

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Горбачов П.Ф., Ковцур К.Г., Пономарьова Н.В.

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

Конспект лекцій

Харків ХНАДУ
2020

Інноваційні технології розвитку транспортних систем:

Конспект лекцій для здобувачів рівня доктор філософії 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Викладено сучасні принципи розвитку регіональних транспортних систем, концепції міста, зручного для життя. Розглянуті інноваційні технології розвитку регіональних та міських транспортних систем, систем вантажного транспорту та дорожнього руху.

ЗМІСТ

Розділ 1. Інноваційні технології функціонування системи міжміських вантажних автоперевезень.....	5
1.1. Тенденції розвитку ринку міжміських вантажних перевезень.....	5
1.2. Методологія організації роботи вантажного автомобільного транспорту на міжміських маршрутах	12
1.3. Принципи моделювання попиту на вантажні перевезення	17
Розділ 2. Інноваційні технології доставки вантажів у різних видах сполучення дорожніми транспортними засобами ...	20
2.1. Аналіз теоретичних підходів до підвищення ефективності технології доставки вантажів у різних видах сполучення.....	20
2.2. Актуальні проблеми організації перевезень вантажів автомобільним транспортом	28
Розділ 3. Сучасні принципи розвитку регіональних транспортних систем	31
3.1. Регіональна транспортна система та її місце в соціально-економічному розвитку регіону	31
3.2. Постановка проблеми моделювання транспортних потоків регіональних транспортних систем.....	37
3.3. Сучасний стан проблеми моделювання транспортних потоків.....	39
Розділ 4. Інноваційні засоби моделювання систем регіонального транспорту	47
4.1. Існуючі програмні засоби моделювання транспортних потоків	47
4.2. Характеристика моделі пропозиції в програмному середовищі VISUM.....	65

Розділ 5. Інноваційні технології розвитку громадського транспорту як основного засобу пересувань населення у містах	71
5.1. Громадський транспорт як основний засіб пересувань населення у містах	71
5.2. Короткострокові стимули до використання громадського транспорту	75
5.3. Середньострокові стимули до використання громадського транспорту	78
5.4. Довгострокові стимули до використання громадського транспорту	80
Розділ 6. Концепція міста, зручного для життя	87
6.1. Зародження урбаністики	87
6.2. Ідеї нового урбанізму	94
6.3. Smart city.....	99
6.4. «Розумні» технології в містах України	102
Розділ 7. Інноваційні технології моделювання систем організації дорожнього руху	104
7.1. Пріоритетні напрямки транспортного планування та організації дорожнього руху	104
7.2. Безпека дорожнього руху	107
7.3. Аудит безпеки.....	108
Розділ 8. Інноваційні технології розвитку та побудови міських вуличних та регіональних дорожніх мереж	111
8.1. Система моделювання і прогнозування	111
8.2. Геоінформаційні системи зберігання і обробки інформації дорожньо-транспортного комплексу.....	114
Література.....	118

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1. Тенденції розвитку ринку міжміських вантажних перевезень

Прогнозування транспортного попиту на середньо та довгострокову перспективу повинне спиратися на існуючі тенденції розвитку відповідного сегменту ринку та проводитися з урахуванням стану економіки в цілому. Ринок міжміських вантажних автомобільних перевезень є важливим індикатором стану економіки країни. Стабільна і ефективна робота транспортного комплексу є найважливішою умовою життєзабезпечення багатогалузевої економіки та реалізації основних напрямків становлення країни. Розвиток ринків товарів і послуг, дрібного і середнього бізнесу, розширення сфери роздрібної торгівлі, зростання фермерства в агрокомплексі, наявність значної кількості промислових підприємств, що мають потребу в переміщенні своєї продукції, зумовило стабільне зростання числа вантажоперевезень протягом кількох останніх років в Україні.

В даний час динаміка економічних показників роботи вантажного автомобільного транспорту показує, що в період з 2009 до 2013 року спостерігалась тенденція постійного зростання обсягів перевезення вантажів, але економічна криза, що відбулася в 2008-2009 рр., і дотепер відчутна на українському ринку вантажних перевезень (рисунок 1.1).

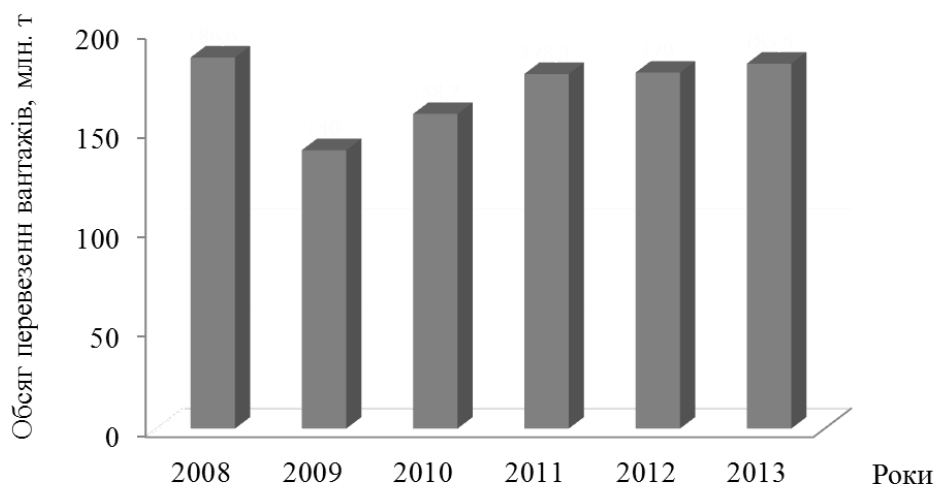


Рисунок 1.1 – Динаміка обсягів перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні за 2008-2013 рр.

Так, згідно з даними Державного комітету статистики України, обсяг перевезеного вантажу та обсяг транспортної роботи автомобільного транспорту на початок 2014 р. так і не досягли значень докризового рівня. У зв'язку з цим, питання підвищення ефективності вантажних перевезень стає все більш актуальним на сьогодні. Особливо гостро ця проблема стосується вантажоперевезень в міжміському сполученні, адже найбільший обсяг товарообміну здійснюється між областями та регіонами країни, що утворює сегмент ринку міжміських вантажоперевезень, який займає найбільшу частку в загальній структурі ринку транспортних послуг.

Статистичні дані відносної зміни валових показників роботи автомобільного транспорту при виконанні вантажних перевезень в Україні за 2008-2013 рр. наведено в таблиці 1.1.

При прогнозуванні майбутніх обсягів перевезень слід також враховувати вплив економічної ситуації, що склалась в Україні у 2014 році.

Таблиця 1.1 – Тенденції зміни показників роботи автомобільного транспорту при перевезенні вантажів в Україні за 2008-2013 рр.

Показник	Значення показників за роками										
	2008	2009	Δ %(+/-)	2010	Δ %(+/-)	2011	Δ %(+/-)	2012	Δ %(+/-)	2013	Δ %(+/-)
Вантажо- оберт, млрд. ткм	37,9	33,9	-10,6	38,7	+14,2	38,4	-0,8	39,2	+2,1	40,5	+3,2

Але в сучасних вітчизняних науково-практичних працях мало уваги приділяється поглибленому аналізу стану українського ринку міжміських вантажоперевезень, не зважаючи на необхідність такої інформації і як для суб'єктів перевізної діяльності, так і для суспільства в цілому, так як потреби громадян України в переміщенні різного роду товарів між областями та регіонами постійно змінюються. Існування потреб у транспортному обслуговуванні спричинило появу великої кількості нових транспортних компаній, що виявили бажання задовольнити ці потреби та працювати в транспортній галузі, незважаючи на те, що фінансова «планка» вступу на ринок вантажоперевезень досить висока.

На сьогоднішній день на території України працює значна кількість великих, середніх та малих автотранспортних підприємств, що надають послуги по перевезенню вантажів у міжміському сполученні.

Транспортні підприємства, що відносяться до великих, налічують менше 1% від загальної кількості підприємств - перевізників, проте кількість ТЗ на них складає досить значну частину парку автомобілів, що виконують перевезення у міжміському сполученні. Слід враховувати, що ці підприємства працюють переважно на ринку великих та сталих замовлень великих підприємств промислового сектору економіки, а це свідчить про практично повне виключення підприємств такого типу з конкурентного середовища сектору малих та середніх перевізників.

Об'єктом реалізації послуг середніх та малих автотранспортних підприємств є більш-менш регулярні та разові замовлення на перевезення вантажу в міжміському сполученні. Тому інформація про розподіл автотранспортних підприємств за кількістю ТЗ є дуже важливою інформацією для визначення розподілу ринку міжміських вантажних перевезень на регулярні (за довгостроковими договорами) та випадкові (за одноразовими договорами).

Регулярні замовлення на перевезення вантажу мають чітко регламентований порядок виконання, так як вони здійснюються за попередньо узгодженими умовами договору. Разові замовлення на перевезення вантажів надходять до перевізника випадковим чином через різноманітні джерела і являють собою одноразові потреби вантажовласників у перевезенні вантажу в міжміському сполученні.

У випадку регулярних вантажних перевезень інформація про потребу в послугах надходить до перевізника через налагоджені договірні зв'язки або особисті знайомства. Основним джерелом одержання інформації про одноразові потреби суб'єктів ринку транспортних послуг в перевезенні вантажів на сьогодні є спеціалізовані логістичні сайти. В Україні найбільш відомими є три транспортно-інформаційних сервери: lardi-trans.com, della.ua та ati.com.ua. Бази даних логістичних порталів зберігають основну інформацію про складові замовлення вантажовласників (рисунок 1.2) і дозволяють здійснювати подальший пошук потенційних клієнтів з параметрами, що відповідають вимогам, які в змозі задовольнити транспортні підприємства.

Основними елементами логістичних сайтів є:

- атлас автомобільних доріг – інформаційно-логістичний сервіс у вигляді електронного атласу доріг, що постійно оновлюється;

- каталоги перевізників, вантажовласників, експедиторів, страхових компаній – довідково-пошукова система та інформаційна база даних про існуючі компанії та організації, що надають комплекс послуг пов'язаних з перевезеннями, експедируванням і страхуванням вантажів;

- інформаційний центр – у цьому блоці користувачі можуть розмістити різного роду оголошення, наприклад про наявність вакансій або про продаж ТЗ та ін.;



Рисунок 1.2 – Інформаційна структура замовлення на перевезення вантажів

- пропозиції вантажовласників – замовлення про наявність вантажів для перевезення.

- пропозиції перевізників – замовлення про наявність вільного або попутного транспорту.

- форум – інформаційний простір, де учасники ринку вантажоперевезень можуть поділитися професійним досвідом, знайти роботу і попередити колег про недобросовісних партнерів.

Ринок вантажних перевезень в Україні представлений більш ніж 62,4 тис. перевізниками, що використовують понад 219 тис. ТЗ. Перевезення вантажів у міжміському сполученні, вимагає від підприємств, спеціалізацією яких є надання таких послуг, наявність певного складу автотранспортних засобів, необхідних для виконання транспортної роботи. Розподіл рухомого складу автотранспортних підприємств України за вантажопідйомністю представлено на рисунку 1.3.

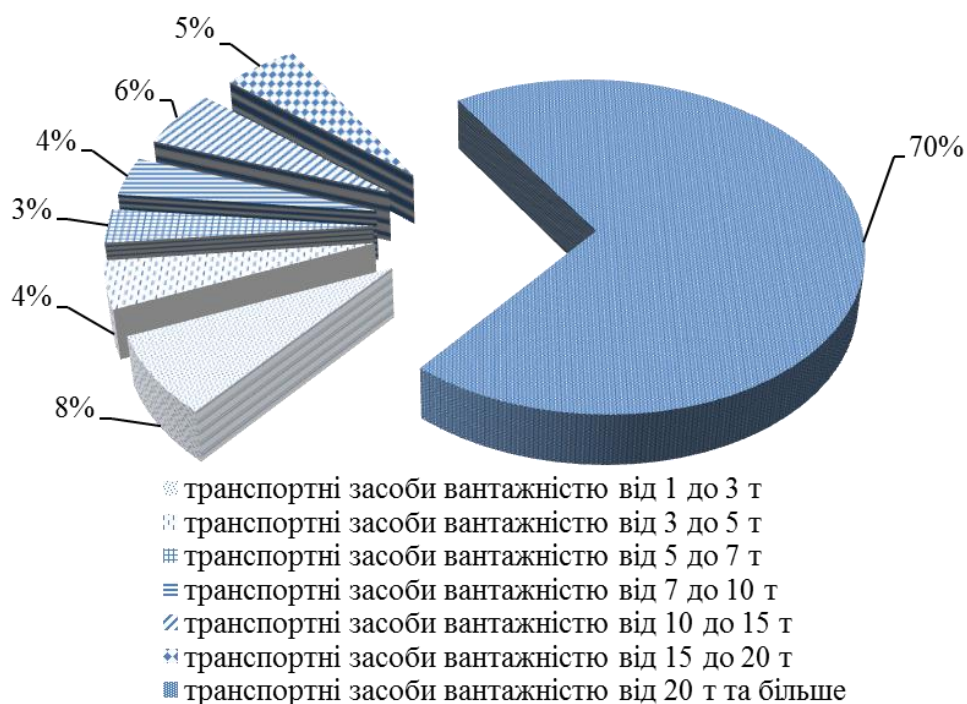


Рисунок 1.3 – Структура парку рухомого складу автотранспортних підприємств України за вантажністю

Аналізуючи рисунок 1.3, можна з упевненістю сказати, що найбільша кількість міжміських вантажних перевезень здійснюється автомобілями вантажністю 20 т і більше (70%). Слід зазначити, що при виконанні міжміських перевезень особливо поширеними є автопоїзди з тентовими напівпричепами вантажністю 20 т, які призначені для перевезення вантажів, що не вимагають суворого дотримання температурного режиму. На другому місці серед автомобілів, що використовуються для перевезення в міжміському сполученні, є автомобілі вантажністю від 1 до 3 т (8%), а третє місце займають автомобілі вантажністю від 10 до 15 т (8%).

Не менш важливим фактором, що визначає ринок міжміських вантажоперевезень є вартість перевезення. Динаміка зміни тарифів на перевезення є дуже значною кожного року та включає в себе як періоди зростання, так і періоди зменшення. Зростання зазвичай пояснюється збільшенням вартості пального, що складає найбільшу частку собівартості перевезення на автомобільному транспорті, зменшення – високим рівнем конкуренції на транспортному ринку, який є дуже насиченим ТЗ.

Найпоширенішим способом складання тарифу на міжміські перевезення вантажів являється розрахунок вартості перевезення за один кілометр, яка залежить від маси вантажу. Необхідно також відмітити, що розмір тарифу головним чином залежить від напрямку перевезення, що пояснюється перспективами його здійснення.

Динаміку збільшення середньої тарифної ставки виконання перевезення за один кілометр зображено на графіку (рисунок 1.4), де наведена статистика цін на перевезення по території України автомобільним транспортом за останній рік.

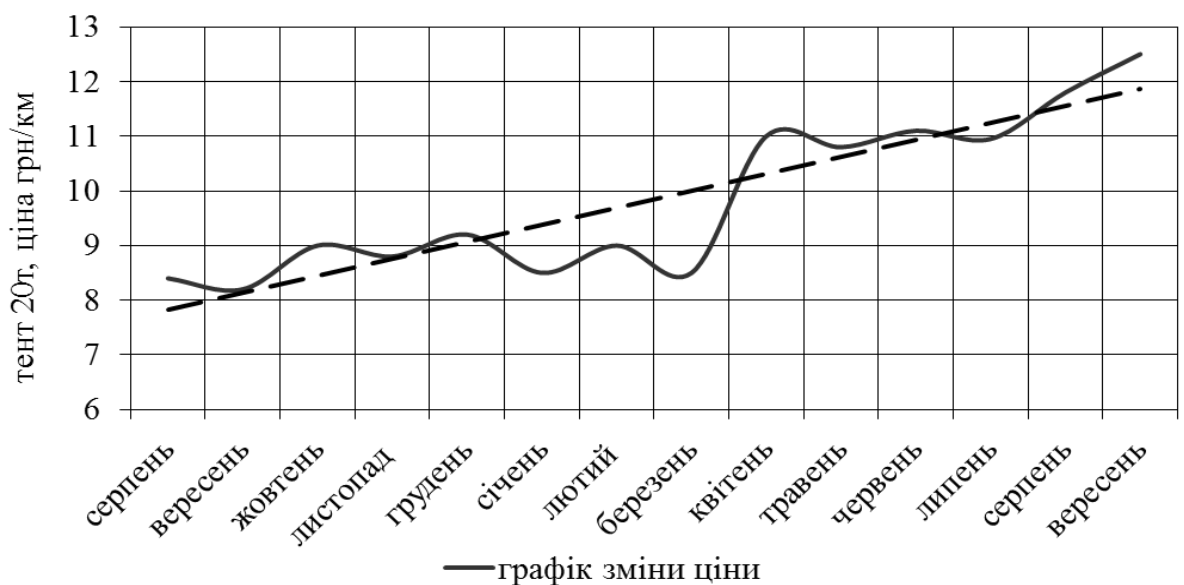


Рисунок 1.4 – Динаміка зміни цін на перевезення вантажів по території України, автомобілями з тентовим покриттям вантажністю 20 т

Враховуючи сучасні тенденції розвитку ринку транспортних послуг, слід зазначити, що вантажоперевезення в Україні - це налагоджений механізм взаємодії всіх учасників транспортного процесу. Існування та доступність транспортно-інформаційних серверів значно спростило процес пошуку сфер реалізації послуг транспортних підприємств, але не вирішило проблему раціональної організації міжміських перевезень. Тем не менш ці мережеві ресурси є дуже важливим джерелом інформації про ТП вантажних автомобілів, тим більше що вони спроможні надавати інформацію не лише про обсяги перевезень, а ще й про їхні напрями.

Відсутність детальної інформації про напрями регулярних перевезень вантажів вимагає розробки методики моделювання попиту на них на основі додаткової інформації, отриманої з різноманітних джерел.

Різноманітність парку рухомого складу, що виконує вантажні перевезення в Україні потребує розділення всього ТП вантажних автомобілів на окремі класи. Основою для такої структуризації повинна стати можливість отримання об'єктивної інформації про попит на перевезення кожної окремої групи автомобілів.

1.2. Методологія організації роботи вантажного автомобільного транспорту на міжміських маршрутах

У теперішній час промислову та господарську діяльність міст неможливо уявити без товарообміну між різними регіонами країни. Саме тому питання раціональної організації міжміських маршрутів набуває все більшої актуальності на сьогодні.

Згідно з діючими правилами до міжміських перевезень вантажів відносяться перевезення вантажу за межі населеного пункту на відстань, яка перевищує 50 км. Однак, на практиці до міжміських перевезень відносять перевезення вантажів, які здійснюються в міжобласному та міжрегіональному сполученні.

Організація руху автомобілів на маршруті є вихідним моментом і важливою частиною міжміського перевезення. Роботи таких вчених, як Е.М. Бронштейна, І.М. Головних, О.С. Прокоф'євої, Н.М. Васильєва, О.І. Молчановського, А.Н. Шептури, Б.Л. Геронимуса, С.А. Аземши, Я. Ленстри, Т. Ральфса, Б. Голдена, М. Гендау, Г. Лапорта, Репке С.Г., Данцига, Дж. Рамсера та ін. присвячені вивченню питання маршрутизації транспортних засобів. На їх думку, формування раціональних маршрутів дозволяє точно визначати обсяги перевезень вантажів в територіальному і часовому розрізі, розраховувати кількість транспортних засобів, необхідних для забезпечення вантажопотоків, досягти скорочення простоїв рухомого складу під навантаженням, розвантаженням та в очікуванні замовлення на перевезення в зворотному напрямку.

Маршрут – це шлях проходження автомобіля при виконанні перевезень. Існуючі підходи до складання маршрутів руху

транспортних засобів виділяють такі різновиди маршрутів для перевезення вантажів: маятникові, кільцеві, збірно-розбірні, радіальні комбіновані, дільничні.

Окрім класифікації маршрутів перевезення вантажів за асоціативними зв'язками з певними об'єктами, міжміські перевезення вантажів також поділяються за регулярністю виконання та організаційною ознакою.

Так, за регулярністю виконання міжміські перевезення поділяють на регулярні та нерегулярні. Регулярні міжміські перевезення здійснюються за графіками руху автомобільних транспортних засобів, узгодженим між вантажовідправниками, вантажоодержувачами, транспортно-експедиційними підприємствами (якщо будь-яка зі сторін скористалась послугами транспортно-експедиційного підприємства); нерегулярні – за разовими замовленнями осіб, що мають потребу в перевезенні.

За організаційними ознаками розрізняють централізовані і децентралізовані перевезення. При централізованих міжміських перевезеннях автотранспортні підприємства виступають організаторами процесу доставки вантажу отримувачем і керують цим процесом. При децентралізованих перевезеннях вантажовласник самостійно забезпечує доставку вантажу.

Маршрути руху при міжміських автомобільних перевезеннях вантажів також іноді називають автомобільними лініями. Умови роботи на автомобільних лініях мають ряд особливостей, основна з яких полягає в тому, що оберт транспортних засобів може складати декілька діб. Це ускладнює роботу водіїв, відриваючи їх на значний термін від місця роботи і проживання, ускладнює проведення технічного обслуговування рухомого складу і організацію диспетчерського управління. Рух на автомобільних лініях може бути організовано за наскрізним або дільничним методами (метод тягових плечей).

