

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломної кваліфікаційної роботи  
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр

галузі знань 27 – «Транспорт»  
спеціальності 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

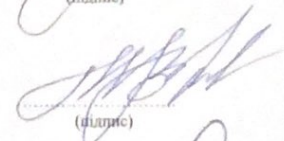
на тему: «Формування пасажиропотоків у приміському сполученні на автомобільному транспорті»

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ОПАТ-21дм  
Левченко К.С.



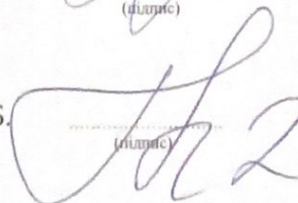
(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.



(підпис)

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



(підпис)

## ВСТУП

**Актуальність теми.** По мірі розвитку соціально-економічної сфери, транспортної інфраструктури і системи розселення збільшуються взаємовплив та взаємозв'язок міста з його оточенням, зростає дальність трудових і культурно-побутових поїздок, виробничих та інших зв'язків. В сучасних умовах місто та його оточення доцільно розглядати як багатофункціональну соціально-економічну систему, яка складається з адміністративних районів, прилеглих до центральної ділової та культурної частини поселення. Кількість пересувань мешканців приміської зони до міста залежить від багатьох факторів, основними з яких є: характер системи розселення населення і розташування місць праці в зоні впливу містацентру і його оточення; рівень розвитку транспортної інфраструктури взаємопов'язаної з системою розселення та багато інших факторів. В свою чергу основною характеристикою пересувань є попит на послуги транспорту загального користування, який є основним постачальником транспортних послуг в Україні.

Закономірності формування пересувань також є результатом реалізації потреб населення в умовах заданої транспортної пропозиції та проявляються в розподілі дальності пересувань мешканців приміської зони. Враховуючи особливості формування пересувань та фактори, які впливають на їх кількість в приміському сполученні, актуальною є розробка моделі потреб населення у пересуваннях, що враховує існуючі закономірності пересувань та адекватно описує їх. При визначенні потреб в пересуванні необхідно враховувати, що місто, як основний пункт тяжіння, суттєво впливає на кількість пересувань для мешканців приміської зони та приділити особисту увагу закономірностям розселення населення відносно міста.

**Мета і завдання дослідження.** Мета - удосконалення методики визначення попиту на пересування автомобільним транспортом загального користування у приміському сполученні на основі встановлених закономірностей формування пасажиропотоків. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз факторів, які впливають на величину пасажиропотоків і методів моделювання попиту у приміському сполученні;
- визначити закономірності впливу населених пунктів на величину інтенсивності транспортних потоків у приміському сполученні;
- виявити закономірності розташування зупиночних пунктів автомобільного транспорту загального користування та відстаней пересувань у приміському сполученні;
- розробити методіку моделювання попиту на пересування в приміському сполученні на основі визначених закономірностей.

**Об’єкт дослідження** – процес формування пасажиропотоків на автомобільному транспорті загального користування у приміському сполученні.

**Предмет дослідження** - закономірності формування пасажиропотоків у приміському сполученні.

**Дослідницькі прийоми та методи.** При оцінці впливу міста на інтенсивність руху (ІР) транспортних потоків (ТП) були застосовані гіпотетичний, індуктивний методи та регресійний аналіз. При визначенні теоретичних основ розподілу пересувань в приміському сполученні були використані аналіз, синтез та аналогія. Закономірності просторових характеристик транспортної мережі (ТМ) громадського транспорту (ГТ) та попиту на його послуги були встановлені з використанням методів теорії ймовірностей та математичної статистики.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

- встановлено загальний характер розподілу пересувань для мешканців міста та приміської зони, на основі просторового розташування зупиночних пунктів (ЗП) громадського транспорту що, на відміну від відомих підходів, дозволило теоретично обґрунтувати розподіл відстаней пересувань пасажирів у приміському сполученні.

*Удосконалено* інтервальну концепцію моделювання потреб населення у пересуваннях у приміському сполученні за рахунок безпосереднього використання розподілу відстані пересування в приміському сполученні при формуванні матриці пасажирських кореспонденцій (МПК).

**Практичне значення отриманих результатів.** Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці методики визначення попиту на пересування пасажирів у приміському сполученні, яка може бути використана при оцінці змін в транспортній системі міста та його оточення за допомогою транспортної моделі. Розроблена методика формування МПК може бути застосована для агломерацій з різною чисельністю населення та створює інформаційну основу вирішення завдань удосконалення організації пасажирських перевезень у приміському сполученні.

