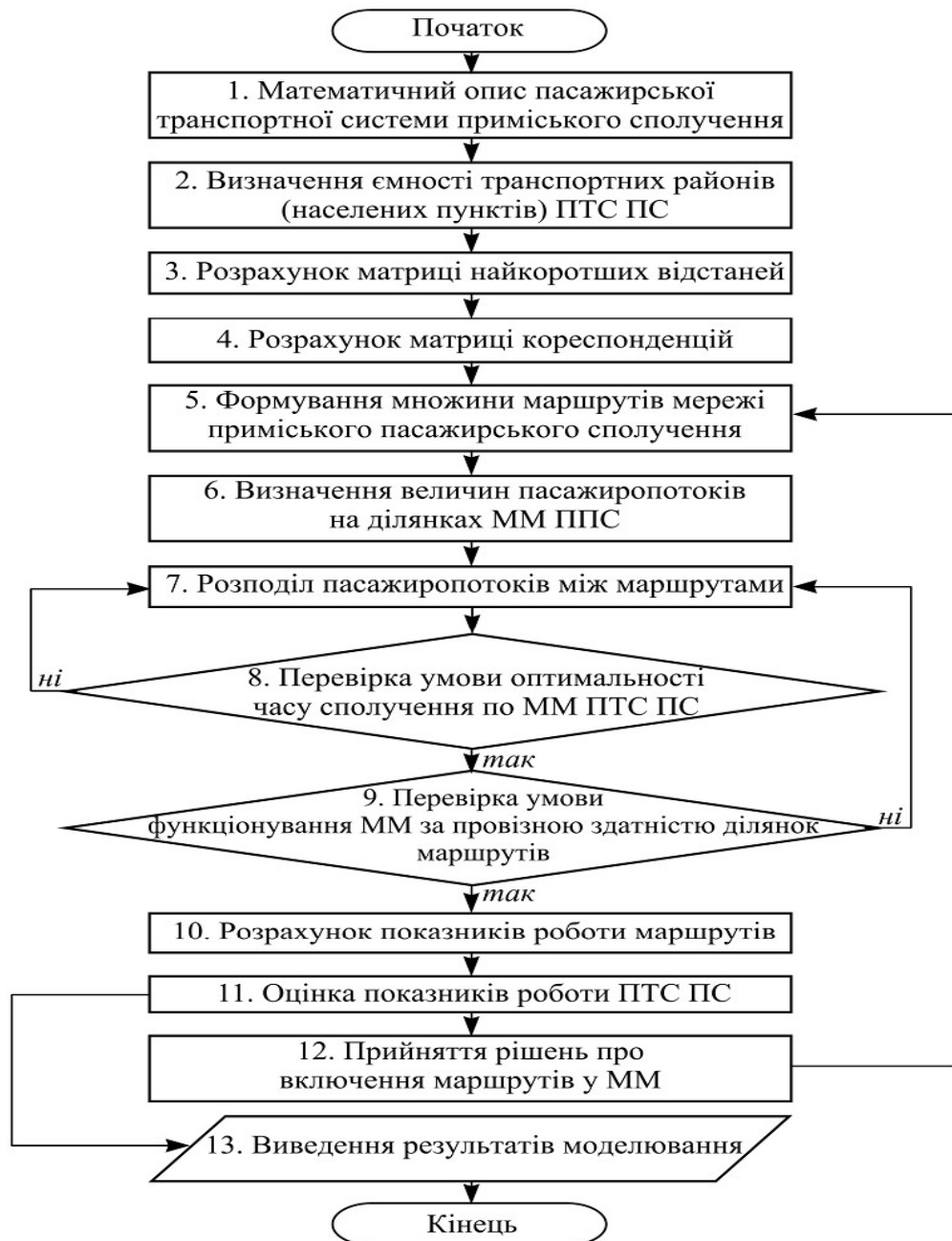


Рис. 1.5 Моделювання процесу функціонування мережі пасажирської транспортної системи приміського сполучення

Модель транспортної мережі подана у вигляді математичного опису елементів транспортної мережі ППС в регіоні, по яких можливий рух транспортних засобів громадського користування [12, 15].