При наскрізному методі руху кожен автомобіль проходить весь шлях від початкового пункту відправлення до кінцевого пункту призначення без перевантажень. Виходячи з цього, автомобіль та водій перебувають у рейсі тривалий час. Робота водіїв, що здійснюють обслуговування автомобілів при наскрізному методі організації міжміського перевезення, може бути організовано по системі одиночної або турної (спареної) їзди.

При одиночній їзді водій керує автомобілем протягом всього маршруту до повернення в початковий пункт, зупиняючись тільки для прийому їжі, короткочасного або тривалого відпочинку, технічного обслуговування, ремонту, заправлення паливно-мастильними та іншими експлуатаційними матеріалами. Одиночна їзда погіршує умови праці водіїв, зумовлює значні втрати часу в дорозі, і, як наслідок, збільшує терміни доставки вантажу, що, в свою чергу, підвищує собівартість перевезень.

Турна їзда передбачає, що автомобіль протягом всього оберту обслуговує два водія, які по черзі відпочивають під час рейсу в кабіні автомобіля на спеціально обладнаному спальному місці. При турній їзді автомобіль проходить маршрут зі значно більшою швидкістю, ніж при одиночній, що пояснює значне зменшення часу оберту автомобіля, але така система організації роботи водіїв має свої недоліки, що в першу чергу виражається в одночасній роботі двох водіїв для виконання одного обсягу перевезень вантажів, що призводить до збільшення витрат на виконання перевезення пов'язаних з необхідністю виплати коштів на відрядження.

При дільничному методі організації міжміського руху автомобілів маршрут розділяють на окремі ділянки, на кожній з яких працює рухомий склад автотранспортних підприємств, що здійснює перевезення вантажів на цьому маршруті. Вантаж у пунктах стику двох суміжних ділянок передається наступному виконавцю перевезення, а транспортні засоби повертаються в початковий пункт своєї ділянки.

Довжину ділянки маршруту визначають таким чином, щоб час оберту автомобіля на ділянці не перевищував 1–1,5 зміни роботи водія з метою забезпечення його щоденного повернення до місця постійної роботи. Довжина ділянки $L_{дiл}$ може визначатися за формулою :

$$L_{дiл} = \frac{T_n \cdot V_e}{2}, \quad (1.1)$$

де $L_{дiл}$ – довжина ділянки, км;

T_n – час в наряді, год.;

V_e – експлуатаційна швидкість автомобіля, км/год.

Передача вантажу з ділянки на ділянку може здійснюватися декількома способами, перший з яких передбачає перевантаження вантажу з автомобіля на склад, зі складу на інший автомобіль після короткочасного зберігання. Такий спосіб є найменш ефективним, так як потребує значних матеріальних і трудових витрат на перевантаження та збільшує час доставки вантажу від відправників до одержувачів.

При використанні іншого способу передачі вантажу з ділянки на ділянку перевантаження вантажу з одного автомобіля на інший здійснюється у пунктах стику ділянок маршруту. Такий спосіб більш ефективний у порівнянні з попереднім, але не дозволяє уникнути матеріальних та часових витрат пов'язаних з виконанням перевантажувальних операцій.

Одним з розповсюджених способів вантажообміну між суміжними ділянками міжміського маршруту є заміна причепів з вантажем у пунктах стику ділянок маршруту. Передача вантажу, розміщеного у причепі, відбувається значно швидше, ніж при його перевантаженні з одного автомобіля на інший, однак перевантаження вантажу, що знаходиться в самому автомобілі, відбувається за попередньо розглянутими способами. Найбільш ефективним способом передачі вантажу з ділянки на ділянку на міжміському маршруті на сьогодні є заміна напівпричепів з вантажем, що відбувається у пунктах стику ділянок маршруту.

Вибір типу рухомого складу при виконанні міжміського перевезення визначається умовами його виконання, а кількість транспортних засобів, необхідних для роботи на маршруті, залежить від об'єму перевезення, системи організації руху або часу оборту. При наскрізному методі організації міжміського перевезення вантажів необхідну кількість автомобілів (автопоїздів) визначають для кожного маршруту. Кількість одиниць рухомого складу, які щоденно виходять на лінію по кожному маршруту $A_{наск}$ дорівнює

$$A_{наск} = \frac{Q_{доб}}{q_n \cdot \gamma_c}, \quad (1.2)$$

де $Q_{доб}$ – добовий обсяг вантажу, що відправляється, т;

q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

γ_c – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автомобіля.

Якщо тривалість оберту автомобіля, $Ч_{об}$, більше однієї доби, то їх кількість буде дорівнювати наступному виразу:

$$A_{наск}^* = A_{наск} \cdot Ч_{об} = \frac{Q_{доб} \cdot Ч_{об}}{q_n \cdot \gamma_c} . \quad (1.3)$$

При дільничному русі кількість транспортних засобів $A_{діл}$ визначають на кожній ділянці залежно від кількості обертів автомобілів за робочий день, тобто

$$A_{діл} = \frac{Q_{доб діл}}{q_n \cdot \gamma_c \cdot n_o} , \quad (1.4)$$

де $Q_{доб діл}$ – добовий обсяг вантажу, що відправляється в прямому напрямку, т;

n_o – кількість обертів автомобілів протягом робочого дня, од.

Якщо при дільничному методі організації міжміського вантажоперевезення зміна напівпричепів здійснюється в пунктах стику суміжних ділянок, то кількість транзитних напівпричепів $П_{наск}$ визначають таким же чином, як і кількість автомобілів при наскрізній схемі руху

$$П_{наск} = \frac{Q_{доб} \cdot Ч_{об}}{q_n \cdot \gamma_c \cdot n_o} . \quad (1.5)$$

Тоді кількість напівпричепів для руху на кожній з ділянок визначається аналогічно розрахунку кількості автомобілів на кожній ділянці

$$П_{діл} = \frac{Q_{доб}}{q_n \cdot \gamma_c \cdot n_o} . \quad (1.6)$$

Таким чином, організація перевезення вантажів в міжміському сполученні досить складний процес, який вимагає значних витрат часу і має ряд особливостей, основна з яких полягає в тому, що оберт автомобіля на міжміському маршруті може тривати від кількох годин до декількох діб.

1.3. Принципи моделювання попиту на вантажні перевезення

Основними просторовими характеристиками ТР зазвичай є їхні координати (місцезнаходження) та розміри (площа), а одними з основних вимог до їх формування є однорідність територій, яку вони описують, та реальність меж між суміжними районами. Але місця тяжіння вантажів та пасажирів є вкрай неоднорідними, а межі територій, навіть якщо вони співпадають з адміністративними межами або з природними перешкодами, не можуть бути суттєвими. Тому описувати за допомогою ТР деякі конкретні території не варто. Моделювання при цьому доцільно виконувати на основі припущення про незначний вплив населених пунктів, що не ввійшли до моделі, на результати моделювання. В такому випадку площа ТР не здійснює ніякого впливу на результати моделювання. Це припущення стосується обох моделей попиту - як на вантажні, так і на пасажирські перевезення.

Розробка моделі попиту на вантажні перевезення автомобільним транспортом, яка описує стан попиту на пересування вантажних ТЗ на мережі АД загального користування державного значення протягом звичайного робочого дня тижня є актуальним. При цьому необхідно враховувати, що інформаційною базою моделювання мають бути річні дані про економічні та демографічні показники населених пунктів, що є доцільним як з точки зору доступу до інформації, так і для забезпечення сталості результатів моделювання. Перехід до добових значень ТП слід виконувати за допомогою фактичних коефіцієнтів нерівномірності руху.

Визначення межі між легкими та важкими вантажними автомобілями в діапазоні навантаження від 40 до 50 Кн на вісь.

Ціле значення вантажності в цьому діапазоні припадає на 5 т, що відповідає навантаженню приблизно 23 Кн на вісь, та приймається як граничне значення між легкими та важкими вантажними ТЗ (рис. 2.1).

З метою забезпечення довгострокової сталості транспортної моделі національних та магістральних АД загального користування України, економічні та демографічні показники якого сформовані в умовах сталого розвитку країни. Оцінка ТП у минулому за допомогою такої моделі цілком можлива при наявності інформації щодо стану АД. Що стосується майбутнього, то прогноз ТП можливий після досягнення крайнього стану сталого розвитку та уточнення моделей попиту за новими даними.

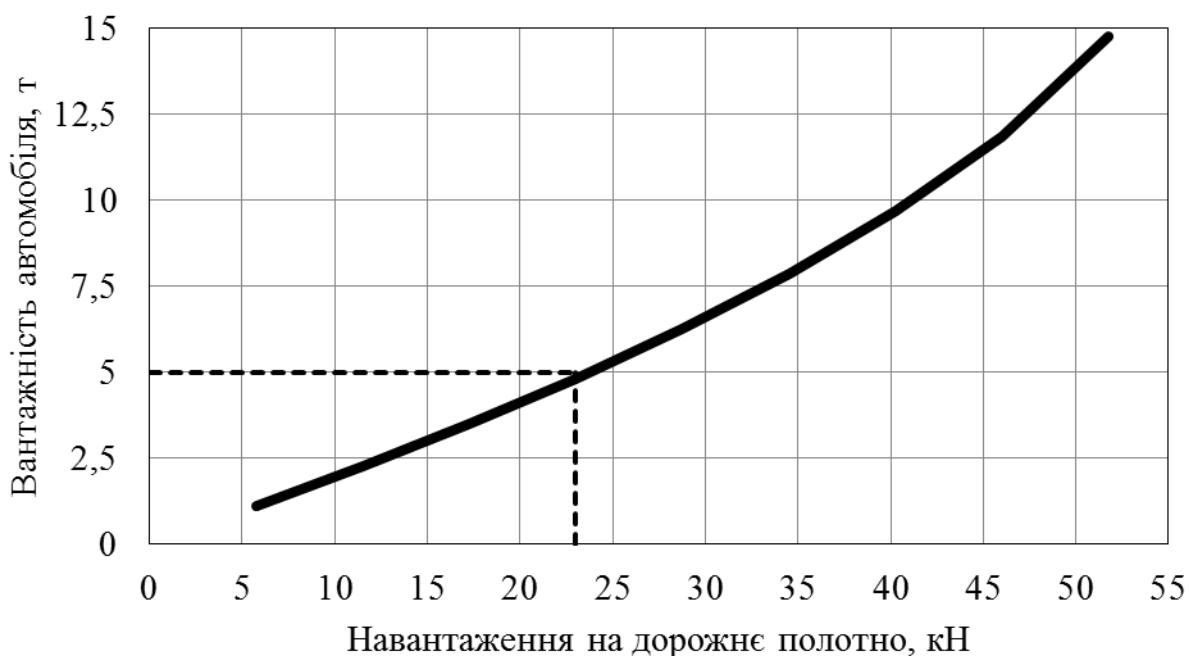


Рисунок 1.5 - Граничне значення вантажності для поділу ТП на легкі та важкі вантажні автомобілі

Виходячи зі специфіки статистичної інформації, що використовується для формування моделі попиту на вантажні перевезення, дослідження доцільно проводити за наступними етапами:

1. Формування загальноукраїнської матриці вантажних кореспонденцій, яка базується на даних про річні обсяги виробництва та споживання за областями України (розробка загальної моделі попиту на перевезення вантажів у міжміському

сполученні залізничним і автомобільним транспортом для двох рівнів деталізації, а саме регіонального та місцевого).

2. Формування матриці вантажних кореспонденцій на автомобільному транспорті (розробка моделей попиту на перевезення вантажів у міжміському сполученні тільки автомобільним транспортом шляхом виключення з загальноукраїнської матриці вантажних кореспонденцій обсягів перевезень вантажів залізничним транспортом).

3. Формування матриці кореспонденцій вантажних автомобілів (розробка моделей попиту на перевезення вантажів у міжміському сполученні легкими та важкими ТЗ з урахуванням нерівномірності вантажопотоків за днями тижня, середньої вантажності ТЗ кожної групи та розподілу обсягів перевезень вантажів автомобілями кожної групи).

Інноваційні технології доставки вантажів у різних видах сполучення дорожніми транспортними засобами

2.1. Аналіз теоретичних підходів до підвищення ефективності технології доставки вантажів у різних видах сполучення

Виділяють наступні види перевезень вантажів: міські, приміські, внутрішньорайонні, міжрайонні, міжміські, міжнародні; внутрішньогосподарські, місцеві. Із наданих видів перевезень внутрішньорайонні є різновидом місцевих.

Визначення терміну «міжміські перевезення» характеризується суперечливістю суджень різних авторів. Так під цим терміном слід розуміти перевезення вантажів за межі міста або іншого населеного пункту на відстань більше 50 км. На підставі аналізу різних підходів до класифікації перевезень за видом сполучення під перевезеннями вантажів у міжміському сполученні в дисертаційній роботі пропонується розуміти перевезення вантажів між містами, а також перевезення між містами і населеними пунктами, і між населеними пунктами в межах країни, причому перевезення повинно здійснюватись за межі міста або іншого населеного пункту на відстань більше 50 км.

На міжміських перевезеннях вантажів відстані перевезень визначаються відповідно до затверджених дорожніми органами довідників (атласи автомобільних доріг). При цьому на проїзд автомобілів (автопоїздів) до кожного пункту приймання вантажу або його видачі в пункті призначення додатково додається:

- 30 км — для міста Києва;
- 20 км — для міст: Дніпропетровська, Донецька, Запоріжжя, Кривого Рогу, Львова, Луганська, Одеси, Харкова;
- 10 км — для інших обласних центрів;
- 5 км — для решти міст і населених пунктів.

Для забезпечення безпеки руху при виконанні міжміських перевезень вантажів до подорожнього листа форми N 2 за погодженням сторін може додаватися маршрутний лист, в якому

зазначаються маршрут, пункт відпочинку, графік руху тощо.

Сучасними науковцями у вітчизняній та закордонній науковій літературі найбільш детально аналізуються і розглядаються проблеми організації процесу вантажоперевезень з позицій сучасної теорії логістики. Однак, проблеми підвищення ефективності міжміських перевезень. Більшість досліджень спрямована на виявлення й аналіз процесів, реалізованих у ході транспортування продукції, а також розгляд аспектів підвищення ефективності міжміських вантажних перевезень, пов'язаних з вибором раціональних способів доставки, при цьому питанню формування транспортних технологій вантажоруху в міжміському сполученні приділяється надмала увага.

На сучасному етапі розвитку міжміських перевезень перед підприємствами різних видів транспорту стоїть задача ув'язати суперечливі бізнес – інтереси відправників вантажу, одержувачів і перевізників. Разом з тим, в умовах ринкових відносин та з обов'язковим урахуванням існуючого законодавства та нормативних актів, які регулюють автомобільні перевезення, при плануванні та організації транспортного процесу виникає необхідність враховувати велику кількість факторів при обмеженнях, що накладаються, а саме: технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових, причому ряд факторів можуть носити суто випадковий характер. Тому розробка ефективних технологій міжміських перевезень вантажів автомобільним транспортом є складним процесом і вимагає постійних пошуків рішення.

Технології міжміських перевезень безпосередньо пов'язані з режимами роботи транспорту та водіїв. На рис. 2.1 наведена загальна характеристика форм організації роботи транспорту.

Якщо спочатку ефективність народного господарства у сфері міжміських перевезень досягалася за рахунок розширення парку рухомого складу, охоплення додаткової клієнтури, освоєння нових обсягів вантажів тощо, то вже в 70-х рр. ХХ ст. наукові діячі стверджували, що розвиток вантажних перевезень тільки за рахунок екстенсивних факторів вже не забезпечує необхідних темпів розвитку галузі за умови докорінного поліпшення організації перевізного процесу.

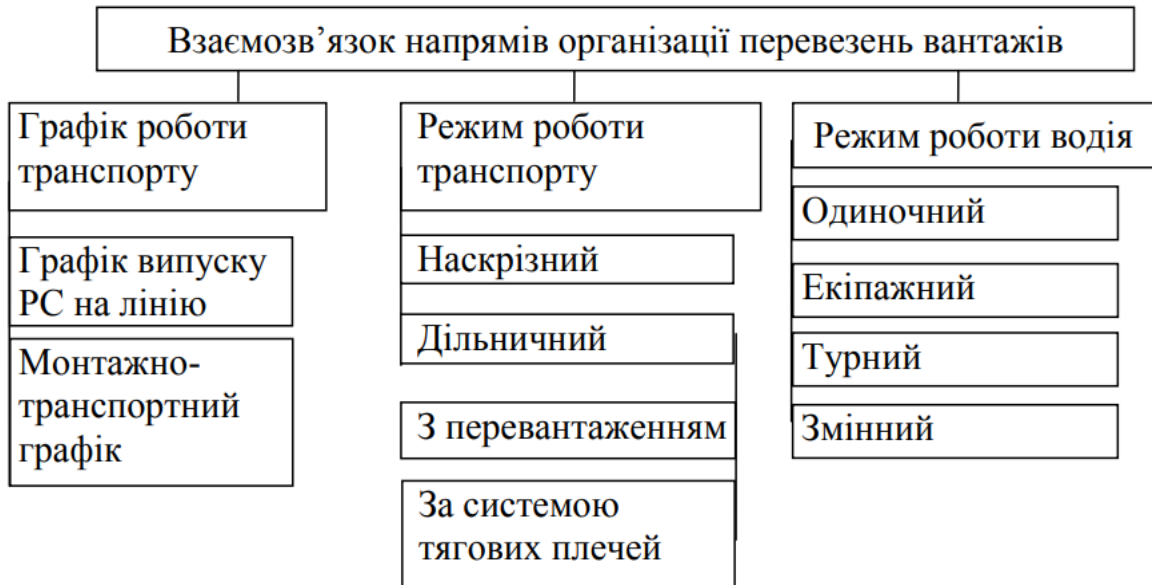


Рисунок 2.1 - Загальна характеристика форм організації роботи транспорту

Збільшення обсягу міжміських перевезень вантажів стало об'єктивною вимогою подальшого розвитку і ускладнення внутрішньо-і міжгалузевих економічних зв'язків. Більшої актуальності в цих умовах набули питання підвищення ефективності використання автотранспортних засобів на міжміських перевезеннях вантажів з урахуванням регіональних особливостей функціонування автомобільного транспорту. Тому ціла низка науковців на всьому у той час радянському просторі впритул зайнялась науковими пошуками у даному напрямку. Однак дані розробки засновані на централізованій організації перевезень вантажів і при плановій системі господарювання, що відповідало вимогам того часу.

На сучасному етапі розвитку країни перед науковцями змінилося коло питань, що підлягають вирішенню, хоча деякі науковці продовжують притримуватися напряму централізації управління перевезень вантажів. Наприклад, пропонується для підвищення економічної ефективності вантажних перевезень забезпечити інформаційну взаємодію різних видів транспорту. Але пропонована схема взаємодії серверів автомобільного транспорту вантажних перевезень (САТ ВП), яка включає сервери міських, приміських, міжміських, міжнародних та транзитних перевезень (рис. 2.2), в даних умовах розвитку сфери транспорту, враховуючи

також досвід створених в Україні асоціацій, є майже неможливою для здійснення, бо передбачає створення певної асоціації, що буде об'єднувати всі види перевезень.

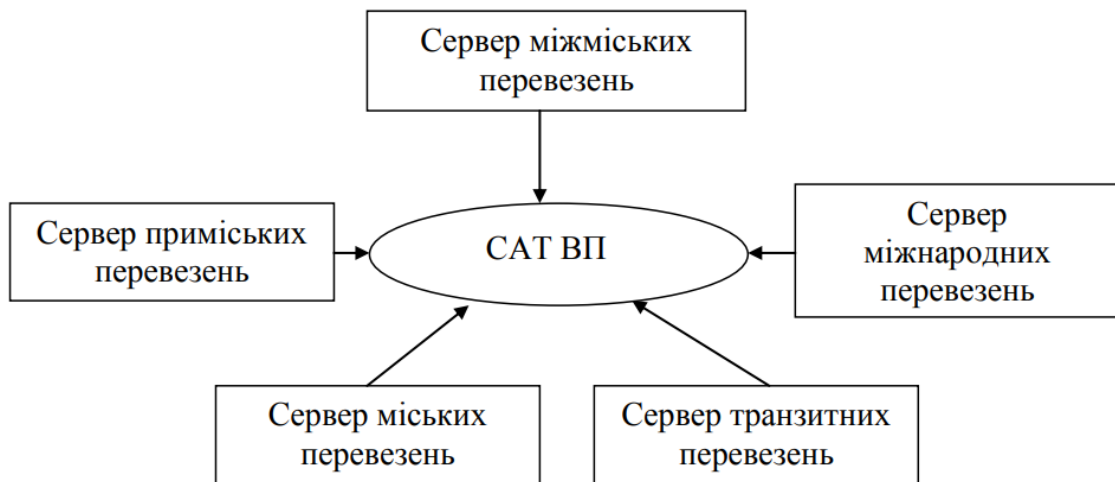


Рисунок 2.2 – Блок-схема взаємодії серверів вантажного автомобільного транспорту

Одним з напрямків підвищення ефективності доставки вантажів у сучасній науці є вирішення поставлених завдань, які залежать від організації праці водіїв на міжміських перевезеннях вантажів. Ще у 70-х роках ХХ ст. науковцями були визначені основні методи для організації руху і роботи водіїв при виконанні міжміських автомобільних перевезень. У 1978 р. низкою вчених, серед яких були Артем'єв С. П., Воркут А. І., Голованенко С. Л., Решетніков Б. В. та інші, було позначено систему тягових плечей прогресивним методом організації міжміських перевезень. Даний напрямок, але вже з урахуванням сучасних умов перевезень, продовжує досліджуватися і сучасними науковцями.