**Апробація результатів дипломної кваліфікаційної роботи магістра та публікації.** Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковані наукові публікації у фахових виданнях України, результати роботи докладалися на студентських науково-практичних конференціях кафедри ЛУБРТ СНУ ім. В.Даля (2021-2022 р.р.).

**Структура і об'єм роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 3 розділів, заключення, списку використаних джерел з 60 найменувань на 6 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 79 стор. Робота включає 16 рисунків та 5 таблиць по тексту.

# **1.АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ**

## **1.1 Сучасний стан системи перевезень пасажирів у приміському сполученні в Україні**

Робота транспортної системи країни залежить від багатьох факторів, які визначаються територіальними особливостями країни, соціально-економічними показниками, якістю організації технологічного процесу, наявністю різних видів транспорту та інше. Однією з підсистем транспортної системи країни є пасажирська транспортна система. Пасажирська транспортна система України складається з різних видів транспорту загального користування. Згідно статистичних даних [15], основними видами транспорту, які здійснюють перевезення пасажирів, є залізничний та автомобільний транспорт, при цьому обсяги перевезення на автомобільному транспорті значно більші, ніж на залізничному. Обсяг перевезення (відправлення) пасажирів для транспорту загального користування, зокрема залізничного та авто-мобільного (автобусів), складає відповідно 0,39 млн. пас. і 2,02 млн. пас. Це може бути пояснене тим, що вагома інтенсивність перевезень на автомобільному транспорті здійснюється в межах міста, а залізничний транспорт обслуговує великі обсяги за межами міста в приміському та міжміському сполученнях.

На сьогодні чисельність постійного населення України складає в містах та селищах міського типу 69 % і практично третина населення – понад 31 % – проживають у сільській місцевості [15]. Причому кількість мешканців, які проживають в різних регіонах України в сільській місцевості коливається від 19,4 % (Харківська область) до 63,3 % (Закарпатська область). Як наслідок – приміські перевезення займають друге місце за масовістю (більше 14 % загальних обсягів) після міських перевезень [16, 17]. Тому вдосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні є дуже актуальною задачею.

Нормативно-правова база у сфері надання послуг пасажирських перевезень в Україні регулюється низкою законів, документів і постанов [18 - 22, 23 - 27].

Відповідно до [18] приміський автобусний маршрут з'єднує населені пункти і його протяжність не повинна перевищувати 50 км. Але на практиці не завжди виконується дана умова.

У сучасних умовах усе частіше спостерігається тенденція, коли частина меш-канців міста надає перевагу проживанню за межею міста, у так званих передмістях, тобто на прилеглих територіях до основного міста. Приміська зона формується під впливом процесу «субурбанізації» – процес росту та розвитку приміської зони великих міст [28], у результаті чого формуються міські агломерації – взаємозалежні групи поселень (насамперед міські), об'єднані різними видами зв'язків (трудові, виробничі, рекреаційні, інфраструктурні та ін.) у динамічні системи. Завдяки цьому починається більш швидкий розвиток передмість (насамперед демографічний) у порівнянні з центральним містом [29]. Передмістя починають розвиватися за рахунок центрального міста: відбувається інтенсивне переселення міських жителів з центрального міста в приміську зону, перенесення туди промислових, соціальних та інших об'єктів функціонального призначення. У свою чергу більшою мірою населення із приміських населених пунктів намагається працевлаштуватися та отримати освіту відповідного рівня в місті, тим самим викликаючи щоденні маятникові поїздки з дому на роботу чи на навчання [30]. Тобто між містом та його оточенням здійснюється постійна взаємодія, яка реалізується через їх взаємозв'язки. Одним з важливих чинників цієї взаємодії є переміщення населення, такі переміщення носять як доцентровий, так і відцентровий характер.