Модель потреб у переміщеннях це матриця міжрайонних кореспонденцій пасажирів, що в подальшому трансформується в матрицю міжзупинних кореспонденцій на основі трас маршрутів мережі. Одержання цієї матриці доцільно проводити з використанням гравітаційного методу.

У цьому випадку в якості вихідних даних виступає ємність транспортних районів регіону й матриця найкоротших відстаней, визначена на основі математичного опису транспортної мережі.

Модель ММ складається з трас маршрутів і кількості транспортних засобів. Для забезпечення ефективної роботи пасажирської транспортної системи приміського сполучення у цілому необхідно зв'язати параметри геометрії трас маршрутів і пасажиропотоки на цих маршрутах. З цією метою використовується модель перерозподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі.

На підставі даних про величину пасажиропотоків по кожному маршруту розраховують раціональну кількість транспортних засобів, техніко-економічні й техніко-експлуатаційні показники роботи на маршрутах.

Моделювання функціонування пасажирської транспортної системи приміського сполучення відбувається шляхом зміни трас маршрутів у приміському сполученні й кількості транспортних засобів на них. Зміна цих параметрів дозволяє домогтися очікуваних показників ефективності функціонування пасажирської транспортної системи приміського сполучення. Процес моделювання має ітераційний характер, що дозволяє використати його при розгляді нових альтернативних маршрутних мереж ППС регіону.

Підготовка інформаційної бази для моделювання ММ відображена в етапах з першого по четвертий алгоритму, схема якого подана на рис. 4.6. Формування блоку визначення показників роботи пасажирської транспортної

системи приміського сполучення представлено виконанням етапів з шостого до десятого включно. Виконання п'ятого етапу спільно з дванадцятим утворює блок формування маршрутної мережі приміського сполучення в регіоні. При цьому прийняття рішення про включення маршрутів, які входять до пасажирської транспортної системи приміського сполучення, відбувається на основі попередньої оцінки ефективності її функціонування.

### **Висновки по 1 розділу**

Проведений аналіз методів моделювання засвідчив те, що для дослідження закономірностей зміни параметрів організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні доцільно використовувати методи кореляційного та регресійного аналізів.

Запропонований критерій ефективності дає змогу визначити оптимальні з позиції суспільства параметри перевезення пасажирів у приміському сполученні з урахуванням доходів транспортних підприємств від перевезення пасажирів, витрат транспортних підприємств на організацію процесу перевезень і вартісного вираження витрат суспільства внаслідок здійснення транспортного процесу.

## ВИСНОВКИ

Аналіз наукових праць щодо організації маршрутних автобусних перевезень у приміському сполученні свідчить про те, що сьогодні процес перевезення організують без достатнього комплексного урахування взаємозв'язку фактора людини з транспортним процесом.

Проведені дослідження дали змогу виявити рівень значущості факторів вибору виду приміського пасажирського транспорту для пасажирів. Відповідно до ступеня значущості ці фактори утворюють таку послідовність: час руху, вартість проїзду, час очікування транспорту.

Доведено, що комплексно враховані параметри маршруту, транспортних засобів, пасажиропотоку й умов руху визначають технічну швидкість автобусів на перегоні та час їхнього простою на проміжних зупинних пунктах приміського маршруту.

Вплив технологічних параметрів на імовірність відмови пасажирам у посадці, час очікування транспортних засобів, значення динамічного коефіцієнта використання місткості та швидкість сполучення можна визначити за допомогою розробленої імітаційної моделі руху автобусів приміського сполучення. Виявлено, що на значення параметрів перевезень значно впливає стохастичність процесу перевезень.

Розглянуто особливості визначення кількості автобусів приміського сполучення враховує вплив параметрів технологічного процесу на транспортну стомлюваність пасажирів. Його застосування дає змогу забезпечити максимальну ефективність транспортного процесу.