Особливості організації перевезень вантажів пояснюють використання достатньо складних транспортних технологій при організації перевезень, до яких перш за все відноситься термінальна система. Тому науковий напрямок щодо впровадження термінальної системи доставки вантажів у міжміському сполученні та залучення до організації доставки ТЕП викликає великий інтерес у сучасних науковців.

Ряд вчених, таких як Беляєв В. М., Воркут А. І., Мольнар Й., Правдін Н. В., Сміхов А. А. та інші, займалися дослідженням топологічних структур організації перевезень на транспорті.

Науковцями зазначено, що суттєве підвищення ефективності роботи виробничо-транспортної системи можливе тільки шляхом розробки теоретичних засад формалізації процесів доставки вантажів. Так як складність вирішення задачі вибору структури термінальної системи доставки вантажів залежить від кількості розглянутих елементів та зростає за ступеневим законом, кількість можливих варіантів схем організації перевезень надзвичайно велика. Тому практично неможливо звичайними методами переглянути всі можливі варіанти організації перевезень і за результатами їхньої оцінки шляхом направленої перебору вибрати з отриманої множини один оптимальний варіант. В останні роки розроблено математичні методи планування, за допомогою яких можливо пошук раціонального варіанту планування роботи автотранспорту виконувати не шляхом знаходження і в подальшому порівняння всіх можливих варіантів, а шляхом певних математичних дій, які рядом послідовних наближень приводять до рішення задачі. За такою схемою розробляють моделі маршруту перевезень та термінальної системи з подальшою оптимізацією їх параметрів.

Світовий досвід свідчить про те, що одним із ефективних шляхів розвитку транспортних систем, що забезпечують доставку вантажів у відповідності з основними вимогами споживачів до послуг транспорту, є широке застосування технологій змішаних перевезень і логістичних принципів в області організації перевізного процесу. А так як було доведено, що при перевезенні вантажів застосовуються складні технології доставки вантажів, то безперечним є розглядання та розробка даних технологій з точки зору логістичних підходів.

Сьогодні теорія логістики перебуває в стані активного розвитку, значний внесок в який зробили українські вчені: Бакаєв О. О., Вінников В. В., Крикавський Є. В., Нагорний Є. В., Наумов В. С., Нечаєв Г. І., Окландер М. А. та ін., а також зарубіжні вчені: Анікін Б. А., Бауерсокс Д. Дж, Гаджинський А. М., Клепиков В. П., Клосс Д., Лукінський В. С., Міротін Л. Б., Сергєєв В. І. та ін.

Застосування логістичного підходу при організації доставки вантажу ланцюгами постачань різних рівнів досить детально розглянуто в роботах вчених.

В роботах вирішується науково-прикладна задача підвищення ефективності доставки торгівельних вантажів автомобільним транспортом в міжрегіональному сполученні за рахунок оптимізації ланковості постачань. Запропоновано методи вирішення практичних задач раціоналізації структури ланцюга постачань розділити на три групи: створення математичних моделей на підставі врахування витрат на доставку продукції; метод евристичного аналізу і метод на підставі порівняння сумарного пробігу. До першої групи віднесені методики Анікіна Б. А., Гудкова В. А., Курганова В. М., Левікова Г. А., Міротіна Л. Б., до другої групи – роботи Бауерсокса Д. Дж, Клосса Д., до третьої групи – робота Палагіна Ю. І. Структура ланцюга постачань в регіоні визначається багатьма факторами – характером та обсягом попиту, розміром регіону, наявністю або відсутністю під'їзних шляхів, доцільність створення нових складів або оренди існуючих, витрати на експлуатацію кожного розподільчого центру, транспортні тарифи тощо. Ефективність доставки продукції в ланцюгу постачань в даній роботі визначають за критерієм загальних наведених витрат на доставку однієї тони продукції в залежності від фізичної моделі ланцюга постачань, однак в роботі не досить ретельно розглянуто питання врахування комплексу технічних та технологічних обмежень.

Сучасною формою організації транспортних процесів при доставці дрібнопартійних вантажів є транспортно-технологічні схеми, які особливим чином об'єднують локальні фізичні об'єкти, що входять в систему. Фізичні об'єкти представлені комплексом технічних пристроїв одного або декількох видів транспорту з відповідним набором необхідних операцій, зокрема в початково-кінцевих і транзитних пунктах, з урахуванням переробки і зберігання вантажів. Технологічний процес - одне з найбільш складних питань при організації доставки вантажів, так як технологічний процес сучасного транспортного виробництва повинен являти собою єдину, строго послідовну систему взаємозалежних і взаємно впливаючих операцій, що регламентують усі без винятку дії з вантажами при доставці від відправника до споживача. Найважливішим елементом розробки технології доставки, в першу чергу, є вибір транспортно-технологічної схеми. Розвиток технологій у ринкових умовах викликає різнобічні

технічні, управлінські, економічні та соціальні наслідки, тому потребує негайне вирішення відповідних науково-практичних задач. Тож, необхідно більш детально зупинитися на даному напрямі досліджень.

Від технології і відповідно її організації залежать економічна і соціальна ефективність виробництва. Процес доставки вантажів автомобільним транспортом може бути ефективно виконаний, якщо він буде спроектований з урахуванням специфіки роботи відправників і споживачів вантажу на базі кращих досягнень зарубіжного й вітчизняного досвіду, науки і техніки, а його функціонування мінімально відхилятиметься від проектних параметрів. Тому актуальним є питання пошуку не методики вибору кращої серед відомих технологій, а створення методики формування оптимальних транспортно-технологічних схем для заданих умов експлуатації.

У джерелах науково-технічної інформації вибору раціональної технології перевезення вантажів та її організації надано достатньо уваги. Розробками в галузі раціоналізації технологій руху вантажів у міжміському сполученні у логістичній автотранспортній системі займаються науковці як зарубіжем, так і в Україні. Задача про необхідність вибору раціональних транспортно-технологічних схем руху вантажу поставала перед багатьма дослідниками. За даним напрямком працювали і працюють такі вчені, як Беляєв В. М., Воркут А. І., Горяєв Н. К., Зайончик Л. Г., Левицький І. Ю., Мишев М. Г., Чеботаєв А. А., Ширяєва С. В., та ін. Також важливе значення мають результати досліджень Бауерсокса Д. Дж., Гордона М. П., Міротіна Л. Б., Неруша Ю. М., Сміхова А. О., Уотерса Д. тощо. Але як правило, інформація надається про суть транспортної технології або про особливості її організації. У кращому випадку це стосується вибору раціональної схеми для заданих умов експлуатації транспортних засобів і засобів механізації виконання вантажних робіт на складах і вантажних пунктах, при цьому вибір транспортної технології для заданих умов експлуатації пропонується здійснювати за допомогою методик, що ґрунтуються на визначенні окремих параметрів або їх груп.

Достатньо уваги проектуванню, оптимізації і функціонуванню транспортно-технологічних систем надав Воркут А. І. В його роботах розкрита сутність підходу до визначення транспортно-

технологічних схем перевезень через оптимізацію окремих організаційних заходів функціонування окремих операцій. Наприклад, комплексне рішення задачі вибору транспортних засобів і управління запасами, вибір методу організації роботи транспортно-технічних комплексів та інше. При цьому пропонується оцінювати транспортотехнологічні схеми або за собівартістю, або за зведеними витратами, а випадкова складова транспортного процесу не враховується.

В умовах твердої ринкової конкуренції спостерігається тенденція диференціації послуг перевізників, тобто споживачам пропонується широкий ряд рівнів якості будь-якої послуги й у будь-який момент. Розширення номенклатури послуг спричиняє виникнення складної проблеми вибору послуг (виробника послуг). Ця проблема з особливою гостротою встає на ринку міжміської доставки товарів, де послуги, наприклад, перевізника або складського терміналу, окремо не представляють цінності для фірм. І тільки експедитори, об'єднавши ці послуги, виставляють на продаж систему послуг, що у стані задовольнити потреби покупця. Таким чином, експедитори по суті справи займаються перепродажем послуг перевізників, складських терміналів і т.і.

Аналіз розглянутих публікацій щодо підвищення ефективності вантажних перевезень у міжміському сполученні виявив труднощі практичного застосування запропонованих методик, пов'язані з тим, що класичні методи та підходи не адаптовані для безпосереднього використання суб'єктами транспортного ринку, їх практичне використання викликає значні ускладнення. Також вивчення літературних джерел доводить необхідність посилення впровадження та застосування сучасних інформаційних технологій для удосконалення транспортного обслуговування в ринкових умовах. Виходячи зі стану ринку перевезень в Україні, це особливо актуально для дрібних та середніх постачальників транспортних послуг. Дослідження показують, що навіть в середніх та великих за розмірами АТП використання комп'ютерів зазвичай обмежується обробкою інформації з бухгалтерського обліку, і лише в незначній мірі інформатизація поширюється на планування автоперевезень. Розробка програмного забезпечення, математичних моделей і алгоритмів оптимального функціонування об'єктів управління повинні стати перспективним напрямом для автоперевізників

України, які працюють не лише в області міжміських перевезень. Аналіз існуючих інструментальних засобів та систем прийняття рішень і управління загального призначення показав, що в теперішній час найбільш ефективними вважаються G2 (Gensum, США), RT Works (Talarian, США), COMDALE/C (Comdale Techn., Канада), COGSYS (SC, США), ILOG Rules (ILOG, Франція), які в Україні не здобули належного рівня застосування; наявні в основному статичні системи управління, що не вирішують питання прийняття рішень в режимах реального часу.

Таким чином, аналіз теоретичних підходів щодо підвищення ефективності міжміських перевезень вантажів показав, що питанню підвищення ефективності доставки вантажів у міжміському сполученні у напрямку формування транспортного процесу доставки з урахуванням обмежень ресурсів не приділяється достатньої уваги. В основному у зазначених вище роботах вирішується або задача вибору раціональної технології серед відомих, де акцентується увага на можливість виконання певних організаційних заходів, або пропонується формування технологічного процесу на основі перебору окремих його основних елементів - модулів. Комплексного підходу до формування технології доставки вантажів в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень з урахуванням бізнес-інтересів учасників транспортного процесу на сьогодні не відомо.

2.2. Актуальні проблеми організації перевезень вантажів автомобільним транспортом

Сучасний стан в економіці України серйозним чином вплинув як на обсяги міжміських перевезень вантажів автомобільним транспортом, так і на технологію технічної, вантажної і комерційної роботи при даному виді перевезень вантажів. Це спричинило необхідність вирішення питань раціоналізації технології доставки вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні, а також необхідність підвищення прибутковості і конкурентоспроможності автотранспортних підприємств, використовуючи логістичний підхід, що підтверджує актуальність проведення подальшого дослідження в даній сфері. Актуальні проблеми організації міжміських перевезень вантажів

автомобільним транспортом безпосередньо пов'язані з особливостями організації міжміських перевезень вантажів та кризовими умовами економіки України, найбільш основними з яких є нелегкі умови швидкозмінного ринкового середовища, в яких працюють автотранспортні підприємства поряд з високою конкуренцією; переважно разовий характер міжміських перевезень вантажів, проблема зворотного завантаження; територіальна розосередженість суб'єктів транспортного ринку міжміських перевезень; необхідність використання достатньо складних транспортних технологій одночасно з обмеженими виробничо-фінансовими можливостями суб'єктів ринку тощо. При вивченні теоретичних підходів було виявлено, що транспортному процесу доставки тарно-штучних вантажів у міжміському сполученні характерна низка функцій, які застосовуються у моделях доставки вантажів у міжнародному сполученні. Виходячи з цього, можна стверджувати, що для побудови ефективної системи доставки тарно-штучних вантажів у міжміському сполученні можна застосовувати ряд задач, що виникають при функціонуванні схем доставки вантажів у міжнародному сполученні. Проведений детальний аналіз практики функціонування вітчизняних та закордонних схем доставки вантажів у міжміському сполученні показав, що дана схема доставки має достатньо широку область застосування. Однак, при проектуванні даних систем логістики та технологи стикаються з низкою проблем, обумовлених вірним підбором схеми доставки, підбором транспортних засобів, засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, застосуванням технології складської переробки тощо. Вирішення цих та багатьох інших задач на практиці, внаслідок відсутності чітких та перевірених методик, призводить до малоефективних результатів та носить, як правило, однобічний характер, що, в свою чергу, спричиняє малоефективні результати та відмови деяких учасників ланцюга постачань від участі в них. Таким чином, наведений аналіз літературних джерел та практичного стану організації міжміських перевезень вантажів автотранспортом дозволяє виділити, серед інших, наступні проблеми, що в першу чергу потребують уваги, розгляду та вирішення: – необхідність раціоналізації технології доставки вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні в умовах технічних,

технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень; – необхідність розробки та практичного впровадження сучасних технологій доставки вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні та засобів оптимізації взаємовідносин між учасниками ринку міжміських вантажних перевезень, кооперації їх зусиль та виробничих можливостей; – визначення, адаптація та практичне застосування сучасних, адекватних економіко-математичних моделей і методів для створення прикладного інформаційно-програмного забезпечення, призначеного для безпосереднього використання суб'єктами транспортного ринку для вибору та прийняття в режимах реального часу оптимальних економіко-управлінських рішень в області міжміських перевезень; – наукова підтримка, розробка і практичне впровадження нових інноваційних технологій для удосконалення та оптимізації спільного функціонування і взаємодії суб'єктів ринку транспортного обслуговування.

СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

3.1. Регіональна транспортна система та її місце в соціально-економічному розвитку регіону

Транспорт включає в себе всі процеси, за допомогою яких суспільство опановує навколишній простір. Неоднорідність середовища проживання, різноманіття станів його частин обумовлюють генетичне зростання ролі транспорту в житті суспільства. Транспорт забезпечує безперервність освоєння простору і в цьому сенсі є системоутворюючим початком такого освоєння, взаємодіючи з природними та штучними системами.

Впливу транспорту на окремі напрямки соціального розвитку та економічну ефективність присвячені роботи Ю. Задворного, О. Сугонятко, О. Пікулік, Н. Димченко, С. Трофимова. Але потребують подальшого розгляду питання впливу транспортної системи на соціально-економічний розвиток окремих регіонів з урахуванням особливостей та рівня їх розвитку.

Поєднуючи в одне ціле всі галузі народного господарства і економічні райони, єдина транспортна система як на державному, так і на територіальному рівнях створює можливості широкого суспільно-територіального розподілу і кооперації виробництва, сприяє зближенню міста і села, більш повного використання трудових ресурсів. У зв'язку з цим всі держави світу як пріоритетне завдання розвитку визначають створення та підтримку в постійному працездатному стані транспортної інфраструктури, виділяють для цих цілей великі капітальні вкладення, вважаючи їх стратегічними інвестиціями. Економічний регіон характеризується взаємозалежними рисами – спеціалізацією і комплексним розвитком. Раціональне співвідношення зазначених функцій визначає економічну ефективність господарства. У більш широкому трактуванні регіональна транспортна система, будучи складовою частиною народногосподарського комплексу, практично завжди виступає необхідною умовою виникнення регіону.

Головне призначення спеціалізації при необхідному задоволенні внутрішніх потреб – забезпечувати потреби інших економічних регіонів, де витрати на виробництво даного виду продукції перевищують витрати регіону – виробника. В цих умовах транспортна складова виступає як вирішальна умова в обґрунтуванні раціональності спеціалізації і формування зон споживання. Вплив транспорту на спеціалізацію регіону визначається, з одного боку, віддаленням місця, виробництва від регіонів споживання, строком і вартістю доставки. Як показує практика, тут на перший план виходить наявність і розвиненість транспортних вузлів і шляхів сполучення, а також густота мережі магістральних шляхів.

Раціональність транспортно-економічних зв'язків територіального комплексу регіону визначається базами збуту та відповідними районами споживання. Раціональні зони визначаються витратами на виробництво і перевезення. Таким чином, спеціалізація регіонів, міжрегіональні зв'язки і потреба в перевезеннях багато в чому залежать від розвитку внутрішньорегіональних зв'язків і перевезень.

Комплексний розвиток продуктивних сил регіону допомагає упорядкувати можливу спеціалізацію, зробити її більш чіткою.

За великим рахунком територіально-виробничий комплекс регіону створює конкретніше умови розвитку регіональної транспортної системи. З іншого боку, рівень розвитку продуктивних сил в регіоні відповідає розвитку його транспортної системи.

Оцінка впливу регіональної транспортної системи на соціально-економічний розвиток країни може складатися з таких етапів:

- Оцінка економічного ефекту інвестиційних проектів розвитку транспортних мереж.
- Оцінка одноразових і поточних витрат на реалізацію проекту.
- Оцінка собівартості перевезень.
- Оцінка наслідків від скорочення витрат часу перебування пасажирів в дорозі і підвищення продуктивності транспортних засобів.
- Оцінка втрат від дорожньо-транспортних пригод.

- Оцінка впливу транспорту на забруднення навколишнього середовища.

Дорожнє господарство, що є складовою регіональної транспортної системи – це найважливіший елемент виробничих і соціальних процесів у регіоні. Його сталий розвиток є необхідною умовою стабілізації, структурної перебудови і поліпшення умов для бізнесу і життя населення. Без доріг високого класу неможливий розвиток економіки, прискорене освоєння і комплексний розвиток територій, поліпшення транспортних зв'язків усередині регіону та забезпечення надійних виходів в сусідні регіони і за кордон.

Ефект від управління соціально-економічними процесами на основі розвитку мережі доріг складається з:

1. Прямого ефекту, що характеризує пряму вигоду користувачів доріг від поліпшення дорожніх умов. Полягає в скороченні витрат на товари і послуги – транспортна складова, в результаті вироблені товари в регіоні стають більш конкурентоспроможними на зовнішньому ринку, а завезені товари і продукти – на внутрішньому ринку. Соціальний ефект полягає в зниженні транспортної ізоляваності і транспортної дискримінації населення, зниження витрат на переміщення.

2. Непрямого ефекту. Розвивається конкурентне середовище, зростає потреба в інноваціях, збільшується пропозиція, «падають» ціни. У цілому відбувається оздоровлення економіки за рахунок підвищення товарних, економічних зв'язків в регіоні, що призводить до підвищення її ефективності. Змінюється система розселення і розміщення виробництва, населення і виробництва можуть розташовуватися на більшій відстані від логістичних, економічних і соціальних центрів території, що призводить до більш повного використання території, а отже її капіталізації, її повнішому залученню в господарську діяльність і соціальну сферу. Розвиваються міжрегіональні зв'язки.

Слід зазначити, що сьогодні спостерігається відставання України в якості автомобільних доріг і в розвитку транспортної мережі, особливо розвитку автодоріг загального користування від темпів автомобілізації країни. Технічні стандарти автодоріг України не відповідають стандартам ЄС ні за якістю, ні за ваговими навантаженнями, тому необхідно їх приводити до міжнародних вимог.

Підвищення якості транспортних мереж і поліпшення дорожніх умов, зокрема, має безліч резервів економічного і соціального зростання регіону. До таких резервів відносяться скорочення часу на поїздки, зниження вартості перевезень, скорочення числа ДТП, підвищення попиту на послуги дорожнього сервісу, скорочення витрат паливно-мастильних матеріалів і багато інших. Причому резерви криються як у скороченні статей витрат бюджету, так і в збільшенні ВВП.

Вагомого впливу на соціально-економічний розвиток регіону надає стан транспортних засобів, які здійснюють вантажні та пасажирські перевезення.

Характерною особливістю автопарку регіонів країни є значна частка транспортних засобів застарілих моделей з тривалими термінами експлуатації. Понад 10 років експлуатуються 49% легкових автомобілів, 61,9% вантажних автомобілів, 44,9% автобусів. У розпорядженні 20,3 тис. пасажирських автоперевізників знаходяться 85,7 тис. автобусів. З них – 200 автомобілів, які експлуатуються понад 34 років, зношені повністю, вік ще 1200 автобусів складає від 25 до 33 років, 3600 машин – від 24 до 29 років, 7900 – від 19 до 24 років.

Наслідком старіння парку транспортних засобів є висока ймовірність здійснення дорожньо-транспортних подій (ДТП), пов'язаних з технічними несправностями. Із загального числа ДТП, 13% припадає на частку транспортних засобів з незадовільним технічним станом.

В Україні відношення кількості загиблих у ДТП на 1 млн. автомобілів у 7 разів більше ніж ЄС і США і у 10 разів більше ніж у Японії. Кількість загиблих на 1 млрд. автомобіле-кілометрів в Україні – 97, в Німеччині – 14 (у 7 разів менша), в Швеції – 8 (у 12 разів менша). Тяжкість наслідків ДТП в Україні в 1,5 - 5 разів вища. Відносна кількість загиблих в Україні у 7 – 10 разів більша, ніж у розвинених країнах.