Процес субурбанізації є подальшим етапом розвитку процесу урбанізації [28 - 30], а необхідною умовою для обох цих процесів є розвиток транспортної системи. Особливої уваги в цьому розвитку потребує ефективне управління пасажирською транспортною системою, яке повинно базуватись на визначенні потреб населення в транспортних пересуваннях. Зараз виділяють 23 найбільш великих агломерацій в Україні, які об'єднані не тільки територіально, а мають економічні, культурно-побутові та соціальні зв'язки. Для моноцентричних агломерацій [31] характерна маятникова міграція населення, тобто щоденні поїздки на роботу та навчання. Ці поїздки повинні здійснюватись не менш ніж

десятою частиною населення з населеного пункту проживання до центру агломерації та назад. Тільки в цьому випадку можливо говорити про існування постійних зв'язків між містом та його оточенням. При цьому межі моноцентричної агломерації можуть виділятися не тільки на території приміської зони, а в залежності від існуючих зв'язків між містом та його оточенням, розглядатись на території, яка більш ніж зона дії приміських маршрутів. Визначення потреб у пересуваннях з приміської зони може поширюватись, наприклад, на групову систему населених місць, котру виділяють спеціалісти [32, 33], як велику міську агломерацію на території Харківської області.

З цього прикладу розгляд дії приміського сполучення на території приміської зони може бути розширений до меж, визначених згідно обраних критеріїв для міських агломерацій. Не викликає сумнів, що на розмір та межі міських агломерацій впливає місто, як основний пункт тяжіння. Тому питання визначення впливу міста на кількість пересувань у межах існуючої агломерації можливо віднести до питань, які визначають особливості формування потреб у пересуваннях у зоні дії приміського сполучення, яке забезпечує постійні зв'язки для пересування мешканців населених пунктів, що оточують місто. Особливої уваги заслуговує [18, 23] поняття міжобласних та внутрішньообласних маршрутів, які відносяться згідно термінів визначених на законодавчому рівні. Виділення цих понять пов'язано з організацією пасажирських перевезень органами виконавчої влади та органами самоврядування. До внутрішньообласних маршрутів відносяться маршрути, що не виходять за межі території області, що надає можливість розглядати даний вид сполучення на території, що оточує обласні центри. У цьому випадку приміські маршрути також можуть обслуговувати обласний центр в зоні дії приміського сполучення. Тобто обласний центр буде центром тяжіння для приміських та внутрішньообласних маршрутів, які його обслуговують.

З іншого боку, при здійсненні переміщень у приміському сполученні для пасажирів постійно виникає задача вибору відповідного виду транспорту. Така задача зводиться до вибору між залізничним, автомобільним, а також власним

автомобільним транспортом, іноді автомобілями-таксі з міських стоянок або за передчасним замовленням. При цьому основними показниками при виборі виду транспорту є ва-ртість поїздки, час пересування, а також надійність і зручність розкладу [34]. Перелічені показники можуть виступати, як оціночні показники ефективності пасажирської транспортної системи (ТС).

Приміське сполучення в сучасних умовах згідно [35, 37-39, 41] має ряд особ-ливостей: у містах з чисельністю населення понад 1 000 тис. осіб від 50 % до 60 % загальних приміських перевезень виконує залізничний транспорт; у малих, серед-ніх і великих містах переважна кількість пересувань у приміському сполученні 28

здійснюється автомобільним транспортом загального користування; до основних видів пересувань у приміському сполученні належать трудові, ділові, культурно-побутові, а також рекреаційні поїздки; кількість пересувань у приміському сполу-ченні характеризуються нерівномірністю за сезонами року (у літній період вони зростають).

Порівняно з міським сполученням приміські автобусні маршрути відзначаються [36, 41–44] великою нерівномірністю пасажирських перевезень і пасажиро-потоків за різними напрямками та днями тижня, але величина пасажиропотоку зна-чно менша, при цьому величина середньої відстань поїздки більша, щільність дислокації зупиночних пунктів менша, а розмір інтервалу руху більший.

Також приміське сполучення відзначається великою нерівномірністю паса-жиропотоків за різними напрямками руху, вранці більша кількість пасажирів пря-мує в напрямку до міста, у зворотному напрямку пасажиропотік практично відсут-ній. У вечірній час більшість пасажирів повертається з міста й автобус завантажу-ється у зворотному напрямку. Стосовно рекреаційних поїздок характерною рисою вихідних днів є масовий потік пасажирів, який прямує з міста до зон відпочинку й автобуси завантажуються в одному напрямку вранці. У вечірній період пасажиро-потік прямує у зворотному напрямку й автобуси завантажуються також в одному напрямку.



Важливим поняттям при здійсненні пересувань у приміському сполученні є транспортна доступність. Визначення транспортної доступності в приміському сполученні ґрунтується на основі повноти охоплення населених пунктів приміської зони мережею автобусних маршрутів [39].