З'ясовано, що в разі використання такої пасажиромісткості автобусів приміського сполучення, за якої 20 % пасажирів їдуть стоячи, забезпечується максимальна ефективність транспортного процесу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Економічна і соціальна географія України. Транспортна система України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.geograf.com.ua/human/school-course/409-transportna-sistemaukrajini>.
2. Транспортна система України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://studentam.net.ua/content/view/5888/132/>
3. Доля В. К. Пасажирські перевезення / В. К. Доля. – Харків : Форт, 2011. – 504 с.
4. Яновський П. О. Пасажирські перевезення / П. О. Яновський. – Київ: НАУ, 2008. – 469 с.
5. Кристопчук М. Є. Приміські пасажирські перевезення / М. Є. Кристопчук, О. О. Лобашов. – Харків :НТМТ. – 2012. – 223 с.
6. Транспортная система Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://reisvoer.com/news/118-transport-system/>.
7. Види транспорту в Україні. Єдина транспортна система України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ebk.net.ua/Book/GPravo/16-22/71701.html>
8. Афанасьев Л. А. Единая транспортная система и автомобильные перевозки / Л. А. Афанасьев, Н. Б. Островский, С. М. Цукерберг. – Москва: Транспорт, 1984. – 333 с.
9. Поняття транспорту і транспортної системи України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://buklib.net/books/23292/>
10. Транспортна система України: загальна характеристика та особливості розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://osvita.ua/vnz/reports/econom\\_theory/22230/](http://osvita.ua/vnz/reports/econom_theory/22230/)
11. Gurta A. Simulation model for optimal frequency of buses on a route a case study / A. Gurta, P. Vrat // Scientific management of transport systems. – 1981. – P. 225–234.

12. Les études sur l'irrégularité des lignes d'autobus / J. Girard, E. Heurgon, N. Cornet, J. Doras-L. // *Transport, environnement, circulation*. – 1983. – № 56. – P. 16–22.
13. Aziz G. Bus travel – time model / G. Aziz // M.A.Sc. thesis. – University of Toronto, Canada, 1977. – P. 54–59.
14. Cundil M. Buss boarding and alighting times / M. Cundil, P. Watts // *Transport and road research laboratory report*. – 1973. – 521 p.
15. Hendrickson C. T. Travel time and volume relationships in scheduled, fixed – route public transportation / C. T. Hendrickson // *Transportation research*. – 1981. – 15A. – P. 173–182.
16. Lesley L. J. S. The role of timetable in maintaining bus service reliability / L. J. S. Lesley // *Proceedings symposium on operating public transport*. – University of Newcastle upon Tyne, 1975. – P. 87–93.
17. Anderson P. A mathematical model of an urban bus route / P. Anderson, G. Scalia-Tomba // *Transportation research*. – 1981. – 15B. – P. 249–266.
18. Hickman M. D. Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks / M. D. Hickman, D. H. Bernstein // *Transportation Science*. – 1997. – 31. – P. 129–146.
19. Schmoeker J. D. A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model / J. D. Schmoeker, M. G. H. Bell, F. Kurauchi // *Transportation Research*. – 2008. – 42B. – P. 925–945.
20. Nuzzolo A. Schedule-based path choice models for public transport networks / A. Nuzzolo // *Proceedings of Advanced Course on Transit Networks*, – Rome, 2001. – 15 p.
21. A stochastic user equilibrium model for congested transit networks / W. H. K. Lam, Z. Y. Gao, K. S. Chan, H. Yang // *Transportation Research*. – 1999. – 33B. – P. 351–368.



## ДОДАТОК А

### 1.4 Особливості транспортного процесу автобусних перевезень

Автомобільні перевезення є невід'ємним складником життя населення України. На сучасному етапі розвитку суспільства вони відзначаються такими особливостями [5, 15]:

- збільшуються обсяги перевезень у міжміському, внутрішньоміському, приміському та міжнародному сполученнях;
- у сільській місцевості автомобільний транспорт є єдиним видом транспорту;
- у малих містах і поселеннях міського типу автомобільний транспорт - основний вид масового пасажирського транспорту;
- міські й приміські автобусні маршрути здебільшого мають регулярний характер зв'язку із залізничними, річними та морськими вокзалами;
- автомобільний транспорт обслуговує дальні перевезення в умовах відсутності залізничних, повітряних і водних зв'язків;
- автомобільний транспорт у багатьох регіонах доповнює залізничний.