При невжитті кардинальних заходів з підвищення безпеки на дорогах будуть стримуватися інвестиції в економіку країни та регіонів, яка не в змозі забезпечити безпеку пересування та транспортування, що є важливою частиною будь-якого бізнесу, тому що ставлення до життя і здоров'я людини є найважливішим аспектом сучасних міжнародних відносин.

Розвиток туризму і проблеми використання туристського потенціалу окремих регіонів України також ставлять нові завдання з розвитку транспортної мережі, що забезпечує доступ до об'єктів туристського інтересу і показу. Підвищений інтерес до природних, історичних і культурних цінностей, що виник в Європі після проведення на території України Євро-2012, ставить перед державою і окремими регіонами стратегічне завдання швидкого забезпечення туристичних маршрутів якісними транспортними сполученнями. Особлива роль при цьому відводиться автомагістралям, так як доставка туристів до місць розміщення і проведення туристських заходів здійснюється переважно автомобільним транспортом. Не розвинена транспортна інфраструктура спонукає людей до відпочинку за кордоном, зменшуючи при цьому сукупні доходи регіону і негативно позначається на зайнятості місцевого населення.

Першочерговою вимогою щодо забезпечення регіональною транспортною системою його туристичного потенціалу є надання швидкого, безпечного та економічного транспортного обслуговування. Для виконання даної вимоги необхідно раціонально розподілити види транспорту згідно до туристичних маршрутів, забезпечити їх оптимальну взаємодію, зменшити нераціональні витрати вільного часу туриста в дорозі. При цьому зростання обсягу турпотоків позначиться на збільшенні обсягу перевезення туристів різними видами транспорту. Зростання обсягу перевезень туристів поряд з позитивними моментами, такими як збільшення доходів і прибутку транспортних підприємств, збільшення кількості робочих місць, зростання рівня заробітної плати має і негативні, пов'язані зі збільшенням навантаження на дорожньо-транспортну інфраструктуру, забруднення навколишнього середовища, що негативно позначається на здоров'ї людей.

Збільшується роль транспортної системи в розвитку зовнішньоекономічних зв'язків, реалізації геополітичного потенціалу України як транзитної держави. Враховуючи, що за географічним положенням саме через територію України проходять найкоротші напрямки транзитних вантажопотоків, а також при наявності розвинутої транспортної мережі і незамерзаючих портів,

існують потенційні можливості для збільшення обсягів міжнародного транзиту вантажів.

Варто відзначити, що транзит дає можливість ефективно використовувати резерви національних та регіональних транспортних систем, стимулює їх розширене відтворення. Внаслідок цього неухильно розвивається транспортне машинобудування, активізується будівництво доріг, пунктів перевалки вантажів і пов'язаних з ними об'єктів, створюються нові робочі місця в регіонах. Соціально-політична роль регіональної транспортної системи виявляється в її здатності здійснювати обмін матеріальними й духовними цінностями між районами, містами, територіями і цим сприяє їх об'єднанню в єдиний регіон.

Різноманітне і важливе культурне значення транспортної системи, перш за все, полягає в тому, що вона забезпечує спілкування між континентами, країнами, містами й людьми, та сприяє задоволенню їх естетичних потреб і культурному обміну. Транспортна система забезпечує медичне обслуговування людей, полегшує фізичну працю.

Оборонна роль транспорту виділялася й підкреслювалась завжди. У всі часи він розглядався як один із важливих факторів забезпечення обороноздатності держави. Його функціями є перекидання військ і озброєнь, забезпечення об'єктів тилу і військового виробництва. Він є також важливою частиною багатьох видів військової зброї.

Реалізація ролі транспортної системи в сфері національної безпеки припускає підвищення мобілізаційної готовності транспорту до роботи в особливих умовах. Стан транспортної системи обумовлює обороноздатність регіону та якість роботи транспорту в надзвичайних ситуаціях.

Процеси регіоналізації господарства, що розгортаються на тлі посилення відкритості національної економіки, її інтеграції в міжнародний обмін, визначають значення регіонального рівня вивчення і побудови транспортних систем. РТС відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку країни. Транспортна система, що знаходиться на належному рівні, забезпечує умови економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності національної економіки і якості життя населення. Доступ до

безпечних і якісних транспортних послуг визначає ефективність роботи і розвитку виробництва, бізнесу і соціальної сфери в регіоні.

3.2. Постановка проблеми моделювання транспортних потоків регіональних транспортних систем

Моделі, методи та алгоритми прогнозування автотранспортних потоків на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення, які будуть застосовані при прогнозуванні розвитку заданої мережі автомобільних доріг повинні враховувати вплив умов руху на окремих ділянках доріг на розподіл ТП по всій мережі автомобільних доріг. Така задача з точки зору теорії транспортного планування носить назву макромоделювання транспортної системи та має достатньо високий рівень наукового забезпечення та програмної реалізації в розвинених країнах світу. Основним недоліком існуючих моделей є недостатньо висока точність прогнозів, викликана відсутністю обґрунтованих вказівок до вибору конкретних методів та моделей, що необхідно для вирішення той чи іншої задачі моделювання. Тому дуже важливим є аналіз методів, що використовуються на всіх етапах побудови моделі.

Основною проблемою будь-якої транспортної моделі є визначення попиту, яке при макромоделюванні транспортних систем на сучасному рівні виконується в чотири етапи. На першому етапі, який носить назву «створення» визначаються загальні обсяги потреб у пересування людей або переміщеннях вантажів.

На другому етапі, «розподілення», ці обсяги розподіляються між пунктами генерації та тяжіння об'єкту перевезень, тобто визначаються обсяги відправлень та постачань для окремих транспортних районів (ТР). З математичної точки зору цей етап є визначенням сум строк та колонок матриці кореспонденцій (МК).

Третій етап «розділення» складається із заповнення всій МК таким чином, щоб задовольняти всім обсягам відправлень та постачань об'єкту перевезень. Цей етап є найбільш складним з методичної точки зору, оскільки існує дуже велика кількість станів попиту, що задовольняють цим вимогам. Детального аналізу

потребують відомі методики визначення попиту для визначення найбільш ефективної з точки зору роботи, що виконується.

На четвертому етапі «призначення», отримані на попередньому етапі кореспонденції розподіляються між альтернативними варіантами реалізації потреби у пересуванні. Методики виконання цього етапу також не завжди забезпечують гарантій достовірності для опису поведінки учасників транспортного процесу, що викликає необхідність поглибленого аналізу як наукових методів моделювання поведінки учасників транспортного процесу, так і програмні засоби їхньої реалізації.

Чотирьохетапна процедура, що описана вище, була спочатку розроблена, та в основному розвивалась для транспортних систем міст. Це обумовлене більшою щільністю населення та транспортних комунікацій на території міст, що викликає особливу гостроту транспортних проблем в містах. Але транспортна система автомобільних доріг загального користування державного значення України має суттєві відмінності від транспортних систем міст, які викликані різними масштабами цих об'єктів. Тому застосування тих чи інших методів виконання робіт з прогнозування ТП повинне ґрунтуватися на детальному аналізі як загальних методів виконання робіт, так і на відомих прикладах їхнього використання для аналогічних систем автомобільних доріг України об'єктів, тобто регіональних та державних транспортних систем.

Система автомобільних доріг загального користування державного значення України обслуговує велику кількість суб'єктів, які виконують власні переміщення або пересування вантажів з різними цілями та різними способами, тобто видами транспорту. Складання єдиної моделі попиту для такої сукупності пересувань є практично неможливим, тобто транспортна модель автомобільних доріг загального користування повинна містити в собі декілька систем транспорту, кожна з яких має складатися власними методами з врахуванням їх особливостей. Розробка кінцевої класифікації систем транспорту є частиною другого етапу виконання робіт «Розроблення методики прогнозування автотранспортних потоків на автомобільних дорогах загального користування державного значення та розроблення вимог до даних, що використовуються при прогнозуванні, порядку їх збирання і обробки, вимоги до вихідних даних прогнозів для занесення до

Єдиної інформаційної геобазы даних автомобільних доріг України». На першому етапі робіт виділяються три основних системи транспорту:

- вантажні автомобілі;
- автобуси;
- індивідуальні автомобілі.

Подальший аналіз методів виконання окремих етапів роботи з моделювання мереж автомобільних доріг та підходів до прогнозування автотранспортних потоків на них виконується в межах цих трьох, достатньо однорідних з методичної точки зору систем транспорту.

Для виконання першого етапу моделювання попиту, тобто визначення загального обсягу пересувань зазвичай необхідно використовувати статистичні дані. Але особливості статистичного обліку транспортної роботи в Україні приводять до того, що більш менш об'єктивні дані може надати лише статистична звітність з вантажних перевезень, та навіть її можливо використовувати лише для оцінки тенденцій розвитку ринку перевезень. Що стосується статистичних даних пасажирських перевезень, то для автомобільного транспорту вони формуються на дуже ненадійних джерелах інформації, що в основному пов'язане з наявністю пільгового контингенту пасажирів. Тому аналіз тенденцій розвитку обсягів перевезень пасажирів виконувати не доцільно.

У зв'язку з вищевикладеним, звіт з виконання першого етапу ДКР містить в собі аналіз методів моделювання ТП, тенденцій розвитку ринку міжміських вантажних перевезень, загальних моделей розподілу вибору учасниками руху способів задоволення потреб у пересуваннях, існуючих методів моделювання вантажних ТП, пасажиропотоків на автобусному та індивідуальному транспорті у міжміському сполученні, сучасних програмних продуктів моделювання ТП та методів формування та оцінки транспортного попиту.

3.3. Сучасний стан проблеми моделювання транспортних потоків

Транспортні проблеми країн та регіонів є комплексними. Вони

стосуються різних галузей державного регулювання і управління та поширюються на багато сторін людського життя в будь-якій країні. Тому вимірювання, спостереження і моделювання окремо взятих процесів у транспортній галузі та всієї сукупності демографічних й соціально-економічних відносин важливі для розробки стратегії розвитку не лише транспортної, а всієї інфраструктури міст, регіонів та країн в цілому.

Сучасний досвід організації життєвого простору держави пропонує чималий спектр дій по вирішенню транспортних проблем. До них належать: удосконалення техніко-експлуатаційних показників окремих елементів вуличної мережі (ВДМ) міст або автомобільно-дорожньої мережі (АДМ) регіонів та держави в цілому, систем управління дорожнім рухом та створення транспортних розв'язок; будівництво інфраструктури для короткострокового та більш довгого перебування при одночасній ліквідації неорганізованих автостоянок на проїжджій частині АДМ; скорочення зон тяжіння за рахунок обмеження та (або) заборони будівництва нових об'єктів виробничої, фінансово-ділової, торгово-обслуговуючої та культурно-розважальної спрямованості на територіях з обмеженими можливостями транспортної інфраструктури; створення штучних перешкод для використання АДМ в перевантажених районах шляхом запровадження особливих режимів руху (заборона зупинок і стоянок, пішохідний рух і т. ін.); введення різного роду обмежень на в'їзд в центральну частину міста (заборона на проїзд індивідуальних автомобілів, в тому числі введення системи «парне-непарне», дозвіл на проїзд по типу транспортних засобів (ТЗ), організація платного проїзду і т. ін.).

Діяльність по кожному з цих напрямків не тільки затратна, але й пов'язана з необхідністю вирішення складних питань соціального та господарського плану. Тому виключення суб'єктивізму прийнятих управлінських рішень в ранжируванні завдань і виборі пріоритетів відіграє важливу роль в діяльності будь-яких органів державної влади та їхньої взаємодії з місцевими адміністраціями. При цьому для державної та місцевої влади не менш важливо вміти правильно і об'єктивно оцінювати та планувати інвестиційну діяльність.

Транспортне моделювання є одним з головних інструментів ефективного вирішення завдань в даній галузі. Для розвантаження

якого-небудь транспортного вузла зазвичай попередньо проводять інженерні розрахунки, які засновані на напівемпіричних закономірностях розподілу потоків за елементами АДМ. При цьому потрібно визначити, яка кількість ТЗ рухатиметься по кожному з можливих напрямків у разі зміни тих чи інших параметрів транспортного вузла (а в більш широкому сенсі - зміни окремих елементів або навіть частини АДМ). Але проблема полягає в тому, що на даний час ще не існує достатньо обґрунтованих та перевірених механізмів для отримання об'єктивних та достовірних відповідей на питання: чи будуть вчинятися ті чи інші пересування, наскільки великими можуть бути їх обсяги.

Транспортний попит постійно реагує на управляючі дії. Як ілюстрацію цього факту можна навести кілька добре відомих прикладів поведінки учасників дорожнього руху: якщо у зв'язку з відхиленням потоку, зумовленим випадковими чинниками, на тій чи іншій магістралі виникають затори, то в подальшому попит на пересування по цій магістралі знижується; ефект зниження навантаження, досягнутий за рахунок модернізації елемента АДМ, через деякий час зводиться нанівець за рахунок зростання попиту (знаходження водіями більш вільного для руху шляху саме по цьому елементу АДМ); якщо десь тимчасово виходить з ладу світлофор, то яким би напруженим не був рух в даному вузлі, аварії будуть траплятися не частіше, а в деяких випадках навіть рідше, ніж у звичайній ситуації, і т. ін. Звичайно, що на мережі міжміських автомобільних доріг така зворотна реакція є слабкішою по зрівнянню з місцевими дорогами завдяки меншій щільності транспортної мережі. Але й наслідки невірної прогнозування ТП тут набагато значніше, тобто помилки в розрахунках приводять до більш значних затрат часу учасників руху.

Разом з тим, сучасне суспільство потребує постійного збільшення обсягів транспортного обслуговування, підвищення надійності, безпеки і якості перевезень людей і вантажів. Ці вимоги тягнуть за собою збільшення витрат на вдосконалення транспортної інфраструктури, перетворення її в логістичну систему, якою зручно керувати. Однак інвестиційні ризики розвитку транспортних мереж значно зростають, якщо не враховуються закономірності завантаження окремих їх елементів залежно від соціально-економічних, демографічних, техніко-експлуатаційних, природно-

кліматичних та інших умов. Практика показує, що ігнорування таких закономірностей призводить до перевантаження або, навпаки, недовантаження окремих ділянок мережі, утворенню транспортних заторів і зон транспортної недоступності, підвищенню рівня аварійності та зростанню негативної дії на навколишнє середовище з боку автотранспорту. У багатьох випадках, для пошуку ефективних стратегій управління ТП, знаходження оптимальних рішень при проектуванні АДМ, інженерних споруд на ній і організації дорожнього руху доводиться враховувати дуже широкий спектр характеристик ТП, що визначаються як внутрішніми, так і зовнішніми чинниками.

Теорія ТП, як наука, отримала свій розвиток на перетині різних галузей знань – фізики, математики, економіки, досліджень операційних систем, перевізних процесів і т. ін. На даний час накопичено великий практичний досвід опису транспортних систем і поведінки учасників руху. Однак загальний рівень досліджень та їх практичне використання все ще залишаються не дуже розвиненими: нестабільність і різноманіття форм ТП; труднощі отримання всеосяжної та об'єктивної інформації про потоки, яка є найбільш складним і ресурсоємним елементом системи управління; суперечливості критеріїв якості управління дорожнім рухом, коли, з одного боку, необхідно забезпечувати безперебійність і високу швидкість сполучення, а з іншого - скорочувати збиток, що наноситься транспортною системою, в тому числі за рахунок обмеження швидкостей, напрямків руху і т. ін.; неточності виконання рішень з управління дорожнім рухом, що зумовлено великою кількістю учасників руху з індивідуальними характеристиками і стилем поведінки; непередбачуваності дорожніх умов через зовнішні (наприклад, погодно-кліматичні умови) і внутрішні фактори.

Наслідком труднощів формалізації ТП є певний дисбаланс між результатами наукових досліджень і математичними розрахунками, з одного боку, і практично спостережуваними результатами - з іншого. Звідси наявність різних підходів до математичного моделювання і досить велика кількість програмних продуктів, що дозволяють моделювати ТП.

У масштабі міської або місцевої агломерації та держави в цілому, як правило, потрібно рішення задач і отримання відповідей

на деякі з таких питань:

- як зміниться функціонування транспортної системи при зміні зовнішніх транспортних зв'язків, наприклад, при будівництві об'їзних доріг та виведенні транзитних потоків за межі міських територій або при виносі великих об'єктів тяжіння за межі міст;

- як зміниться робота транспортної системи при введенні в експлуатацію нових елементів АДМ (розв'язки, додаткові транспортні зв'язки тощо) або інфраструктури транспортних систем (залізничних ліній, платних автодоріг і т. ін.);

- яких змін у транспортній системі може зажадати розвиток міст, будівництво нових промислових об'єктів або розташування інших містких центрів тяжіння при збереженні транспортних умов на мережі;

- якого перерозподілу потоків транспорту і пасажирів слід очікувати в разі тимчасового закриття або ліквідації якого-небудь елемента транспортної системи;

- яким чином відіб'ється на роботі транспортної системи введення різного роду обмежень на пересування (введення платного проїзду по магістралі, заборона на в'їзд в той чи інший район окремим типам ТЗ і т. ін.);

- який ефект може дати розвиток автоматизованих систем управління дорожнім рухом та ін.

На локальному рівні потрібно рішення задач, що відповідають на такі питання:

- який ефект дасть та чи інша модернізація елемента АДМ (перепланування вузла або групи вузлів, розширення проїжджої частини доріг і т. ін.);

- як зміна в організації руху може вплинути на пропускну спроможність окремих елементів дорожньої інфраструктури (обмеження напрямків руху, будівництво кільцевих розв'язок, оптимізація режимів роботи технічних засобів регулювання руху, зміна умов висадки та посадки пасажирів і т. ін.).

Сучасні досягнення транспортного моделювання дозволяють отримувати позитивні результати на субрегіональному, регіональному, державному та міжнародному рівнях. У зв'язку з цим до завдань транспортного моделювання можуть бути додані результати досліджень ефективності роботи контрольно-пропускних пунктів на державних кордонах; мультимодальних

перевезень тощо.

Найважливіша мета транспортного моделювання – це складання об'єктивних прогнозів транспортної ситуації в залежності від зовнішніх (соціально-економічних, демографічних, природно-кліматичних) і внутрішніх (розвиток мереж, транспортних систем, рухомого складу тощо) змін, аналіз і підготовка рекомендацій для інвестиційних проектів у галузі інфраструктури. Транспортна ситуація може моделюватися на будь-який розрахунковий термін - від оперативних завдань сьогодення до довгострокової (на 20-30 років) перспективи розвитку міста, міської агломерації або більш великого регіону. Умовно задачі прогнозування можна розділити на:

- довгострокові (з перспективою більш 5 років);
- середньострокові (з перспективою до 5 років);
- короткострокові (аналіз наслідків реалізації запланованих заходів після безпосереднього їх впровадження та стабілізації ТП, зазвичай в терміни до 6 місяців);
- оперативні (в реальному масштабі часу).

Способи вирішення перерахованих завдань (крім оперативних) принципово однакові. Різниця полягає в інформаційних (вихідних) даних і ступеню їх достовірності.

Основи математичного моделювання закономірностей дорожнього руху були закладені ще з 1912 р. Розвиток математичного апарату починався з вивчення і обґрунтування пропускну здатності транспортних магістралей і їх перетинів.

Зараз пропускну здатність дороги або вузла (перехрестя) є найважливішим критерієм, що характеризує функціонування шляхів сполучення. Під пропускну здатністю розуміють максимально можливе число ТЗ, яке може пройти через перетин дороги в одиницю часу. У спеціальній літературі зустрічаються також різні модифікації цього поняття: теоретична, номінальна, ефективна, власна, практична, фактична та інші види пропускну спроможності.

Перша спроба узагальнити математичні дослідження ТП і представити їх у вигляді самостійного розділу прикладної математики була зроблена Ф. Хейтом. В середині минулого століття цікавість до дослідження транспортних систем і їх функціонуванню значно посилилась. Ця зацікавленість була

викликана швидкими темпами автомобілізації населення і проявилася, зокрема, у фінансуванні численних проектів, зверненні до авторитетних університетським фахівцям в області математики, фізики, процесів управління. Серед найбільш відомих з них – нобелівський лауреат І. Пригожин, фахівець з автоматичного управління М. Атанс, автор фундаментальних робіт по статистиці Л. Брейман.

В даний час існує значна кількість літературних джерел та Інтернет-ресурсів, присвячених вивченню автотранспортних потоків, включаючи численні теоретичні дослідження з їх математичного моделювання. Необхідно згадати такі академічні видання, присвячені динаміці руху автомобілів і автомобільних потоків, як *Transportation Research*, *Transportation Science*, *Mathematical Computer Simulation*, *Operation Research*, *Automatics*, *Physical Review E*, *Physical Reports* та ін.

Наприкінці минулого сторіччя в США дослідження транспортних систем були зведені в ранг проблем національної безпеки. До рішення завдань у цій області були залучені кращі «фізичні уми» і комп'ютерна техніка Національної дослідницької лабораторії (Los Alamos National Lab - один з найбільших центрів ядерних досліджень США).

Аналогічні за інтенсивністю зусилля по складанню транспортних моделей та розвитку транспортного планування проводяться в більшості інших країн світу, за виключенням слабо розвинених країн з низьким рівнем автомобілізації. Зусилля дослідників та інженерів направлені в основному на створення нових засобів моделювання, пошук об'єктивних причин формування попиту та факторів вибору учасниками руху засобів задоволення потреб у пересуваннях.