У процесі організації приміських автобусних перевезень згідно [39] варто брати до уваги розподіл міст і селищ міського типу за чисельністю населення та наближенням до міста, середню чисельність населення в містах і регіонах за група-ми, структуру розподілу населення за чисельністю. Потрібно зважати на розподіл переміщень приміського населення на трудові й культурно-побутові, а також інші види переміщень. Науковці стверджують, що наразі спостерігається нагальна потреба в конкретних методиках, що дають змогу кількісно ув'язати попит на перевезення в приміському сполученні з пропозицією транспортних послуг, оцінити вплив на нього різних груп факторів. Вказані методики необхідні для теоретичного опису та вирішення практичних завдань управління пасажирською транспортною системою (ТС) на рівні транспортних підприємств, державних органів міських і обласних адміністрацій. Вони уможливають виявлення ключових факторів, від яких залежить ефективність та якість функціонування ТС [23, 45].

## **1.2 Аналіз існуючих підходів до визначення попиту на перевезення пасажирів у приміському сполученні**

Ефективне управління пасажирською транспортною системою повинно базуватись на коректному описі потреб населення в транспортних пересуваннях. У свою чергу, підходи до моделювання попиту на послуги транспорту загального користування, який є основним постачальником транспортних послуг у регіонах України, залежить від шляхів реалізації попиту як основної характеристики пересувань [44]. Закономірності та умови формування пересувань також є результатом реалізації потреб у пересуваннях для забезпечення матеріальними ресурсами, інфраструктурою, здійснення побутових потреб та ін., що виконується в рамках заданої транспортної пропозиції, так званої транспортної доступності

[45]. Тобто якщо розглянути специфіку послуг пасажирського транспорту, здебільшого вони визначають особливості попиту на них, водночас процес надання транспортних послуг пасажирів є основою формування пасажиропотоків [38]. Пасажиропотоки, зі свого боку, є наслідком задоволення попиту населення на транспортні пересування.

Джерелом визначення величини пасажиропотоку є транспортна рухомість населення [42 – 49]. Серед факторів, які впливають на величину транспортної рухомості в приміському сполученні [49 – 54], виділяють від соціально-культурного рівня жителів, просторово-часових характеристик зон проживання та роботи до конкретних історичних умов, що впливають на формування, зростання або зниження показника рухомості населення. Водночас на формування попиту населення впливають транспортна доступність та характеристики транспортної системи [55 – 58]. Також важливим фактором, який впливає на попит населення, є рівень автомо-білізації населення, який залежить від так званого соціально-культурного або соціально-економічного розвитку населення. На соціальний та економічний рівень населення впливає розмір доходу населення або матеріальний добробут, розмір національного доходу, тарифи (вартість) проїзду [43].

Результати аналізу літературних джерел свідчать, що на величину попиту впливає безліч факторів як внутрішнього, так і зовнішнього характеру. Якщо розглянути особливості приміського сполучення, то серед основних показників, які впливають на попит, можливо виділити чотири групи, рис 1.2.

Перша група, у якій основним показником, що визначає величину попиту в пересуваннях є транспортна рухомість населення. Однією із головних ознак класифікації є мета пересування, яка в приміському сполученні, крім постійних маятни-кових переміщень має, постійні побутові і культурні переміщення в місто у разі відсутності побутових об'єктів, які розташовані у приміській зоні. Також особливе місце займають поїздки на відпочинок та садові ділянки мешканців міста, які відносяться до рекреаційних переміщень. Такий розподіл мети поїздок визначає просторово-часові характеристики зон проживання та роботи. Окремо

можливо розглянути соціально - культурний рівень населення, якщо є можливість визначити та оцінити цей показник.

Друга група залежить від характеру та змісту системи розселення мешканців приміської зони. У ній насамперед повинні враховуватися характеристики міста, які можуть впливати на кількість пересувань та просторове розташування населених пунктів відносно міста. В окрему групу можливо виділити дані та показники, які характеризують рівень розвитку транспортної інфраструктури, і визначають так звані організаційні фактори та створюють транспортну пропозицію. Враховуючи, що частина поїздок здійснюється на індивідуальному транспорті, оцінити кількість переміщень, які здійснюються на ГТ можливо, врахувавши рівень автомобілізації населення.