Сьогодні розподіл автобусних перевезень за видами сполучень є таким: міські - 67 %, приміські - 28 %, міжміські - 5 % [1]. На думку дослідників, відмінності приміських перевезень від міських полягають у нижчезазначеному [3, 5]:

- перевозиться менша кількість пасажирів;
- значно збільшується кількість приміських пасажирів навесні та восени;
- істотно більші відстані перевезень;
- менша кількість на маршруті зупинок для посадки-висадки людей;
- збільшені інтервали руху транспортних засобів.

Приміські перевезення надзвичайно важливі для приміських районів крупних міст [5]. Приміські автобусні маршрути багатьох міст та населених пунктів мають регулярні транспортні зв'язки з аеропортами, залізничними та

річними вокзалами, морськими портами. Внутрішньообласні та сільські перевезення пасажирів автобусами забезпечують зв'язки погано доступних населених пунктів з магістральними видами транспорту дальніх сполучень. Найбільш поширеними є приміські маршрути, які ведуть із міста до приміської зони. Частина приміських маршрутів повністю розташована в приміській зоні [7].

Транспортна доступність у приміському сполученні визначається повнотою охоплення населених пунктів приміської зони мережею автобусних маршрутів [7]. Приміські автобусні маршрути відзначаються великою нерівномірністю пасажирських перевезень і пасажиропотоків за різними напрямками та днями тижня. Фахівці з'ясували, що вранці в суботні та недільні дні масовий потік пасажирів прямує з міста до зони відпочинку й автобуси завантажуються в одному напрямку. У вечірній час більшість пасажирів повертається до міста й автобус завантажується в зворотному напрямку. Більшість населення приміських зон у ранкові години будніх днів прямує на роботу до міста. Міські жителі в літні періоди часу виїжджають з міста до зон відпочинку. Значна кількість жителів міста прямує до приміської зони після закінчення робочого тижня та повертається до міста на роботу в понеділок. Указані особливості враховуються в системі раціональної організації руху автобусів [7, 9]. Перевезення пасажирів автобусами мають відбуватися із високим ступенем зручності, безпечності за мінімально можливих витрат часу на поїздку [6-8]. Регулярні перевезення пасажирів автобусним транспортом здійснюються за певними маршрутами [1, 2].

Приміські перевезення здійснюються в трудових, ділових і культурно-побутових цілях [5]. Усі приміські перевезення характеризуються нестачею й високим рівнем зношення (морального та фізичного) транспортних засобів. Ця обставина значно погіршує якість обслуговування пасажирів, тому що пасажир через відсутність рухомого складу та значні обсяги багажу не завжди можуть своєчасно розпочати поїздку. Важливе значення має збалансування попиту на перевезення й пропозиції транспорту. Водночас

необхідно вирішити дві проблеми [5]: задовольнити потреби населення в перевезеннях як за кількістю, так і за якістю надаваних транспортних послуг; досягнути максимального прибутку шляхом збільшення доходів і зниження витрат [7].

На приміських маршрутах дозволяється перевозити стоячих пасажирів автобусами, які за своєю конструкцією мають бути обладнані місцями для стоячих пасажирів у кількості, передбаченій технічною характеристикою транспортного засобу та визначеній реєстраційними документами на такий транспортний засіб [2]. Дальність поїздки в 3-4 рази перевищує дальність міських поїздок, у зв'язку з цим приміські автобуси мають бути обладнані збільшеною кількістю місць для сидіння [7]. Вимоги до використання автобусів за видами сполучень, режимами руху та протяжністю маршрутів, за параметрами пасажиромісткості, комфортності, технічними та екологічними показниками встановлює центральний орган виконавчої влади з питань автомобільного транспорту [9].

Швидкість руху на приміських маршрутах значною мірою залежить від їхньої довжини, а також від довжин перегонів, які збільшуються шляхом уведення зупинок на вимогу пасажирів. У процесі організації перевезень приймають припустимі норми відхилення від розкладу. Для приміського сполучення допустиме відхилення становить  $\pm 3$  хв. Нормативи виконання передбачених розкладом руху рейсів у приміському сполученні становлять не менше 98 % [1].