Всі ці напрями досліджень реалізовані у декількох програмних пакетах та багатьох теоретичних моделях, які дозволяють створювати правдоподібні прогнози транспортних ситуацій у випадку зміни транспортної пропозиції, що особливо важливо для мережі автомобільних доріг України. Але рівень реалізації цих напрямів моделювання є дуже різним. І, якщо модель пропозиції достатньо добре реалізована в декількох найбільш відомих пакетах транспортного планування, то моделювання попиту та поведінки учасників руху ще знаходиться на початковій стадії розвитку. Це й

зрозуміло, оскільки тут розглядаються дуже складні питання, складність яких обумовлена активністю та великою кількістю учасників транспортного процесу.

Тому основну увагу при виборі засобів моделювання мережі автомобільних доріг загального користування слід приділяти засобам та методам моделювання поведінки учасників руху та методам визначення попиту на перевезення вантажів та пасажирів.

ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ РЕГІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

4.1. Існуючі програмні засоби моделювання транспортних потоків

В даний час, коли людство безпосередньо зіштовхнулося з великими наслідками транспортних проблем, їх вирішення в розвинених країнах обов'язково проводиться за допомогою спеціалізованих пакетів транспортного планування, метою яких є надання кількісної оцінки основних параметрів транспортного процесу. Ця інформація є необхідною для прийняття зважених рішень в транспортній сфері шляхом порівняння альтернативних варіантів розвитку міст, регіонів та країн в цілому.

Зараз вже розроблено дуже багато програмних продуктів, які дозволяють проводити таку кількісну оцінку. Таких програм настільки багато, що створюється враження, що перед фахівцями з транспортного планування не стоїть питання вибору якогось певного підходу чи методу моделювання транспортної системи міста або регіону. Необхідно лише обрати інструмент для транспортного планування, який має достатню варіативність прийняття рішень при розробці моделей транспортного попиту і пропозиції.

Однак це зовсім не так, тому що жоден з програмних продуктів не забезпечує абсолютну точність прогнозу та не надає вказівок до вибору того чи іншого інструментарію. Вони лише з більшим або меншим успіхом програмно реалізують відомі наукові методи моделювання, кількість та якість програмної реалізації яких саме і визначає рівень та корисність програмного продукту. Тому аналіз існуючих програмних пакетів транспортного моделювання проводиться з точки зору набору інструментів, який вони мають та можливостей їхнього застосування при прогнозуванні автотранспортних потоків на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення.

Але перед цим слід зазначити, що розглянуті у інших розділах звіту підходи складають далеко не повний перелік інструментів, який може бути використаний для моделювання елементів транспортних систем. Самі розробники спеціалізованого програмного забезпечення пропонують окремі розрахункові процедури, які можуть бути корисними для транспортних інженерів.

Найбільш відомим прикладом поширення і використання програмних продуктів для транспортного моделювання можна навести перелік програмного забезпечення, що рекомендовано до використання Федеральною адміністрацією швидкісних автомагістралей США (US Department of Transportation, FHWA), таблиця 4.1.

Таблиця 4.1 – Области застосування програмних продуктів транспортного моделювання

Область застосування	Інструменти (програмні продукти)
1	2
Ескізне планування	Better Decisions, HDM (Highway Design and Management), IDAS (ITS Deployment Analysis System): IMPACTS, icroBENCOST, uickZone, CRITS (Screening for ITS), Sketch Methods, SMITE, SPASM (Sketch-Planning Analysis Spreadsheet Model), STEAM (Surface Transportation Efficiency Analysis Model), TEAPAC/SITE, TrafikPlan , TransDec, Trip Generation, Turbo Architecture
Оптимізація ТП	PASSER™ II-02, PASSER III-98, PASSER IV-96, PROGO, SOAP84, Synchro, TEAPAC/NOSTOP, TEAPAC/SIGNAL2000, TEAPAC/WARRANTS, TRANSYT-7F, TSDWIN, TS/PP-Draft

Продовження таблиці 4.1

1	2
Макроскопічні і симуляційні моделі	BTS (Bottleneck Traffic Simulator), FREQ12, KRONOS, METACOR/METANET, NETCELL, PASSER II-02, PASSER III-98, PASSER IV-96, SATURN, TRAF-CORFLO (Corridor Flow), TRANSYT-7F, VISTA
Мезоскопічні симуляційні моделі	CONTRAM (Continuous Traffic Assignment Model), DYNAMIT-P, DYNAMIT-X, DYNASMART-P, DYNASMART-X, MesoTS
Мікроскопічні симуляційні моделі	AIMSUN2 (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks), ANATOLL, AUTOBAHN, CASIMIR, CORSIM/TSIS (Traffic Software Integrated System), DRACULA, FLEXYT-II, HIPERTRANS (High-Performance Transport), HUTSIM (Helsinki University of Technology Simulator), INTEGRATION, MELROSE, MicroSim, MICSTRAN, MITSIM (Microscopic Traffic Simulator), MIXIC, NEMIS, PADSIM, PARAMICS, PHAROS, PLANSIM-T, ROADSIM (Rural Road Simulator), SHIVA, SIGSIM, SIMDAC, SIMNET, SimTraffic, SISTM (Simulation of Strategies for Traffic on Motorways), SITRA B+, SITRAS, SmartPATH, TEXAS (Texas Model for Intersection Traffic), TRANSIMS, TRARR, TWOPAS, VISSIM, WATSim©
Інтегровані інструменти для аналізу ТП	AAPEX (Arterial Analysis Package Executive), ITRAF, PROGO, UNITES

Продовження таблиці 4.1

1	2
Аналітика (HCM методологія)	5-Leg Signalized Intersection Capacity, aaSIDRA, ARCADY (Assessment of Roundabout capacity and Delay), ARTPLAN (Arterial Planning), CATS (Computer-Aided Transportation Software), CCG (Canadian Capacity Guide)/Calc2: CINCH, CIRCAP (Circle Capacity), DELAYE (Delay Enhanced), dQUEUE-TOLLSIM, FAZWEAVE, FREEPLAN (Freeway Planning): FREWAY (Freeway Delay Calculation Program), FRIOP, General-Purpose Queuing Model, Generalized Annual Average Daily Service Volume Tables, Generalized Peak-Hour Directional Service Volume Tables, GradeDec 2000: HCM/Cinema©, HCS (Highway Capacity Software) 2000, HiCAP™ (Highway Capacity Analysis Package), HIGHPLAN (Highway Planning), Highway Safety Analysis, ICU, IQPAC (Integrated Queue Analysis Package), Left-Turn Signal/Phase Warrant Program, NCAP (Intersection Capacity Analysis Package), PICADY (Priority Intersection Capacity and Delay), PROGO, Quality/Level of Service Handbook, RoadRunner, SIG/Cinema©, SIPA, SPANWIRE, SPARKS (Smart Parking Analysis), Synchro, TEAPAC/NOSTOP, TEAPAC/SIGNAL2000, TEAPAC/WARRANTS, TGAP (Traffic Gap Analysis Program), TIMACS, Traffic Engineer's Toolbox, Traffic Noise Model, TRAFFIX™, TSDWIN™, TS/PP-Draft, WEST, WHICH, WinWarrants

Продовження таблиці 4.1

1	2
Моделювання попиту на переміщення	b-Node Model, CUBE/MINUTP, CUBE/TP+/Viper, CUBE/TRANPLAN (Transportation Planning), CUBE/TRIPS (Transport Improvement Planning System), EMME/2™, IDAS, MicroTRIMS, QRS II (Quick Response System II), SATURN (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Network), Tmodel, TransCAD®, TRANSIMS (Transportation Analysis Simulation System), VISUM

Серед російських розробок для вирішення задач транспортного планування виділяються наступні: програма Transnet (Інститут системного аналізу РАН, Москва); програмне забезпечення, розроблене НДПІ територіального розвитку та транспортної інфраструктури (Санкт-Петербург); ПКМ МАДИ (Москва); програмний комплекс по техніко-економічному обґрунтуванню рішень на федеральній мережі автомобільних доріг (ГіпродорНІІ, Москва); автоматизована методика розрахунку пасажиропотоків в генпланах міст і КТС (ЦНІП містобудування, Москва).

Але перераховані вище програмні продукти не отримали суттєвого застосування, т. я. мають ряд недоліків:

- створювалися виключно під конкретних користувачів і для вирішення конкретних завдань;
- математичний апарат, що в них використовується заснований на спрощених методиках і алгоритмах;
- емпіричні дані отримані, як правило, за результатами досліджень, виконаних в епоху будівництва соціалізму, і не відповідають сучасним реаліям.

Слід також відзначити і те, що на ринку імітаційних пакетів представлений досить широкий спектр інструментів, призначених для моделювання ТП на мікрорівні. Серед них, наприклад, можна відзначити ті, що найбільше використовуються в європейських країнах пакети: AIMSUN2, DRACULA, Paramics, SISTM, VISSIM.

Для вирішення питань побудови транспортних систем міст (регіонів) розроблено досить велику кількість програмних продуктів. Необхідно відзначити, що більша частина з них дає можливість моделювання об'єктів як для систем ГТ, так і індивідуального. Наприклад, такими можливостями володіє програма AIMSUN, що представляє собою повнофункціональний комплекс інструментів аналізу ТП і пасажирських перевезень. Цей програмний продукт здатний імпортувати і обробляти дані від різних геоінформаційних систем, включаючи ESRI, Tele Atlas, NAVTEQ та ін. Також в ньому підтримуються формати даних і інших додатків, в число яких входять, наприклад, EMME / 2, CONTRAM, SATURN, TRANSYT- 7F, TRANSYT / 12, VS-PLUS. На рисунку 4.1 представлено інтерфейс програми AIMSUN.

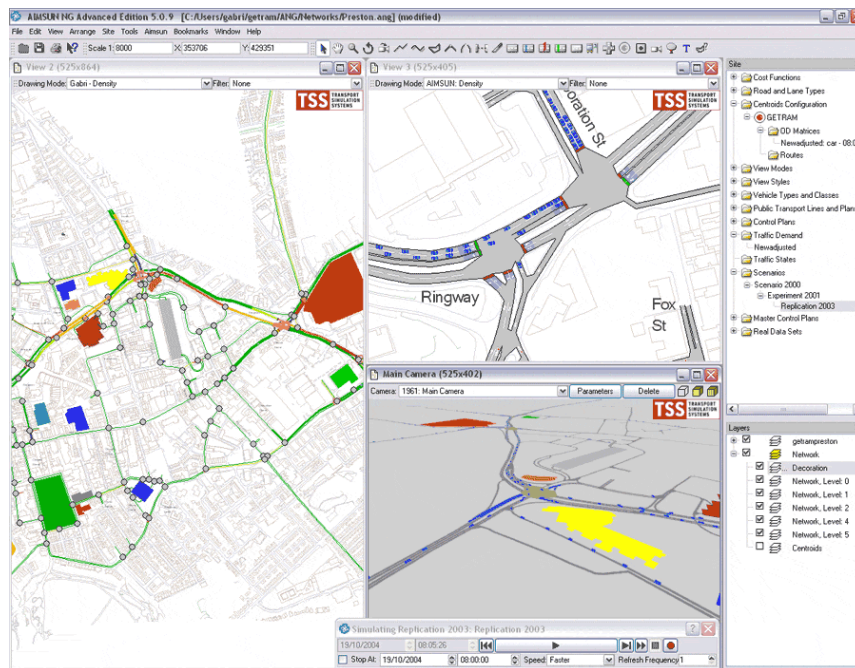


Рисунок 4.1 – Інтерфейс програми AIMSUN

AIMSUN2 (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-urban Networks) являє собою програмне забезпечення, здатне відтворювати реальні умови руху в міській мережі, які можуть містити і швидкісні автомагістралі. Пакет заснований на мікроскопічному підході моделювання. Поведінка кожного окремого ТЗ в мережі постійно коригується у часі згідно з деякими моделям поведінки водія. AIMSUN2 поєднує дискретно-

безперервний підхід до моделювання: в ньому є ряд елементів транспортних систем (ТЗ, детектори), стан яких постійно змінюється протягом періоду моделювання, а є й інші елементи (світлофори, входи), стан яких змінюється дискретно в задані моменти моделювання. Пакет дуже детально моделює потоки в мережі: розрізняються окремі види ТЗ та їх водів, вирішується широкий спектр мережевої геометрії, враховуються типові інциденти і т. ін. AIMSUN2 інтегрований в імітаційну середу GETRAM (узагальнена середа для аналізу і моделювання ТП), яка складається з графічного редактора мережі, бази даних мережі, статичної моделі задач, тимчасових моделей і модуля для зберігання і представлення результатів. На рисунку 4.2 представлений інтерфейс програми AIMSUN2.

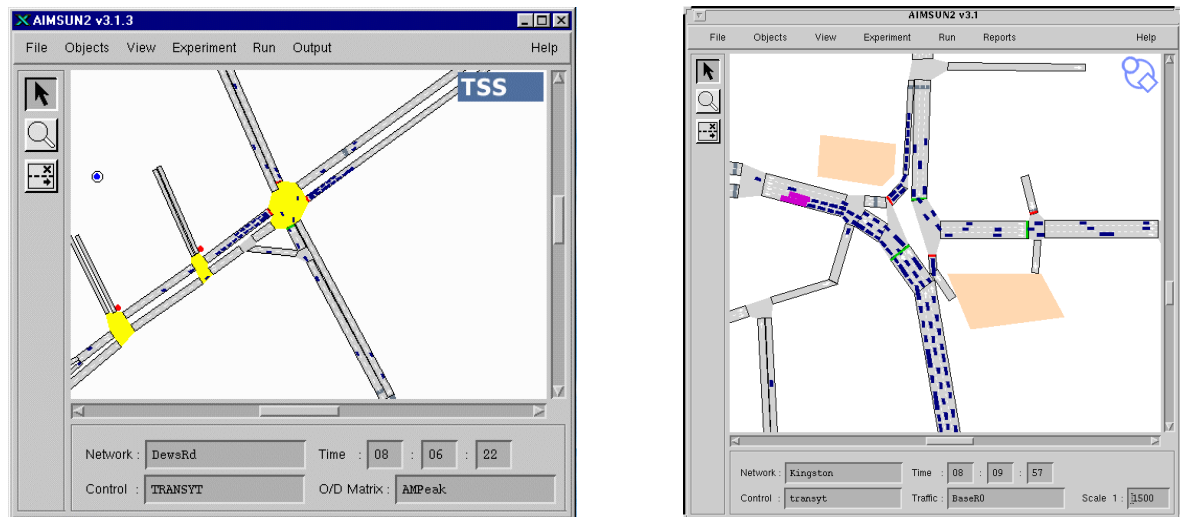


Рисунок 4.2 – Інтерфейс програми AIMSUN2

DRACULA (Dynamic Route Assignment Combining User Learning and Micro-simulation). Даний пакет мікромоделювання розроблений в Інституті транспортних досліджень (Університет м. Лідса, Великобританія). Він є складовою частиною пакета програм SATURN, розроблених за підтримки консалтингової компанії WS Atkins consultants. Розвиток та апробація даної моделі здійснювалися за рахунок великих грантів Ради з науково-технічних і фізичних досліджень Великобританії, а також за підтримки DRIVE II Telematics programme Європейського союзу. В дачих дана модель допрацьовується і вже в найближчому

майбутньому буде включати вивчення витрат на поїздки з урахуванням автомобільних заторів в режимі реального часу, динамічного маршрутного орієнтування, впровадження відокремлених смуг руху для ГТ, процедури евакуації в разі надзвичайних ситуацій (наприклад, хімічних аварій, повеней), а також стратегічне (міжміське) моделювання. В даний час DRACULA дозволяє моделювати наслідки політики попиту та пропозиції в мережі маршрутів, але є плани розширити цей діапазон можливостей для заповнення більш високих рівнів вибору, що стосуються способів пересування та локалізації місць проживання і місць роботи.

Наприклад, вибір маршруту може бути змодельований на рівні індивідуального водія або на сумарному рівні; одnoseкундний інтервал мікромоделювання може бути використаний для руху по обраному шляху або можуть бути використані макромоделі руху; вибір маршруту може розглядатися як вибір водіїв або він може бути зафіксований, можливий вибір часу поїздки за маршрутом у відповідь на несподівані ситуації, деталізується вибір смуги руху, щоб уникнути попадання в смугу з великим затором. Вибір конкретного набору параметрів супермоделі викликає конкретну модель з пакету DRACULA. З точки зору моделювання спеціальних умов, таких як нещасні випадки, лиха чи погодні умови, які негативно відбиваються на пропускній здатності доріг, пакет DRACULA ідеальний. Він надає можливість моделювати реакцію водіїв на інформацію в дорозі (коли, наприклад, спостерігається затор або по радіо надається відповідна інформація), беручи до уваги те, як вони використовують свій практичний досвід (збережений в їх особистому файлі історії) з подолання надзвичайних ситуацій.

PARAMICS (PARAllel MICroscopic Simulation, Quandstone Ltd., United Kingdom) - набір програмних інструментів для моделювання трафіку на мікрорівні. Даний пакет широко використовується у Великобританії і США. Він призначений для моделювання транспортних вузлів у містах (перехрестя, регульовані правилами пріоритету і світлофорами, транспортні розв'язки і т. ін.), перевантажених автострад, а також для моделювання оптимізації роботи ГТ, з'їздів з автомагістралей, регулювання маршрутів ГТ, світлофорів і т. ін.

PARAMICS дозволяє реалізувати підходи до моделювання потоків на транспортній мережі будь-якого розміру, починаючи з простого перехрестя і закінчуючи національною транспортною мережею. Основними обмеженнями на розмір мережі є обсяг пам'яті і потужність комп'ютера. Пакет підтримує можливість індивідуального переміщення близько 200 тис. автомобілів в одиницю часу. Задано сім класів ТЗ, проте користувач може створити свій власний транспортний засіб. Вибір маршруту автомобілем визначається заданою таблицею вартостей. У кожного ТЗ є заданий інтервал часу (в середньому одна секунда), через який перевизначається його положення на мережі і його поведінку. Зміна смуги на дорозі виконується з урахуванням інтервалу часу і попередньої «історії» автомобіля. В пакеті реалізований алгоритм, який задає рух автомобіля по заданій траєкторії маршруту. Рух регулюється фізичними атрибутами автомобіля і його поточною швидкістю. Підтримується можливість визначення маршруту згідно МК. В PARAMICS реалізовані можливості збору статистики і формування всебічних звітів про аналіз транспортної мережі. Передбачені 2D / 3D візуалізація, створення презентацій та відеороликів. На рисунку 4.3 наведено користувацький інтерфейс програми.

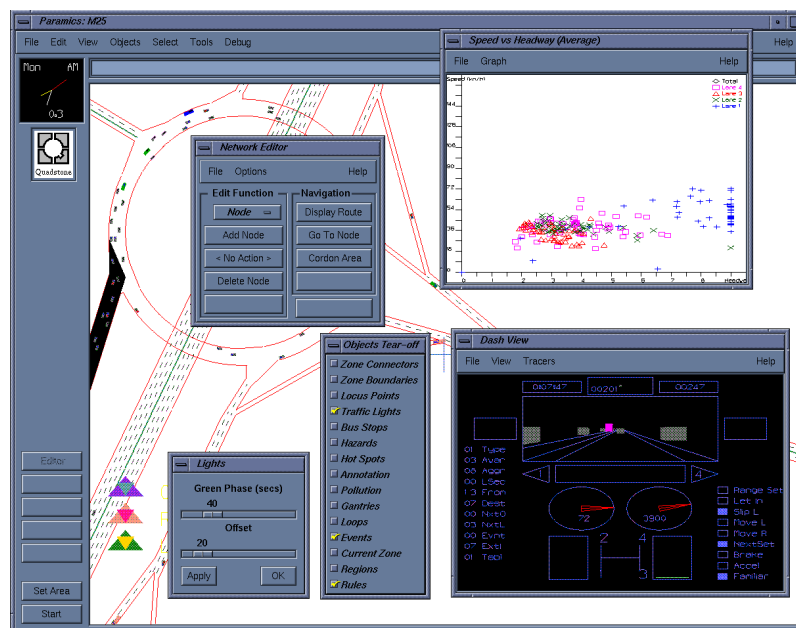


Рисунок 4.3 – Користувальницький інтерфейс програми PARAMICS

SISTM (Simulation of Strategies for Traffic on Motorways) - програмний пакет, призначений для вивчення дорожнього руху в обмежених умовах з метою розробки та оцінки різних стратегій, спрямованих на зменшення заторів. Його розробка розпочата в 1988 р. SISTM може оцінювати: різні розташування автомагістралей (включаючи їх перетини); змінні системи обмеження швидкості; пандуси вимірювальних систем; змінні характеристики ТЗ; зміну поведінки водіїв. Продукт розроблений у Великобританії (Highways Agency) і доступний для всіх осіб, які потребують моделювання автомобільних доріг. Це мікроімітація автомагістралі з автомобілями, які слідує алгоритму з використанням зміненого рівняння Гіпса. Поведінка кожного водія описується двома параметрами - агресивністю і розумінням. Ці параметри використовуються для отримання бажаного розподілу швидкостей і побічно бажаних інтервалів між ТЗ. Часовий інтервал, що використовується в моделі складає 5-8 секунд. Зміна смуги контролюється спеціальним параметром із зазначенням користувачем бажання такої зміни, коли здійснюється маневр зміни смуги, водієві дозволяється приймати тимчасово «небезпечно» просування вперед. Це дозволяє згладжувати ефект в тих випадках, коли водій рухається по вибраній смузі .