Оцінити всі фактори можливо лише при розгляді окремого міста або декількох міст. При побудові транспортної моделі значних об'єктів, наприклад таких як національні моделі, визначити для кожного міста його точні параметри, які не є частиною статистичних спостережень, - дуже складна задача.



Рис.1.1. Формування попиту в приміському сполученні

Існуючі підходи та методи дослідження закономірностей формування попиту на перевезення в приміському сполученні зазвичай базуються на дослідженні про-цесів розселення, просторової самоорганізації населення та щільності транспортних зв'язків. Модель потреби сільського населення в пасажирських перевезеннях у робо-тах [49, 51], враховує групи факторів, які характеризують соціально-економічні, організаційні та територіальні особливості перевезень пасажирів у сільській місцевості. Модель розраховується окремо для трудових переміщень до центру району (1.1) або до центру населеного пункту (села) (1.2), і культурно-побутових переміщень також відповідно в різних напрямках здійснення пересувань залежно від об'єктів тяжіння.

Існування таких закономірностей підтверджено в роботі [8] для різних категорій міст, на основі відстаней від «центрального» ЗП до всіх інших зупиночних пунктів, що розташовані на території міста. У роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень для звичайних умов розташування ЗП та місцевості встановлено, що розташування ЗП на території міст може бути добре описане на основі двомірного вектору координат  $(X;Y)$ . У результаті експериментальних досліджень встановлено нормальний розподіл кожної з координат окремо, що підтверджує існування закономірностей просторових характеристик інфраструктури ГТ. Підтвердженням двомірної нормальності розсіювання ЗП також послужила можливістю опису розподілу відстаней від центру міста до всіх ЗП за допомогою закону Релея. Враховуючи, що встановлені закономірності розглядались з точки зору появи нових ЗП на околиці міст, що є межею між містом і приміською зоною, існування цих закономірностей може розповсюджуватись і в приміському сполученні. Але автор не ставив перед собою задачі розгляду даних закономірностей на території, що оточує міста, тому подібна задача залишається невирішеною. Встановлені закономірності розселення населення описані гама-розподілом на основі закономірностей у відстані пересування на прикладі м. Харкова та визначенні потреби міського населення в перевезеннях з урахуванням функції розселення. У приміському сполученні, за умови визначення закономірностей у просторових

характеристиках ін-фраструктури ГТ можливо зробити припущення застосування гама-розподілу при загальному опису закономірностей у відстанях поїздок на території міста та за його межами. У цьому випадку виникає задача визначення тієї частини гама-розподілу, яка буде описувати відстані пересувань у приміському сполученні й визначення відповідності існуючим розподілам з точки зору розгляду здійснення пересування як випадкової величини, яка характеризується відстанню між ЗП.

Особливої уваги заслуговує методика визначення ІР в міжміському сполученні, які враховують характеристики населених пунктів. У роботах [49 - 56] метод прогнозування ІР засновано на встановленні закономірності формування транспортних потоків залежно від чисельності мешканців населених пунктів та їх адміністративної значимості, яка визначає мобільність населення, відстані між населеними пунктами, рівня автомобілізації, експлуатаційних показників вантажних автомобілів і автобусів та технічного стану ділянок автодоріг. Але всі перераховані показники визначаються як середні або табличні (еталонні), що суттєво знижує точність прогнозування ІР за відсутністю фактичних значень, отримати об'єктивну оцінку яких далеко не завжди можливо. Застосування підходів у прогнозуванні ІР з урахуванням перелічених факторів може стати основою для визначення закономірностей формування ІР ГТ поблизу населених пунктів, що дає можливість стверджувати, що місто суттєво впливає і на інтенсивність пересувань навколо міста, і може бути застосовано для прогнозування попиту в приміському сполученні.