Відповідно до наявності попиту на перевезення має встановлюватися час початку та закінчення роботи кожного маршруту. Цей час відбивається у розкладі руху на маршруті із зазначенням початку руху в першому рейсі та закінчення руху в останньому рейсі. Такі рейси не можуть бути скасовані з організаційних причин [4]. За інтервалу руху автобусів за маршрутом менше 20 хв. замість розкладу може подаватися таблиця інтервалів руху, що містить час першого й останнього відправлення автобусів, а також величини інтервалів руху за періодами доби [3].

Пасажи́рські автомобільні станції призначені для обслуговування пасажирів приміських маршрутів. Вони розташовуються на кінцевих і проміжних зупинних пунктах маршруту на дорожній мережі загального користування та належать до комплексу дорожніх споруд, у поодиноких випадках це окремо розташовані будівлі. На пасажирських автомобільних станціях обладнуються перон, квиткові каси і залежно від обсягу перевезень зал очікування або навіс для пасажирів. Зали очікування призначені для тимчасового розміщення пасажирів, які очікують на посадку в автобуси, що прямують приміськими маршрутами. Із цією метою в залах очікування встановлюють лави, дивани та крісла [7].

Зупиночні пункти приміських автобусних маршрутів мають розміщувати в найбільш зручних для пасажирів місцях [7]:

- кінцеві пункти приміських маршрутів у місті мають бути наближені до великих пасажироутворювальних пунктів (залізничних вокзалів і станцій, річкових портів на території міста, ринків, кінцевих станцій метрополітену тощо);

- у місті зупинні пункти приміських маршрутів мають бути суміщені з пунктами зупинок маршрутів міського пасажирського транспорту;

- відстань між пунктами зупинок приміських маршрутів, розташованих у межах населених пунктів, не має перевищувати 1 км, в інших випадках - у середньому 1,5 км;

- пункти зупинки в передмісті мають бути розміщені в кожному населеному пункті, розташованому на трасі маршруту.

Показники економії сил, що витрачаються пасажиром під час поїздки, тепер не нормуються. Транспортна втома, однак, помітно знижує продуктивність праці в народному господарстві, що дає підставу говорити про позасистемний ефект удосконалення обслуговування пасажирів, насамперед у внутрішньоміському та приміському сполученнях [7]. Погані умови перевезень негативно впливають на пасажирів, зменшуючи їхню робочу продуктивність [5].

## *Методи проектування технологічного процесу перевезення пасажирів автомобільним транспортом*

При організації транспортного процесу постійно вирішуються завдання покращення якості перевезень пасажирів шляхом уживання заходів, найбільш ефективних із погляду пасажирів і найменш витратних із позицій перевізника [11-16]. Метою розроблення технології організації процесу перевезень є забезпечення найбільш повного, своєчасного та якісного обслуговування пасажирів за високої ефективності використання рухомого складу [9, 17-21]. Під час проектування технологічного процесу перевезення пасажирів автомобільним транспортом мають вирішуватися різні завдання [20]: аналіз зміни значень пасажиропотоків у районі дослідження; розроблення схем маршрутів; визначення потреби в транспортних засобах та їхньої місткості; визначення швидкостей транспортних засобів на маршруті; взаємодія різних видів пасажирського транспорту; формування графіків руху транспортних засобів на маршруті; формування режимів роботи водіїв та кондукторів; організація випуску транспортних засобів на лінію; організація диспетчерського управління рухом транспортних засобів; забезпечення безпеки руху.

Спеціалісти неодноразово звертали увагу на той факт, що успішне вирішення питань раціональної організації перевезень пасажирів та ефективного використання рухомого складу не можливе поза системним вивченням характеру зміни пасажиропотоків транспортної мережі [3]. Визначення параметрів пасажиропотоків дає змогу з'ясувати їхній розподіл за часом, довжиною маршрутів та напрямками руху. У процесі дослідження пасажиропотоків учені використовують різні методи. Установлення значень пасажиропотоків на діючій мережі вможливають білетний, табличний, таблично-опитувальний, талонний та візуальний методи [7, 9].