Інший програмний продукт, ЕММЕ - повна система моделювання попиту на пересування для прогнозування транспортної ситуації на міському, регіональному та національному рівнях. Програмне забезпечення ЕММЕ використовується більш ніж у половині найбільших міст світу і забезпечує роботу декількох найскладніших у світі моделей транспортного прогнозування .

Система AnyLogic підтримує три технології створення імітаційних моделей: процесно-орієнтований (дискретно-подієвий), системно динамічний і агентний, а також будь-яку їх комбінацію. Графічний інтерфейс AnyLogic, інструменти та бібліотеки дозволяють швидко створювати моделі для широкого спектра задач від моделювання виробництва, логістики, бізнес-процесів до стратегічних моделей розвитку компанії і ринків. Також є приклади застосування AnyLogic для моделювання окремих елементів транспортної системи МПТ, а саме, окремих маршрутів.

Arena, розроблене компанією Systems Modeling Corporation програмне забезпечення для імітаційного моделювання, дозволяє створювати рухомі комп'ютерні моделі, використовуючи які можна адекватно представити дуже багато реальних систем. Сфера основних додатків системи - імітаційне моделювання виробничих технологічних процесів, проектування шляхів сполучення, транспортні завдання.

Найбільшого поширення в галузі транспортного планування отримав програмний комплекс PTV Vision®. Він включає в себе ряд програмних продуктів, розроблених в Німеччині, які використовують сукупність складних, достовірних і перевірених часом моделей.

До складу програмного комплексу PTV Vision® входять інструменти для планування транспортної мережі на всіх рівнях, починаючи від простого перехрестя (PTV Vision® VISSIM) до транспортної мережі всього міста, регіону чи навіть країни (PTV Vision® VISUM).

VISSIM - багатоцільовий пакет для моделювання ТП на мікрорівні. Він широко використовується в Європі, США та інших країнах. Пакет призначений для аналізу, реінженіринга та оптимізації міських та міжміських транспортних сполучень.

Програмне забезпечення дозволяє моделювати міські перехрестя будь-якої складності і типу регулювання, аналізувати пропускну здатність транспортних систем і тестувати схеми транзитних пріоритетів. Пакет дозволяє управляти системами контролю альтернативних маршрутів і контролю трафіку, аналізувати ємність стоянок і моделювати потоки різних ТЗ з перетинами, пересадками на різних рівнях (автобусний маршрут, залізниця, метро, ескалатор і т. ін.). Реалізована можливість підключення МК пакетів VISUM і Emme / 2. Реалізований інтерфейс з такими пакетами, як TEAPACK і SYNCHRO. В VISSIM реалізована модель Відерманна, яка описує поведінку водія за кермом. У ній враховуються психофізичні можливості людини: зниження уваги і часу реакції; час, необхідний для прийняття рішення в умовах навколишнього середовища.

VISSIM надає можливості збору статистики на будь-якій ділянці транспортної мережі та формування звітів, створення

презентацій та відеороликів. На рисунку 4.4 показано інтерфейс програми VISSIM.

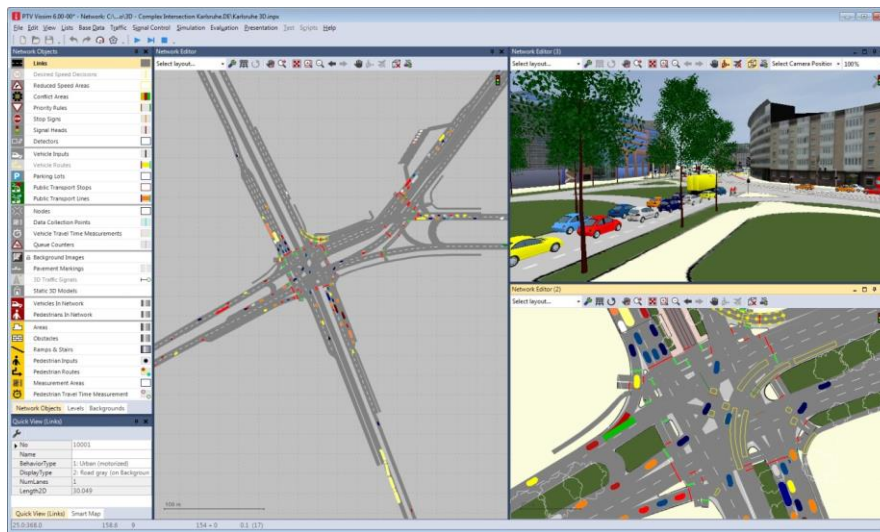


Рисунок 4.4 – Інтерфейс програми VISSIM

Також необхідно відзначити і програмний продукт PTV Vision® VISWALK. З його допомогою можна моделювати пішохідний рух і використовувати для планування міста, зручного, насамперед для пішохода, а не автомобіля. Дуже важливим для розглянутої задачі, з врахуванням перспектив розвитку моделювання автотранспортних потоків на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення, є можливість обміну даними між всіма пакетами транспортного моделювання програмним комплексом PTV Vision®.

Схожі функціональні можливості з програмним комплексом PTV Vision® має TRANSCAD. На рисунку 4.5 наведено інтерфейс програми.

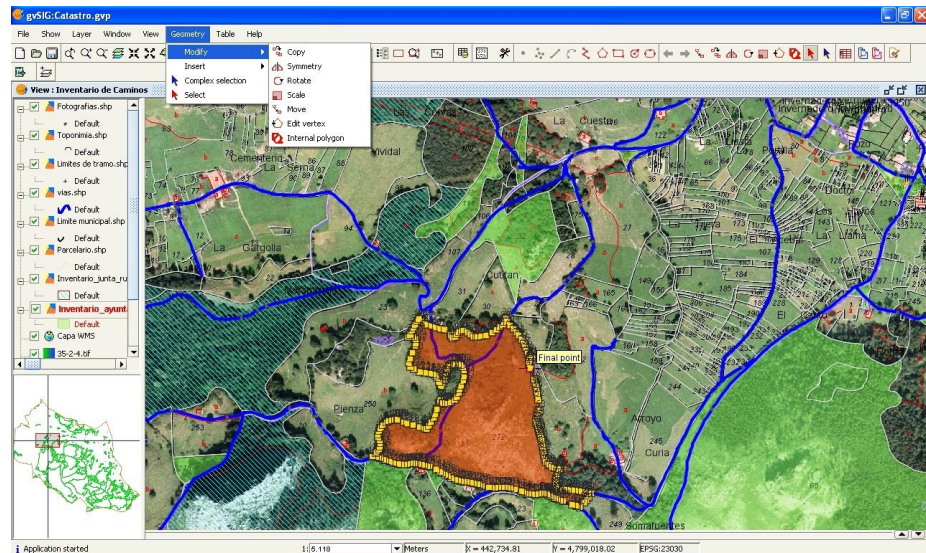


Рисунок 4.5 – Інтерфейс програми TRANSCAD

В результаті проведеного огляду до числа досить апробованих в розвинених країнах світу програмних продуктів, призначених для транспортного моделювання можна віднести наступні пакети: TransCad® (Caliper Corp., USA); EMME / 2™ (Montreal University); TRIPS (MVA UK); CUBE (<http://www.citilabs.com>); SATURN (Leeds University, UK, тільки для транспортних потоків); VISUM (компонент пакета PTV Vision, PTV AG, Karlsruhe, Germany). Порівняємо їхні можливості більш детально.

Cube (Розробник Citilabs, США). Має хороші умови для моделювання та управління різними сценаріями. Можливість моделювати сценарії та управляти додатками дозволяє використовувати різні підходи до процесу моделювання. Програмний пакет складається з базового інтерфейсу Cube та бібліотеки програм для виконання різних процесів моделювання. Базовий Cube інтегрований з ArcGIS, щоб забезпечити доступ до баз геоданих, редагування транспортної мережі моделі і відображення картографічних даних. Модуль Cube Voyager використовується для моделювання попиту пасажирів. Cube – це програма, що керується на основі сценаріїв (скриптів) і використовує скриптову мову, схожу на TRANPLAN.

EMME 2/3 (Розробник INRO, Канада) надає відкритий підхід до моделювання, і робить можливим розробку моделі, заснованої на місцевих потребах. Програмне забезпечення надається в окремих модулях, і користувач самостійно обирає набір модулів, в

залежності від потреб моделювання. Плагін для моделі ЕММЕ дозволяє інтеграцію з програмним забезпеченням ArcGIS. Модель вимагає дуже інтенсивну обробку даних і не має параметрів за замовчуванням, які є корисними при розробці простих моделей попиту з обмеженими ресурсами та досвідом. Програмне забезпечення особливо корисне при аналізі декількох систем з декількома видами транспорту.

TransCAD (Розробник Caliper, США) – це програмне забезпечення, поєднано з ArcGIS в єдину інтегровану платформу і включає в себе складні функції ГІС. TransCad використовує унікальну програмну мову GISDK, яка дозволяє моделювати транспортні процеси та додаткові функції, що не є доступними за замовчуванням. TransCad надає декілька альтернативних методик для кожного кроку процесу транспортного моделювання, а також має ряд інструментів для аналізу та відображення результатів. Пакет програмного забезпечення може бути інтегрований з TransModeler для моделювання руху та 3-D візуалізації. Недоліком програми є висока ціна та необхідність використання нетипової мови програмування (GISDK) для керування програмою.

VISSUM (Розробник PTV AG, Німеччина) є зручним програмним пакетом, який дозволяє інтегрувати відповідні види транспорту в одну послідовну модель мережі. VISUM використовує ГІС для відображення і редагування мережі. Програмне забезпечення інтегровано з VISSIM, популярним інструментом для мікро-моделювання. VISUM пропонує різні варіанти подальшого аналізу розподілу ТП, в тому числі ізохрони часу на переміщення і моделювання перехресть. VISUM дозволяє з легкістю імпортувати моделі з інших програмних пакетів, включаючи Cube, TransCad, ЕММЕ / 2. Порівняльна характеристика пакетів транспортного моделювання наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика пакетів транспортного моделювання

Характеристика	Програмний пакет		
	Cube	TransCAD	VISUM
1	2	3	4
Виробник	Citilabs	Caliper	PTV
Поточна версія	5	6	13
Сервісна підтримка виробників	Технічна підтримка, тренінги, конвертування існуючих моделей	Технічна підтримка, тренінги, розробка персоналізованого програмного забезпечення в залежності від потреб	Технічна підтримка, тренінги, розробка персоналізованого програмного забезпечення в залежності від потреб
Партнерський пакет для мікро-симуляції	Dynasim 5	TransModeler 2.0	VISSIM 5
Платформа ПК	Windows		
Компонент ГІС	Включений ГІС від ESRI	Інтегрований оригінальний ГІС	Включений ГІС від ESRI
Редактор мережі	На основі ГІС (ArcGIS, ESRI)	На основі оригінального ГІС	На основі ГІС (ArcGIS, ESRI)

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Структура пакету	<p>Базова версія використовує ArcGIS з розширеним модулем.</p> <p>Розширення: Voyager (пасажирські), Cargo (вантажні), Avenue (аналіз ТП), Analyst (оцінка МК), Land Use (прогнозування землекористування), Dynasim</p>	<p>ГІС функціонал інтегрований в одну спільну платформу, TransModeler окремо.</p> <p>Функції недоступні в базовій версії (тільки в стандартній): розподіл ТП, оцінка МК, маршрутизація, імпортування інших версій (EMME, Tranplan, інші) ін.</p>	<p>Всі функції інтегровані в одну платформу, включаючи ArcGIS.</p>
Доступність користування	<p>Графічне представлення системи управління для створення процесів моделювання, менеджер сценаріїв, скриптинг, панель інструментів</p>	<p>Меню, скриптинг, панель інструментів (відсутня функція «відмінити» для багатьох задач), менеджер моделі/сценарія</p>	<p>Меню, скриптинг, панель інструментів</p>

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Зворотній зв'язок з моделлю	Методи зворотного зв'язку для розподілу поїздок/вибору ТЗ/розподілу потоків, «фідбек» економічних процесів та землекористування	Методи зворотного зв'язку для розподілу поїздок/вибору ТЗ/розподілу потоків	Методи зворотного зв'язку для інтегрованого розподілу поїздок/розподілу потоків
Види транспорту	Індивідуальний транспорт, МПТ, вантажний, велосипедний, пішохідний рух	Індивідуальний транспорт, МПТ, вантажний, велосипедний, пішохідний рух	Індивідуальний транспорт, МПТ, вантажний, велосипедний, пішохідний рух
Техніки моделювання	Чотирьохетапна модель, модель дії, чисельні варіанти дискретного вибору та розподілу потоків		
Існуючі користувачі	Департаменти транспорту: Вермонт, Майн, Каліфорнія, Флорида, Вісконсінс та ін.	Департаменти транспорту: Мічиган, Охайо, Індіана, Північна Кароліна, Нью Йорк та ін.	Департаменти транспорту: Вашингтон, Транспортний комітет головного відділення міської організації міста Нью Йорк, Москва, Санкт-Петербург

Результати проведеного аналізу свідчать про наявність двох основних підходів до побудови математичних моделей ТП:

- на вихідному наборі гіпотез відразу будується закінчена аналітична модель (характерно для макромоделей);

- застосовується модель з додатковим використанням закодованих алгоритмів поведінки (імітаційні моделі для мікрорівня).

Моделі, що використовуються в розвинених країнах світу, вимагають обережного застосування, принаймні, з двох причин: по-перше, є специфіка в організації руху; по-друге, поведінка вітчизняних водіїв на дорозі не відрізняється високою дисциплінованістю.

Сучасні вимоги до транспортних моделей є такими, що вони повинні мати можливості для інтегрування з ГІС-моделями і базами даних з параметрами АДМ. Це є актуальним й для даного дослідження, оскільки створення, розвиток цієї моделі та необхідність її інтеграції з інформаційною геобазою автомобільних доріг передбачає необхідність взаємодії програмного забезпечення з ГІС-моделями і базами даних з параметрами АДМ.

Загалом з проведеного аналізу можна зробити висновок, що серед програмних продуктів для моделювання транспортних процесів існують два сімейства:

- для вирішення задач на макрорівні (прогноз кореспонденцій і потоків, реалізований на загальноприйнятій чотирьохетапній моделі розрахунків), в основі розрахунків лежить алгоритм пошуку рівноважного розподілу потоків (user-equilibrium assignment);

- для вирішення задач на мікрорівні (аналіз параметрів руху, затримок і пропускних спроможностей на локальних ділянках мережі). Ці завдання вирішуються в основному із застосуванням імітаційного моделювання.

Всім вимогам, що пред'являються до програмного забезпечення яке повинне виконувати завдання прогнозування автотранспортних потоків на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення України відповідає пакет транспортного планування VISUM. Окрім того, що в нього вбудовані практично всі відомі на цей час методи та моделі виконання кожного етапу моделювання потоків, він має супровід з програм мікромоделювання, що забезпечує безперешкодний розвиток моделі автомобільних доріг

та її подальше використання з метою підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху на них, а також можливість взаємодії з ГІС.

4.2. Характеристика моделі пропозиції в програмному середовищі VISUM

Результати аналізу існуючих програмних продуктів з транспортного планування свідчать про необхідність використання пакета комп'ютерних програм VISUM. Його використання дозволяє вирішувати питання транспортного моделювання на всіх етапах і рівнях, а отримані результати відрізняються високою точністю і якістю подання.

Більшістю основних даних систем транспортної інформації та планування можна управляти в VISUM і обслуговувати в мережевому редакторі. НА відміну від простих ГІС у VISUM можна утримувати комплексні залежності в межах однієї або декількох систем і, таким чином, побудувати найкращу транспортну модель.

Транспортна модель складається, як правило, з моделі транспортного попиту, моделі транспортної мережі, що створюється на основі VISUM, і різних моделей дій (рисунок 4.6).

Модель попиту на транспорт містить дані попиту. В VISEM можна розраховувати матриці попиту (МК) для однорідних по поведінці груп користувачів (наприклад, працівники, які мають легковий автомобіль або без нього, учні, студенти ті ін.) для кожного виду транспорту виходячи з даних соціальної структури населення. Після розрахунків ці матриці калібруються за допомогою даних транспортних опитувань і підрахунків.

Модель мережі містить дані транспортної пропозиції. Вона складається з ТР, вузлів, ЗП, відрізків автомобільної мережі і ліній ГТ з розкладами руху на маршрутах та інших характеристик. Дані про пропозицію транспортних послуг можна візуалізувати в VISUM й інтерактивно обробляти різними методами.

Дані, що наводяться в моделях мережі й транспортного попиту є вихідними для моделей дії. VISUM надає різні моделі дії для аналізу й оцінки пропозиції транспортних послуг. Так, наприклад, модель користувача відображає характер руху пасажирів або водіїв, при цьому визначаються навантаження й необхідні параметри.

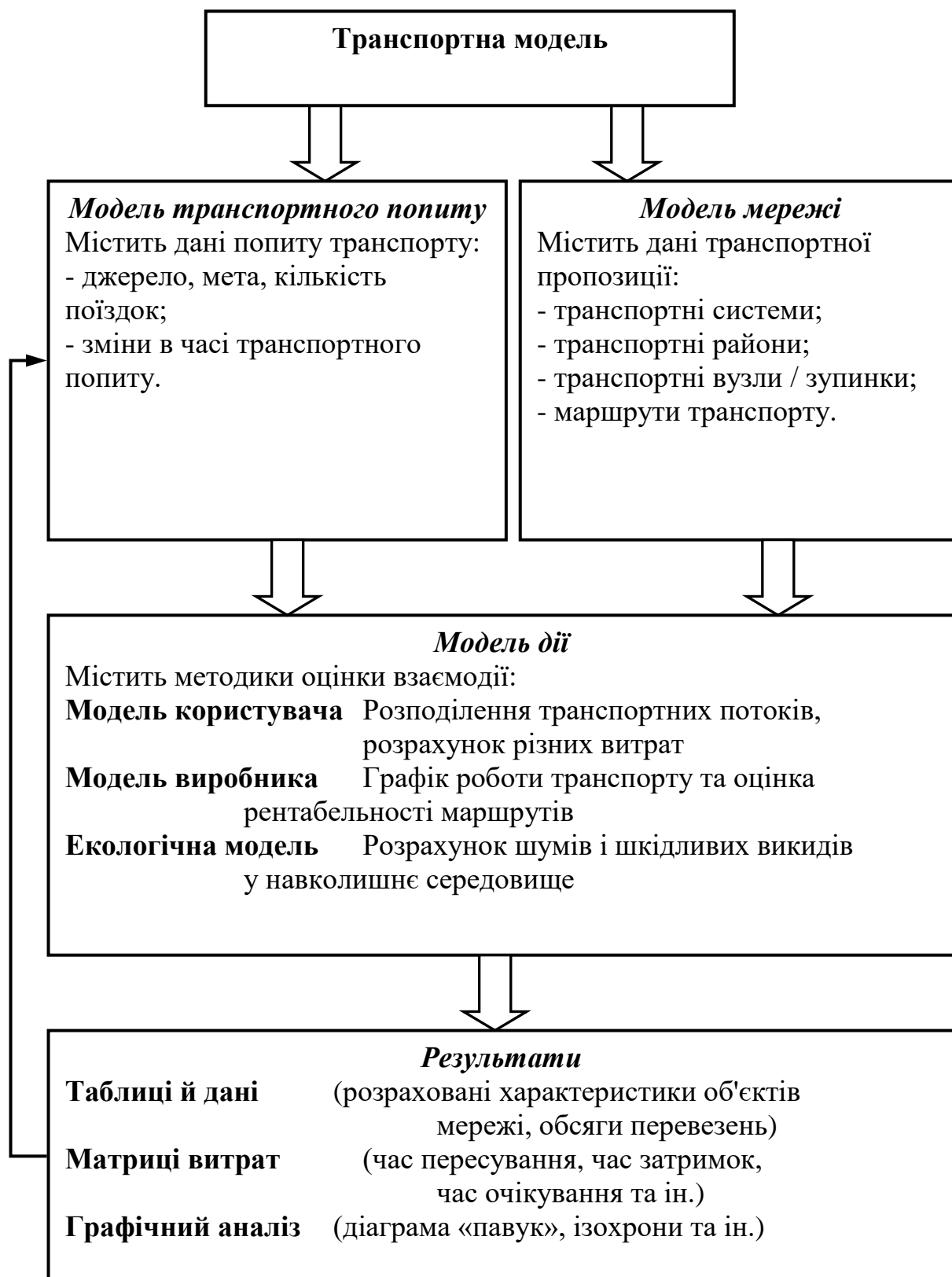


Рисунок 4.6 – Транспортна модель і модель дії VISUM

В моделі підприємства розраховуються виробничі параметри, наприклад, пробіг ТЗ в кілометрах, кількість одиниць транспорту, кількість годин експлуатації або експлуатаційні витрати. Модель мережі для транспортної системи повинна відображати просторову і тимчасову структуру пропозиції транспортних послуг. Тому модель мережі складається з безлічі об'єктів, які містять всі релевантні дані мережі транспортних шляхів, маршрутів, розкладів, ТР.