У зарубіжній літературі крім існуючих загальних підходів, розглядаються закономірності розселення на основі розподілу дальності поїздок міського населення [2]. Переходячи до закономірностей розселення приміського населення, можна навести обробку даних щодо часу поїздок мешканців регіону (агломерації) «Міста-близнюки» (Twin Cities Area), штат Міннесота, США, що були знайдені в роботі [3]. Значення зазначеного часу були отримані як супутній результат у дослідженні прийняття рішень респондентами з різним рівнем доходу при виборі шляху прямування в умовах визначеності та невизначеності параметрів останнього. Результати обстежень, проведені в різний час у містах

штатів Флорида [44] та Техас [45], США, вказали на схожість побудованих на їх основі розподілів транспортних тру-дових пересувань за дальністю. У роботі [56] дослідження переміщень у регіоні Балтимор - Вашингтон (2017-2018 р) при використанні Логіт - моделі, яка описує ймовірність здійснення пересування залежно від відношення між доходами та ви-тратами на житло використовує для розрахунків корисність цього відношення до моделі. Далі на основі результатів переміщень для регіону Балтимор - Вашингтон було проаналізовано час на поїздку на роботу та додому, тобто використання тру-дових переміщення з обмеженням часу. У результаті опитування респондентів за обмеженням часу поїздки та розподілу частот відстані поїздки інтерпольовані. Спостережувана величина відстані поїздки з розподілом частот у хвилинах для трудових переміщень представляє гама-функцію. Гама-функція далі була відкаліб-рована для відповідного середнього часу поїздки. Результати відповідності гама-розподілу відстані поїздки в цій роботі співпадають з наведеним розподілом у роботі [48], який теоретично обґрунтований з точку зору появи нових об'єктів тяжін-ня на околиці міст та експериментально підтверджений, що є підґрунтям дослі-джень згідно методики [58].

Враховуючи розглянуті фактори, які впливають на попит мешканців примісь-кої зони та підходів до визначення попиту серед багатьох факторів, можливо виді-лити наступні групи:

- характер системи розселення населення та розташування місць зародження пересування, наприклад, населені пункти в приміській зоні;
- рівень розвитку транспортної інфраструктури, взаємопов'язаної з системою розселення;
- вплив міста залежно від параметрів, які його характеризують, наприклад, таких як чисельність населення, площа міста, роль у системі міжнародних, державних і регіональних, соціально-економічних, культурно-історичних та інших зв'язків.

### 1.3 Аналіз сучасних моделей та методів розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій

Складання моделі попиту засноване на визначенні джерела (місця) і мети транспортного переміщення, формування кореспонденцій між джерелами (місцями), тобто представляє собою матрицю пасажирських кореспонденцій. Але в загально-му випадку в сучасних умовах можливо виділити два основних підходи до визначення попиту, рис. 1.2.

Перший передбачає проведення обстежень, які направлені на отримання інформації про поточний рівень задоволення попиту та про закономірності і особливості формування попиту. Проведення натурних обстежень, наприклад, табличним методом надає інформацію про пасажиропотік, ступінь наповнення транспортних засобів і кількість поїздок. Анкетування і звітно-статистичні дані дають інформацію про рухомість (закономірності пересування різних груп населення в залежності від мети пересування), закономірності розселення відносно місць трудової діяльності, відвідуваність культурно-побутових установ, зміни місць роботи та житла (зміни закономірностей розселення) та бюджету часу (можливі закономірності тяжіння населення). Проведення суцільного повноцінного обстеження, наприклад, табличним методом дає відносно достовірну інформацію, але призводить до великих витрат різних ресурсів, тобто є трудомістким. Існуюча транспортна звітність не завжди дає інформацію про розподілення поїздок в залежності від мети [7].

Другий підхід ґрунтується на використанні різних моделей для моделювання та прогнозування попиту, якій визначає динаміку, тенденції та закономірності розвитку попиту. Такий підхід потребує значно менших витрат праці, однак не завжди дозволяє здобути достатньо точні результати і в деяких випадках приводить до спрощення економічних процесів. До нього можна віднести статистичний, синтетичний та ймовірнісний підходи, рис. 1.3. У підходах до розрахунку МК використовують моделі, які засновані на статистичному аналізі даних про фактичні кореспонденції та методи, які засновуються на апріорних логічних гіпотезах [8].

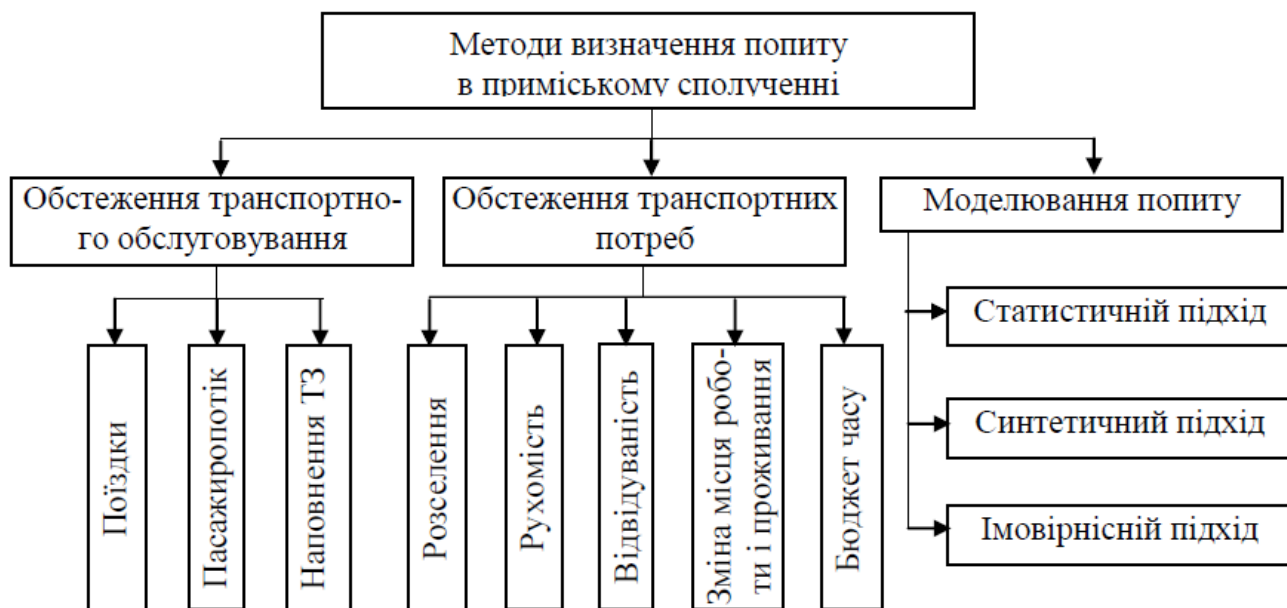


Рис. 1.2 – Основні підходи до визначенню попиту у приміському сполученні

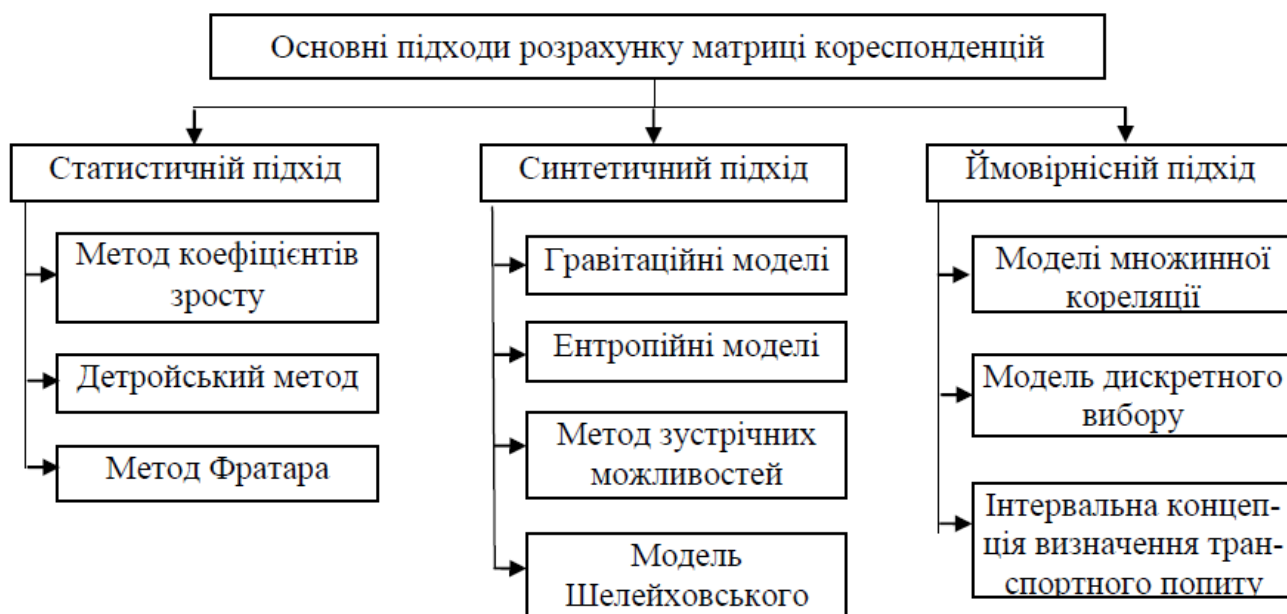


Рис.1.3. Класифікація основних підходів розрахунку МК

МК - матриця кореспонденцій

Серед статистичних методів можливо виділити: метод коефіцієнтів росту, детройський метод, метод Фратара [44]. Згідно з цими методами отримання МПК здійснюється екстраполяцією МК та базується на звітних даних про виконані поїздки за попередній період. Найбільш простим серед них є метод єдиного