VISUM представляє результати розрахунків у вигляді графіків і таблиць і дозволяє проводити різноманітні графічні аналізи. Таким чином, можна відобразити й проаналізувати, наприклад, ділянки перетину ТП, «пучки» потоків («павуки»), ізохрони й ТП у вузлах. Такі параметри, як час пересування, час затримок, частота пересадок, частота обслуговування та інші виводяться у вигляді матриць. Як і всі моделі, транспортна модель представляє абстракцію реального світу. Розглянемо більш детально процес формування транспортної моделі в VISUM.

На першому етапі в VISUM завантажується «фон» (карта об'єкту моделювання), після чого проводиться масштабування для отримання точних характеристик моделі, які б відповідали аналогічним характеристикам реального об'єкту.

Далі на завантажений «фон» наносяться точкові об'єкти, що визначають просторове положення перехресть або залізничних пунктів – «вузли», які також є початковими або відповідно кінцевими точками відрізків. Для більш точної деталізації «вузлам» привласнюються реальні координати їхнього місцезнаходження.

Наступним кроком моделювання є нанесення «відрізків» – спрямованих ребер, які характеризують прямий і зворотний напрямки і є самостійними об'єктами мережі. Відрізки з'єднують вузли і, таким чином, описують структуру АДМ та залізничної мережі. Якщо модель цього вимагає, на «відрізках» вказується можливість здійснення поворотів, розворотів та ін., які характеризують дозволені напрямки руху в «вузлі» й, з використанням яких враховуються затримки ТЗ.

Після цього в модель пропозиції заносяться об'єкти, які описують положення місць тяжіння в мережі – «райони». У якості «районів» можуть використані житлові райони, місця роботи, торговельні центри, школи та навіть окремі ЗП. Якщо модель велика та складна (з великою кількістю «районів»), то для спрощення моделювання вводяться так

звані «вищі райони», які об'єднують в себе декілька «районів». Таке об'єднання дозволяє зменшити трудомісткість збору вихідної інформації (зменшується розмірність МК) та виконання розрахунків. Але, в свою чергу, не гарантує точності моделювання. «Райони» в транспортній моделі є вихідним пунктом і метою переміщень транспорту. З мережею вони з'єднуються через «примикання».

Примикання з'єднують «райони» з АДМ. Для кожної окремої транспортної системи вони відповідають кінцевому та початковому пішохідним підходам між центром «району» та «вузлом».

При формуванні моделі пропозиції для ГТ далі моделюються «зупинки», які поділяються на зони зупинок і пункти зупинок. Вони відображають місце, на якому зупиняється маршрутний транспорт. Наприклад, для висадки та посадки пасажирів або для завантаження або розвантаження вантажів. Після чого формуються «маршрути».

«Маршрути» зібрані в книзі розкладу з назвами і мають, як правило, прямий і зворотний напрямки. «Маршрут» може складатися з кількох варіантів, які розрізняються, наприклад, трасою руху. Кожен шлях «маршруту» описує його просторовий хід, на якому визначені один або декілька тимчасових ходів.

Модель мережі розрізняє системи транспорту наступних типів індивідуальний транспорт, ГТ та пішохідний рух.

Системи типу «індивідуальний транспорт» залежать від допустимої швидкості та пропускної здатності «відрізка»; системи транспорту типу «ГТ» рухаються на базі розкладу.

Для зв'язку між пропозицією транспортних послуг з попитом на транспорт служать режими і сегменти попиту (рисунком 4.7).

Один режим пов'язує одну або кілька систем транспорту. В VISUM режим охоплює одну систему транспорту «індивідуальний транспорт» або кілька систем «ГТ». Також існує можливість об'єднати кілька систем транспорту.

Пропозиція транспортних послуг підпорядковується різноманітним діям (впливам), які можуть змінюватися різними способами.

Метою моделі користувача є розрахунок дії пропозиції транспортних послуг на учасників транспортного руху. Важливими параметрами для оцінки пропозиції транспортних послуг є такі параметри, як час на пересування, час затримок в русі й витрати на

поїздки між двома ТР. Для оцінки пропозиції ГТ використовуються додаткові параметри, такі як, наприклад, частота пересадок, час очікування при пересадці і частота обслуговування зупинки.

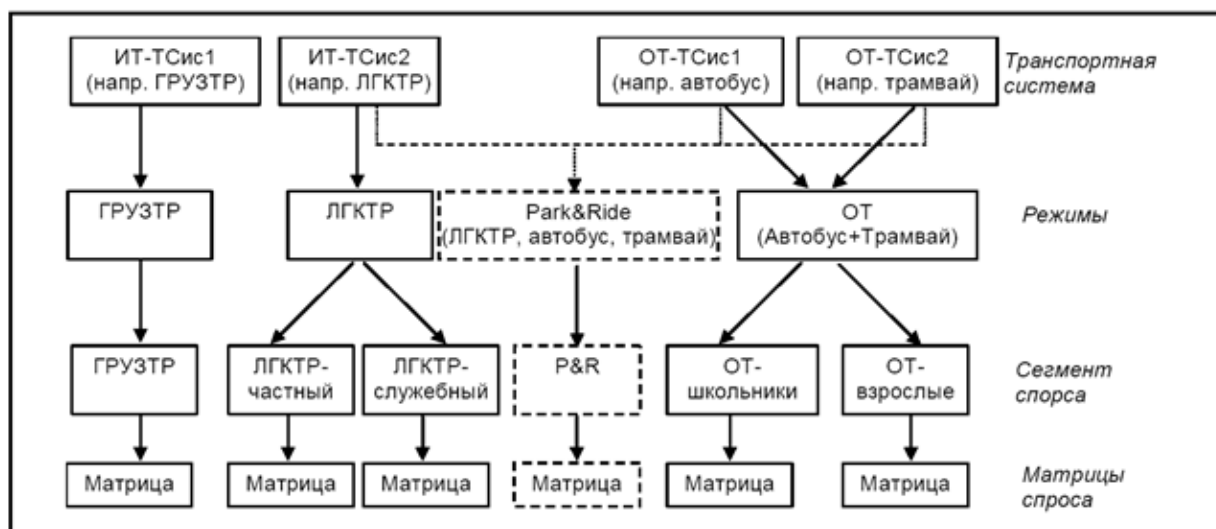


Рисунок 4.7 – Зв'язок між системою транспорту, режимами, сегментами попиту і матрицями попиту

Для розрахунку цих параметрів, моделюються переміщення учасників транспортного руху. Користувач «індивідуального транспорту» обирає для переміщення зручний для нього шлях. Споживач «ГТ» разом з вибором шляху також обирає час відправлення за розкладом, тобто він шукає найкраще сполучення. Тоді як шлях описує тільки просторове переміщення в межах мережі, сполучення охоплює додаткову інформацію про зміну в часі, тобто про час відправлення або, відповідно, прибуття на посадочні зупинки ГТ, на пересадочні ЗП і на ЗП виходу. Аналогічно користувач «індивідуального транспорту» вирішується при динамічному розгляді на найзручніший час відправлення, яке в залежності від завантаження мережі також не завжди відповідає бажаному часу відправлення. Спираючись на термінологію ГТ, можна стверджувати, що при динамічному розгляді системи «індивідуального транспорту» про сполучення як комбінацію обраного шляху і часу відправлення.

Основою методів для моделювання переміщень є алгоритми пошуку, які розраховують шлях або сполучення між «джерелом» і «метою». Алгоритмами пошуку є так звані методи найкращого шляху,

які визначають шлях з мінімальним опором. При цьому опір може бути сукупністю параметрів: час, відстань і витрати. Залежно від методу пошуку цей найкращий шлях представляється як шлях або як сполучення. На знайдені шляхи або сполучення розділяються потім поїздки кореспонденцій «джерело-мета». Така комбінація пошуку шляху і поділу поїздок називається перерозподілом потоків. Для «індивідуального транспорту» перерозподіляються поїздки автомобілів, в «ГТ» – поїздки пасажирів. Для кожного шляху (сполучення) між двома ТР можна визначити параметри, які описують якість шляху (сполучення). Крім того, при перерозподілі потоків розраховуються значення навантаження на «відрізках», «поворотах», для «ГТ» також «зупинок» і для всіх об'єктів ієрархії «маршрутів» транспортної системи до рівня окремих поїздок. На відміну від параметра якості (наприклад, час у дорозі), параметр навантаження частіше є лише непрямим параметром, який сам по собі не підходить для оцінки транспортної пропозиції.

Процедури перерозподілу, які служать для визначення споживчих параметрів і навантажень в мережі, є центральною складовою частиною VISUM. В VISUM можна проводити перерозподіл потоків «індивідуального транспорту» за допомогою шести процедур (при цьому для п'яти перших методів мова йде про статичний перерозподіл без певного моделювання часу, а шоста процедура працює на основі динамічної моделі, тобто з урахуванням зміни параметрів за часом):

- послідовний перерозподіл. Процедура послідовного перерозподілу поділяє МК у відсотковому відношенні на кілька часткових матриць. Кореспонденції часткових матриць поступово перерозподіляються на мережу. При цьому для пошуку шляхів враховується опір, що виводиться з навантаження попереднього кроку;

- рівноважний перерозподіл. Процедура рівноважного перерозподілу розділяє попит відповідно першого принципу Вардропа: «кожний окремий учасник транспортного руху обирає свій маршрут так, що тривалість поїздки на всіх альтернативних шляхах в остаточному підсумку однакова й кожна зміна на інший шлях збільшила б особистий час у дорозі». Виходячи з послідовного перерозподілу потоків як початкового рішення, створюється рівноважний стан у багатоступінчастій ітерації. У внутрішньому кроці

ітерації шляхи однієї кореспонденції переміщенням ТЗ приводяться в рівновагу;

- навчальна процедура (принцип «все-або-нічого»). Навчальна процедура відображає «навчальний процес» учасників транспортного руху під час переміщення по мережі. Виходячи з принципу «все-або-нічого», водії враховують інформацію останньої поїздки для нового пошуку шляхів;

- метод Tribut. На відміну від класичних процедур, які спираються на постійне значення часу (value of time). Tribut використовує значення часу, що отримані в результаті випадкового розподілу. При пошуку шляхів застосовується метод декількох шляхів, який враховує два рівноважних критерія – час і витрати;

- стохастичний перерозподіл. Враховує ті обставини, що важливі для вибору шляхів, параметри (час у дорозі, довжина, витрати) учасниками транспортного руху сприймаються суб'єктивно, частково на основі неповної інформації. Додатково вибір шляхів залежить від особистих переваг учасників транспортного руху, які зовсім не відображаються в моделі. Обидва підходи разом ведуть до того, що на практиці обираються також ті шляхи, які при строгому застосуванні принципу Вардропа були б ненавантажені. Тому в стохастичному перерозподілі спочатку розраховується безліч альтернативних шляхів, а потім попит розділяється відповідно до моделі розподілення (наприклад, Logit);

- динамічний перерозподіл. Відрізняється від усіх вище згаданих процедур точним моделюванням вісі часу. Діапазон часу перерозподілу розділяється на окремі відрізки часу (інтервали), потім навантаження й опір для кожного такого відрізка часу розраховується окремо. Для кожного інтервалу відправлення розподіляється попит на наявні сполучення (маршрут + час відправлення) відповідно до моделі розподілення як при стохастичному перерозподілі. Таким моделюванням відображаються тимчасові стани перенасичення в мережі. В ході дня змінюється вибір шляхів, а також при необхідності зсув часу відправлення від бажаного моменту.

Для кожної з вище представлених процедур перерозподілу існує два варіанти:

- звичайний перерозподіл (перерозподіляється одна матриця однієї транспортної системи «індивідуальний транспорт», наприклад, матриця для легкових автомобілів);

- мульти-перерозподіл (перерозподіл декількох матриць попиту, які містять попит для однієї або декількох систем «індивідуальний транспорт» – наприклад, МК легкових автомобілів і вантажних перерозподіляються одночасно.

Провівши перерозподіл, можна отримати дані про розподіл пасажирських або ТП у вигляді навантажень на ділянках АДМ, які в подальшому використовуються для корегування маршрутних і транспортних мереж міст.

Ця обчислювальна структура дозволяє виконати на достатньо високому рівні прогнозування автотранспортних потоків на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення України. Широкий перелік характеристик елементів транспортної мережі дозволить скласти докладну модель автомобільних доріг України.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ОСНОВНОГО ЗАСОБУ ПЕРЕСУВАНЬ НАСЕЛЕННЯ У МІСТАХ

5.1. Громадський транспорт як основний засіб пересувань населення у містах

Громадський транспорт призначений відігравати важливу (і стабільну) роль в справі підвищення зручності для життя мешканців середніх і великих міст. Досягти цього результату можна за рахунок ряду продуманих дій, які починаються з прийняття концепції інтермодальної транспортної політики і передбачають реалізацію цієї політики за допомогою конкретних регуляторних та інвестиційних заходів, включаючи спорудження швидкісного систем громадського транспорту. Всі ці заходи повинні застосовуватися у рамках раціональної системної транспортної політики, що виходить із розуміння ролі громадського транспорту і його взаємодії з іншими видами повідомлень.

Реалізація такої політики пов'язана з використанням різноманітних заходів, які можна класифікувати за тривалістю дії на короткострокові, середньострокові і довгострокові.

Короткострокові стимули до використання громадського транспорту:

- Введення пріоритетного проїзду громадського транспорту по відношенню до загального потоку транспортних засобів.
- Введення або зміцнення інтермодальної інтеграції різних видів громадського транспорту, а також системи громадського транспорту в цілому з іншими видами повідомлень.
- Введення часткової або повної оплати проїзду найманих працівників (покупців, клієнтів) за рахунок роботодавців (власників об'єктів роздрібної торгівлі та системи послуг).

Зазвичай цей захід негайно призводить до активізації використання громадського транспорту.

Середньострокові стимули до використання громадського

транспорту:

- Введення прогресивних методів оплати проїзду на громадському транспорті, зокрема використання смарт-карт, які можна застосувати для всіх транспортних платежів, включаючи не тільки громадський транспорт, а й платежі за користування паркінгами та зонами платного доступу.

- Використання інтелектуальних транспортних систем (ITS), що забезпечують надання пріоритетного проїзду громадського транспорту, інтеграцію різних видів транспорту, збільшення надійності транспортних послуг і поліпшення інформованості пасажирів.

Довгострокові стимули до використання громадського транспорту:

- Достатнє, стабільне і передбачуване фінансування громадського транспорту. Вирішити це завдання можна за допомогою інтегрованого транспортного фонду і за рахунок встановлення спеціального цільового податку або виділення під цю мету інших дохідних джерел.

Планування і будівництво мережі швидкісного високоефективного громадського транспорту, здатного конкурувати з автомобілями.

- Включення проектів розвитку громадського транспорту до складу всіх великих проектів нової забудови. При цьому інтермодальність транспортної системи повинна розглядатися як найважливіша властивість міста, зручного для життя.

Важливість громадського транспорту в малих містах визначається головним чином його соціальними функціями. Видовий склад громадського транспорту включає автобуси та мікроавтобуси, що працюють на вулицях в загальному потоці транспортних засобів. Їх доповнюють таксі та інші види паратранзиту.

У великих містах першорядне значення набуває здатність громадського транспорту ефективно обслуговувати великі обсяги пасажирських перевезень. Можна в повній мірі скористатися цією перевагою, якщо домогтися, щоб громадський транспорт зміг конкурувати з автомобілем, особливо в категоріях швидкості і надійності. Ця мета може бути досягнута виключно за рахунок надання громадському транспорту права пріоритетного проїзду в загальному потоці транспортних засобів або за рахунок спорудження відокремлених колійних конструкцій (категорії пріоритетності проїзду відповідно ROW-B і ROW-A). При цьому планування і експлуатація

громадського транспорту істотно залежать від зазначених категорій пріоритетності.

5.2. Короткострокові стимули до використання громадського транспорту

Короткострокові стимули до використання громадського транспорту. Надання права пріоритетного проїзду громадського транспорту. Така практика є загальнопоширеною в ряді західноєвропейських країн, але рідко використовується в Північній Америці та інших частинах світу.

Традиційні методи організації дорожнього руху засновані на контролі кількості транспортних засобів, що проїжджають через деякий створ дороги; іншими словами, одиницею трафіку виступає тут окремий транспортний засіб. Такий підхід виправданий в тому випадку, коли види транспорту розглядаються роздільним чином. В рамках інтегрованої, системної транспортної політики змінюється фундаментальний логічний принцип регулювання трафіку: вихідною одиницею стає вже не окремий транспортний засіб, а окремий пасажир.

Якщо продуктивність вулиці вимірювати числом пасажирів, переміщених через неї в одиницю часу, то всю ідеологію управління трафіком необхідно модифікувати на користь транспортних засобів великої місткості, тобто присвоїти кожній транспортній одиниці ваговий коефіцієнт, пропорційний кількості перевезених пасажирів. Цей підхід логічним чином призводить до ідеї пріоритетного проїзду громадського транспорту.

Популярне «Transit First» відображає пріоритетне ставлення до громадського транспорту і означає комплекс заходів (в основному недорогих), що дозволяють вагонам громадського транспорту рухатися швидше і з меншими затримками в дорозі. З цією метою вагони громадського транспорту сепарується від інших транспортних засобів на перетинах в одному рівні або по всьому маршруту слідування за допомогою пристрою відокремлених («алмазних») смуг, в тому числі смуг, відокремлених від решти проїжджої частини високим бордюром. У цих же цілях вагонів громадського транспорту надається пріоритетна зелена фаза на регульованих перехрестях. Застосовуються також схеми з адаптивною зеленою фазою, коли автоматичний контролер вмикає зелене світло у міру наближення вагона до перехрестя.

Додамо до цього списку ще й такі заходи, як розташування зупинок громадського транспорту в місцях зі зручним пішохідним доступом, дозвіл вагонів громадського транспорту нехтувати знаками, які забороняють поворот або наскрізний проїзд, і т. і.

З приводу питання про пріоритет в ширшому контексті перераховані інженерні та управлінські заходи слід доповнити кроками, що належать до сфери тарифікації, реклами та інших суспільних процесів, що формують імідж і стимулюючих користування громадським транспортом. Значення всіх цих заходів в рамках концепції «Transit First» полягає не тільки в забезпеченні більш високого рівня обслуговування, а й в доданні громадському транспорту іміджу та конкурентних переваг на тлі загального потоку транспортних засобів.

Інтермодальна інтеграція. Така інтеграція має виняткове значення для підвищення якості послуг громадського транспорту та залучення пасажирів. Вступаючи в конкуренцію з автомобілем, громадський транспорт повинен забезпечити пасажирів транспортними послугами якості, у всякому разі втрати часу на пересадках повинні бути мінімальними. Для досягнення цієї мети громадський транспорт повинен являти собою єдину інтегровану мережу, причому незалежно від того, скільки видів його працює в місті і скільки муніципальних агентств і / або приватних компаній обслуговує ті чи інші маршрути. Пасажиру, який бажає скористатися громадським транспортом, повинна бути запропонована єдина транспортна система, а не конгломерат різних перевізників і видів транспорту. Надання послуг різними перевізниками не повинно становитися проблемами для пасажирів, а пересадки з одного виду транспорту на інший повинні бути сплановані й організовані так, щоб переконати пасажирів в перевагах комбінованої поїздки двома видами громадського транспорту по відношенню до будь-яких інших альтернатив. Наприклад, пересадка з маршруту приміського автобусу на лінію рейкового транспорту прийнятно тільки в тому випадку, коли зручність і швидкість поїздки на рейковому транспорті переважають зусилля, витрачені на пересадку.

Організаційна інтеграція. Необхідно, щоб послуги громадського транспорту надавало або єдине міське агентство, або «зонтична» структура, яка об'єднує всіх міських перевізників в частині виконуваних ними функцій по відношенню до пасажирів. Цієї мети

можна досягти, спонукаючи муніципальні агентства і приватні компанії до підписання спеціальних угод з приводу створення та експлуатації загальних терміналів, уніфікації тарифів і т. і. Хорошим прикладом такого роду є досить ефективна концепція «транспортного союзу», яка була реалізована в ряді великих європейських міст і отримала широку популярність.

Такі «союзи» планують і координують перевізну діяльність всіх видів міського транспорту, акумулюють доходи від збору плати за проїзд і перерозподіляють їх між компаніями - учасниками союзу на основі заздалегідь узгодженої формули, що відбиває витрати на виконану транспортну роботу.

Експлуатаційна інтеграція. На цьому рівні інтеграції потрібно забезпечити координацію роботи маршрутів і видів транспорту за допомогою стикування маршрутних мереж і формування узгоджених маршрутних розкладів, покликаних забезпечити найбільш ефективні і зручні пересадки на зупиночних пунктах і пасажирських терміналах. При цьому передбачається, що пасажир одноразово сплачує за наскрізну поїздку незалежно від того, якими видами транспорту ця поїздка буде обслужена. Інформація про послуги громадського транспорту також повністю інтегрована.

Матеріально-технічна інтеграція. Головними рисами такої координації є використання зупиночних терміналів, уніфікованих по дизайну і загальних для всіх видів транспорту і компаній-перевізників, а також наявність єдиної системи диспетчерського управління. Всі ці елементи інтеграції мають на меті забезпечення безпеки, швидкості і зручності пересадок пасажирів.