коефіцієнта росту, який застосовується до всього об'єкту дослідження та, відповідно, до кожної клітинки МК.

Простота розрахунків за даними методами призводить до некоректного представлення реальних кореспонденцій, що проявляється в значних відхиленнях від фактичних, у зв'язку з чим не можливо проведення адекватного оцінювання роботи маршрутної мережі (ММ) ГТ та якості обслуговування пасажирів.

Найбільш прийнятним методом екстраполяції пересувань в рамках даної групи є метод Фратара, який передбачає не тільки облік динаміки змін обсягів пересування між парами транспортних районів, а й проведення ітераційних розрахунків по параметру, що дозволяє виконати умову збалансованості розрахункової матриці кореспонденцій за місткостями відправлень і прибуттів [2, 9], застосування якого базується на використанні окремих коефіцієнтів росту для кожного району досліджуваної області.

Перевагою методів, що відносяться до даного підходу, є їх зрозумілість та простота застосування. Основним недоліком статистичного підходу є необхідність проведення натурних спостережень, складання фактичної матриці кореспонденцій та моделювання тільки зміни темпів росту або зменшення кореспонденцій.

До наступної групи методів отримання МПК відносяться різноманітні синтетичні моделі, побудовані на апріорних гіпотезах формування попиту на пересування МПТ. До них відносяться моделі розрахунку величин пасажирських кореспонденцій на основі другого закону термодинаміки і закону гравітації. Це ентропійні моделі та гравітаційні моделі [8-18].

Ентропійна модель розрахунку кореспонденцій заснована на описі величини кореспонденції основним параметром якої є величина середніх витрат часу на пересування між парою транспортних районів [6-9]. Визначення МК згідно цієї моделі полягає в максимізації критерію ентропії системи  $S$ . Різновидом гравітаційної моделі є отриманий на її основі метод розрахунку кореспонденцій з використанням функції опору EVA, запропонованої Д. Лозе [12]. Даний метод побудований з огляду на три етапи формування

кореспонденцій «Створення – Розподіл – Поділ», що в перекладі утворюють німецьку аббревіатуру EVA: «Erzeugung – Verteilung – Aufteilung».

До недоліків використання гравітаційних моделей, по-перше, можна віднести використання лише відстані або часу прямування між ТР як складності сполучення між ними, що є сумнівною аналогією закону Ньютона з поведінкою населення при здійсненні поїздок, необхідністю калібрування моделей що, по суті, є «підгонкою» розрахункових даних і не може вважатися цілком виправданим, а також для визначення калібрувальних коефіцієнтів моделей необхідно проводити великий обсяг натурних спостережень за пересуваннями населення.

Також до синтетичних моделей розрахунку МК відноситься метод зустрічних можливостей [2], започаткований С. Стоуффером та розвинений М. Шнайдером. Відмінність методу в тому, що чим більшу відстань долає пасажир під час здійснення поїздок на своєму шляху, тим більшим є можливості задовольнити свою потребу в пересуванні по мірі віддалення від пункту відправлення. Тобто, розглядаються імовірності закінчення пересування в альтернативних пунктах призначення, розташованих на шляху прямування та здатних задовольнити потребу в пересуванні.

Огляд сучасних підходів до розрахунку МПК показав, що переважна більшість моделей не враховує імовірнісного характеру формування пересувань населення між об'єктами тяжіння та дає точкову оцінку МК. Серед існуючих методів розрахунку МПК випадковий характер розподілу пересувань враховує інтервальна концепція. Її основною перевагою є можливість використання декількох варіантів МПК для оцінки сценаріїв розвитку транспортних систем. Використання даної концепції також дає можливість визначення зон впливу міста, які використовуються в ряді підходів при визначенні закономірностей просторового розподілу переміщень як залежність їх інтенсивності від дальності переміщення для приміського сполучення.