Інтегровані системи значно привабливіші для пасажирів і в результаті більш конкурентоспроможні, ніж конгломерати окремих видів громадського транспорту. З цієї причини інтеграція необхідна навіть тоді, коли транспортні послуги надаються безліччю незалежних компаній-перевізників.

Дерегулювання зазвичай призводить до дезінтеграції транспортних послуг; цей факт визнають не тільки опоненти, але і адепти цієї радикальної реформи. При цьому саме в дезінтеграції полягає одна з головних причин відмови пасажирів від поїздок на громадському транспорті.

Тарифна політика. Рівень і структура тарифів, а також інноваційні методи справляння плати за проїзд помітним чином

впливають на привабливість громадського транспорту. Рівень і структура транспортних тарифів повинні представляти собою оптимальне дозвіл компромісу між необхідністю максимізації доходних надходжень і головною метою громадського транспорту-залученням максимальної кількості пасажирів.

Іншим важливим фактором є якість і вартість конкуруючих транспортних послуг.

Низький рівень безпосередніх («оплачуваних з кишені») витрат за автомобільну поїздку задає, як правило, помірний рівень тарифу, що, в свою чергу, викликає необхідність субсидування громадського транспорту. Якщо парковка і інші аспекти використання автомобілів також субсидуються, потреба в субсидуванні громадського транспорту зростає ще сильніше.

Тенденцію до все більш широкого використання довгострокових проїзних квитків (тижневих, місячних, а місцями навіть річних) можна розглядати як спробу підтримки тарифної конкурентоспроможності громадського транспорту з низькими безпосередніми витратами на автомобільну поїздку. Пасажир, що купив такий квиток, стикається з вибором порівнянних за витратами варіантів: за чергову поїздку на громадському транспорті йому не треба тепер платити повну ціну.

В якості компенсації різних форм непрямого субсидування автомобільних поїздок (таких, як безкоштовні парковки або безкоштовне користування корпоративним автопарком) роботодавці в багатьох містах стали оплачувати частину витрат своїх співробітників на громадський транспорт. Внесок роботодавця може здійснюватися в згаданій вище формі монетизації паркувальних пільг (parking «cashout») або в субсидуванні покупки довгострокових проїзних квитків.

5.3. Середньострокові стимули до використання громадського транспорту

Технічні та експлуатаційні інновації часто дозволяють домогтися істотного поліпшення якості послуг, що надаються громадським транспортом. У числі таких інновацій заслуговують згадки: застосування смарт-карт для оплати проїзду, використання «екологічно чистих» автобусів та низькопольних вагонів LRT і автобусів, впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) і інших

засобів, що поліпшують контроль і управління роботою громадського транспорту. Впровадження більшості цих інновацій відноситься до категорії середньострокових удосконалень.

Впровадження смарт-карт. Смарт-карти - це кредитні або дебетові картки, які можна використовувати при оплаті проїзду на громадському транспорті, або, ще більш ефективно, для всіх транспортних платежів, включаючи придбання моторного палива, платежі за користування паркінгами та зонами платного доступу. Найчастіше використання смарт-карт суттєво підвищує привабливість громадського транспорту. Ця технологічна інновація сприяє також психологічному зрівнюванню плати за проїзд в громадському транспорті з витратами на автомобільні поїздки.

Застосування смарт-карт підвищує надійність збору проїзний плати і відкриває можливості для поточних змін і широкої диференціації тарифів, наприклад, для використання підвищених тарифів в години пік або знижок при пересадках на інші види транспорту.

Інтелектуальні транспортні системи (ITS). Розробка і впровадження інформаційних технологій, що відносяться до цього класу, щедро фінансується урядами багатьох розвинених країн і зацікавленими корпораціями. Хоча інтелектуальні транспортні системи орієнтовані в першу чергу на управління дорожнім рухом, деякі їх функціональні можливості можуть бути використані в інтересах громадського транспорту.

По-перше, ці ITS підвищують безпеку і надійність функціонування транспортного потоку, що вигідно для всіх учасників дорожнього руху. По-друге, вони істотно розширюють можливості точного відстеження місцезнаходження вагонів громадського транспорту. Це підвищує ефективність роботи диспетчерських центрів, які отримують можливість оперативного втручання за фактами затримок в роботі маршрутів, при необхідності призначення об'їздів в різних нестандартних ситуаціях.

Технології ITS забезпечують істотні поліпшення в комунікаційній сфері. Наприклад, відстеження місцезнаходження вагонів громадського транспорту в режимі реального часу дозволяє мати повну та оперативну інформацію про фактичну ситуації на маршруті, в тому числі відхиленнях від розкладу. Вся ця інформація може бути доведена до відома потенційних пасажирів.

Потенційно технології ITS можуть зіграти важливу роль в управлінні інтермодальним балансом, а саме в зміщенні розподілу пасажирів за видами транспорту до соціального оптимуму. На жаль, реалізації цих можливостей ITS поки не приділяється належної уваги. Величезні зусилля, прикладені до розвитку цих систем, обмежені, по суті справи, IV і III рівнями транспортного планування, т. е. окремими компонентами транспортної системи та окремими видами транспорту. Ці технології відносяться в основному до дорожнього руху і (вельми непрямым чином) до автобусного транспорту.

Ключові проблеми, які вирішуються на I і II рівнях транспортного планування та в яких застосування ITS було б особливо корисним, все ще не потрапили в фокус інтересів розробників інтелектуальних транспортних систем.

5.4. Довгострокові стимули до використання громадського транспорту

Достатнє і стабільне фінансування. Наявність достатнього фінансування - головна умова стійкої роботи громадського транспорту як високоякісної, високопродуктивної і привабливою для пасажирів транспортної системи. Як і на більшості інших видів транспорту, методи фінансування громадського транспорту істотно різняться по сегментах капітальних і експлуатаційних витрат.

Капітальні витрати включають витрати на придбання рухомого складу, а також будівництво колійних конструкцій і термінальних об'єктів, таких як рейкові шляхи і станційні споруди для трамваїв і приміських залізниць або інженерно-відмежовані відокремлені смуги для автобусів.

Зазвичай такі витрати перевершують фінансові можливості місцевої влади, тому в їх фінансуванні повинні брати участь влади штатів і федеральний уряд, внесок яких часто виявляється основним і вирішальним. Виділенню асигнувань завжди повинен передувати ретельний аналіз планованих до спорудження ліній і термінальних об'єктів громадського транспорту, покликаний довести правомірність і ефективність пропонованих проектів.

Субсидування експлуатаційних витрат громадського транспорту є відображенням інтермодальної транспортної політики, обраної місцевою владою.

Саме вона визначає ступінь сприяння використанню громадського транспорту і, відповідно, вимоги до компаній-перевізників в частині повноти покриття витрат касовими доходами. Слід мати на увазі, що повнота покриття експлуатаційних витрат перевізника касовими доходами залежить в першу чергу від ефективності його експлуатаційної діяльності. Однак потреба громадського транспорту в муніципальних субсидій залежить не тільки від цих внутрішніх чинників, а й від рівня явного або непрямого субсидування конкуруючого сегмента транспортної системи - автомобільний поїздок.

Приватні інвестиції в проекти громадського транспорту, а також участь бізнесу в субсидуванні експлуатаційних витрат можуть зіграти позитивну роль в розвитку транспортних систем і підвищення привабливості наданих ними послуг.

Високоєфективні системи громадського транспорту - необхідна умова формування збалансованої транспортної системи середніх і великих міст і їх позбавлення від тотальної автомобільної залежності.

Базова характеристика високоєфективних систем громадського транспорту - їх фізичне відмежування від загального потоку транспортних засобів. Ця обставина забезпечує таким системам можливість надавати надійні і високошвидкісні транспортні послуги, які не залежать від вуличних заторів, і формує їх привабливий імідж. Завдяки всьому цьому поїздки на швидкісному громадському транспорті стають конкурентоспроможними з автомобільними поїздками. До даної категорії відносяться перш за все традиційні рейкові системи: метрополітени, LRT, приміські залізничні лінії. Сюди ж можна віднести автобусні маршрути, що працюють на відокремлених смугах.

Необхідність спорудження відокремлених в тій чи іншій мірі колійних конструкцій робить будь-яку систему швидкісного громадського транспорту досить капіталомістким об'єктом, але поява таких об'єктів в місті докорінно змінює характер всієї системи громадського транспорту, її роль і місце в міського життя. Цей висновок підтверджується досвідом десятків міст світу, де в останні роки з'явилися нові системи рейкового і автобусного транспорту: Оттави і Курітіби, де працюють швидкісні системи автобусних перевезень на відокремлених смугах руху; Сан-Дієго і Калгарі, де відкрили нові лінії LRT; Мюнхена, Вашингтону, Сан-Франциско, де

пустили лінії метрополітену і приміських залізниць.

Для міста, в якому вся система громадського транспорту зводиться до автобусних маршрутах, які працюють на вулицях в загальному потоці з автомобілями, єдиний спосіб підтвердити свої наміри бути гуманітарно-орієнтованим, стійко розвиваються і зручним для життя - це докласти енергійних зусиль з розвитку транспортних систем з частково або повністю відокремленими колійними конструкціями. В ідеалі такі системи повинні включати мережу маршрутів, повністю покривають всю територію міста або агломерації в цілому. Приблизно так воно є в Чикаго, Торонто і Гамбурзі. Містам, що запізнилися зі створенням систем такого типу, необхідно розробити генеральні плани розвитку громадського транспорту та приступити до його послідовному поетапного здійснення.

Завдання створення мережі швидкісного транспорту в містах, де існують тільки прокладені по вулицях автобусні маршрути, здається на перший погляд нерозв'язною, але недавній реальний досвід показує, що проведення послідовної політики та реалізація продуманих програм розвитку може в розумні терміни привести до успіху в справі створення збалансованих транспортних систем.

До числа недоліків автобусних систем відносяться в першу чергу високі експлуатаційні витрати, пов'язані з високою трудомісткістю перевезень: на відміну від рейкових систем ми не можемо тут підвищити продуктивність праці водіїв за рахунок збільшення місткості вагонів і використання багатовагонних сцепок.

LRT («легкий» рейкового громадський транспорт). LRT являє собою велику сукупність різновидів рейкового транспорту з різними варіантами колійних конструкцій и пріоритетності проїзду. Категорії LRT відповідає широкий діапазон провізних можливостей, швидкості і режимів експлуатації.

Метрополітени або системи швидкісного транспорту відносяться до категорії найбільш вискоєфективних і капіталомістких транспортних систем. Вони є оптимальним вибором для транспортних коридорів з потужними концентрованими пасажиропотоками. Спорудження метрополітенів передбачає тісну координацію планів розвитку систем громадського транспорту з активним територіальним розвитком, в тому числі створення в передмістях великих інтермодальних пересадочних вузлів.

Метрополітенам віддається перевага перед системами LRT там,

де планувальник виходить з гіпотези активного розвитку міста на довгострокову перспективу. Крім того, якщо в проекті створення нової транспортної системи апріорі передбачається повне відокремлення колійних конструкцій, в тому числі за рахунок будівництва тунелів, найбільш логічно стає LRT, а саме метрополітен, оскільки витрати за обома варіантами можна порівняти, але метрополітен у всіх випадках більш ефективний.

Приміські залізниці грають сьогодні все більш важливу роль у багатьох агломераціях. Радіальні залізничні лінії обслуговують, як правило, приміські райони, що традиційно відрізняються найвищим рівнем автомобілізації населення.

Однак по мірі зростання населеності передмість (і ще більш енергійного зростання парку автомобілів) поїздки на приміських залізничних лініях стають конкурентоспроможними з автомобільними поїздками і все більш привабливими для пасажирів: позначається наявність відокремлених колійних конструкцій, що забезпечують високу швидкість і надійність перевезень, а також комфортабельних, містких вагонів.

Традиційні приміські залізничні сполучення були розраховані на маятникових мігрантів: тут передбачалося рух багатовагонних поїздів з великими інтервалами, до того ж лише в години ранкового і вечірнього піку. Однак даний тип залізничних сполучень не є єдино можливим. У міру розростання передмість пасажирські кореспонденції стають різноманітнішими як за напрямками, так і по годинах доби. Тому виникає потреба в цілодобовому русі поїздів з інтервалами 20-30 хвилин.

Для того щоб така схема організації руху стала економічно виправданою, потрібні принципові зміни складових поїздів і механізму збору проїзної плати. Багатовагонні поїзди, характерні для традиційної схеми, обслуговувалися великими командами кондукторів, які збирали плату за проїзд. У новій схемі збір проїзної плати повинен бути переведений на безкондукторну технологію, потрібно також створити систему централізованого управління відкриванням / закриванням дверей і виконанням ряду інших функцій. Це дозволить обслуговувати поїзда екіпажами з одного-двох машиністів. На електрифікованих лініях після такої модернізації можна буде використовувати поїзди, що складаються з одного-двох вагонів з автономною тягою, причому експлуатаційні витрати будуть нижчими

за нинішні. Для неелектрифікованих ліній європейські виробники недавно запропонували нові конструкції ефективних вагонів з автономними двигунами, що працюють на дизельному паливі.

Системи громадського транспорту з автоматичним управлінням рухом вагонів по естакадним напрямним (Automated Guided Transit - AGT). Системи AGT перспективні для обслуговування пасажирського трафіку порівняно високої інтенсивності в районах, де є територіальні резерви для установки естакадних напрямних з частими зупинковими терміналами. У таких випадках зазвичай використовуються або рейкові шляхи і вагони трамвайного типу, або бетонні напрямні і вагони автобусного типу. В обох випадках тут може бути досягнута прийнятна частота руху при собівартості нижчою, ніж у традиційних метрополітенів.

Велика сукупність заходів транспортної політики, планування міських районів і транспортного планування, проведення яких дозволяє розраховувати на формування ефективної і збалансованої інтермодальної транспортної системи, може бути класифікована по двом великим категоріям: планування на макрорівні, що включає вибір конфігурації міста у взаємозв'язку з мережею ліній тих чи інших видів транспорту; проектні рішення на мікрорівні, які роблять всі види забудови (житлову, ділову, громадську і т. і.) більш дружніми до пішоходу і передбачають фізичну можливість простого і зручного доступу до послуг громадського транспорту.

У багатьох містах, особливо тих, які формувалися в епоху тотальної орієнтації на автомобілі і дороги, планувальник стикається з об'єктивними труднощами на обох цих рівнях. Цих труднощів можна уникнути при перспективному плануванні і проектуванні розвитку нової забудови.

У міських районах поняття «доступність» передбачає, що до об'єкту нової забудови можна дістатися на автомобілі, громадським транспортом та іншими видами повідомлень, порівняльна питома вага яких залежить від характеру забудови та інших місцевих умов.

Для забезпечення умов ефективної доступності в районах забудови, диверсифікованої по щільності і функціональному призначенню, а також відповідає вимогам збереження навколишнього середовища, необхідно спланувати введення мереж громадського транспорту в усі основні центри міської активності. Маються на увазі центральні квартали міста і локальні приміські центри, великі торгові і

офісні будівлі, торгові моли, житлові райони з високою і середньою щільністю забудови і т. і. Всі ці об'єкти і комплекси слід споруджувати тільки там, де є достатні можливості не тільки для автомобільного доступу, але і для користування високопродуктивними видами громадського транспорту. Таким чином, землевідведення під нове будівництво слід координувати з існуючим станом і планованим розвитком мереж громадського транспорту.

Одночасно необхідно враховувати і вимоги, що пред'являються до експлуатації транспортних систем, особливо в тих випадках, коли мова йде про рейкові види транспорту. У числі таких вимог – резервування лінійних землевідведень можливо меншою кривизни в усіх транспортних коридорах з потенційно високим попитом на перевезення.

Зведення основних центрів міської активності як загальноміського, так і локального приміського рівня в багатьох випадках можна планувати в інтермодальних транспортних вузлах: поблизу пересадочних терміналів, перехоплюючих паркінгів та інших місць масового підвезення пасажирів. Великий автобусний термінал, який працює в якості пересадочного вузла для декількох маршрутів з узгодженими розкладами, може стати фокусною крапкою для забудови житлового, торговельного або ділового призначення.

Проекти багатьох міст, побудованих в першій половині ХХ ст., передбачали повну інтеграцію з громадським транспортом.

В даний час багато приміських та міських районів знаходяться в тотальній залежності від автомобілів, що призводить, з одного боку, до постійного збільшення сумарного пробігу, а з іншого - до недостатньої мобільності деяких груп населення.

Це положення можна стабілізувати і навіть пом'якшити тільки в довгостроковій перспективі і тільки за рахунок поліпшення координації планування землекористування з розвитком громадського транспорту.

Виходячи з того, що достатня і ефективна доступність є основною умовою існування і розвитку функціонально диверсифікованих територій, будь-який план нової забудови слід оцінювати з точки зору умов доступу. Мова йде не тільки про автомобільну, але саме про інтермодальну доступність, що розглядається з точки зору всіх категорій користувачів. При цьому планувальник зобов'язаний співвідносити попит на перевезення з нинішнім і перспективним

станом транспортної системи. Тому оцінку проектів забудови слід засновувати на аналізі механізму породження попиту на перевезення, розподілу пасажирів за видами транспорту і місць призначення поїздок.

Треба враховувати також пропускну здатність вулично-дорожньої мережі та якість послуг громадського транспорту.

Проектні рішення на мікрорівні. Об'єктами таких рішень є під'їзні дороги, місця для парковки, пункти зупинки і термінали громадського транспорту, пішохідні шляхи сполучення та інші транспортні комунікації, призначені в кінцевому рахунку для забезпечення зручного доступу в житлові квартали і центри ділової найважливішого принципу.

Всі елементи таких рішень відіграють, як правило, ключову роль у формуванні розподілу пасажирів за видами транспорту для поїздок як в зовнішньому повідомленні (тобто за межі зони забудови), так і у внутрішньому.

Оскільки у нас автомобіль - основний засіб пересування, найбільшу увагу планувальників доводиться зазвичай на частку доріг і паркінгів, а інші види транспорту залишаються зазвичай поза зоною їх інтересів. Це серйозна помилка. Якщо планувальник знехтував факторами, що впливають на прийнятність пішохідних і велосипедних пересувань (незахищеність від автомобільного трафіку і негоди, дальності і напрямків маршрутів тощо), то багато потенційних пішоходів і велосипедистів зволіють автомобіль. Ця обставина неминуче призведе до зсуву міжмодального розподілу з усіма наслідками, що випливають звідси наслідками у вигляді надлишкових територіальних ресурсів і капіталовкладень, потрібних для пристрою відповідної інфраструктури, а також вуличних заторів з усіма їх негативними ефектами.

За останні півтори сотні років у місті як адміністративно-територіальній одиниці відбулися надзвичайно стрімкі зміни. Науково-технічний прогрес приніс суттєві корективи в усі сфери життя. На кожному своєму витку він створює для людини нові й нові умови та вимагає мобільних рішень щодо пристосування до них.

Поняття «зручне для життя» використано до міста означає бажану якість життя для своїх громадян, у тому числі можливості для різноманітних форм соціальної активності, наявність привабливих громадських просторів, забезпечення належного рівня захисту приватного життя в поєднанні з включеністю в міське співтовариство.

6.1. Зародження урбаністики

У наступних трактуваннях термін «зручний для життя» став трактуватися ще ширше, охоплюючи стабільність економіки міста, його соціальне і екологічне благополуччя.

Настільки широке визначення застосовується тому, що всі ці компоненти взаємопов'язані. Місто може бути прекрасним зовні, але якщо в ньому високий рівень безробіття, то, цілком ймовірно, він буде страждати і від злочинності, і від інших соціальних проблем. Отже, в межах загальної задачі створення міста, зручного для життя, можна сформулювати три основні комплекси цілей, які визначають його базові характеристики:

- *Гуманітарна орієнтація міста і створення дружньої до людини міського середовища*, тобто формування умов, які роблять місто привабливим, а життя в ньому зручним, спокійним і приємним. У число цих умов входить високий ступінь стійкості.

- *Економічна життєздатність і ефективність.*

- *Соціальне благополуччя*, тобто відсутність соціальних, економічних і етнічних бар'єрів, а також занадто великих перепадів в доходах жителів; відсутність злочинності і громадських заворушень, наявність почуття спільності і гордості за своє місто і регіон.

Для категорії «місто, зручне для життя» важко підібрати точне формальне визначення, кожен, проте, в стані зрозуміти, наскільки зручна для життя урбанізована територія, на якій він живе. Відповідно, кожен здатний швидко відчувати, що місто нефункціональне, що воно перевантажене проблемами, що в ньому відсутні ознаки суспільного і культурного життя. Завдяки своєму багатогранному впливу на функціонування міста, на його соціальні та екологічні аспекти, транспортна система є базовим елементом, що робить місто зручним для життя. Ефективна транспортна система обов'язково повинна відповідати всім трьом сформульованим вище комплексам цілей. Важко назвати загальне лаконічне визначення ефективної транспортної системи, оскільки ефективність залежить від умов кожного конкретного міста. Втім, в більшості випадків транспортна система, щоб вважатися ефективною, повинна відповідати таким загальним вимогам.

- Забезпечувати обслуговування всіх районів, де на транспортні послуги є попит.
- Бути доступною всім групам населення: в місті і передмістях, всім віковим категоріям, всім економічним групам, більшості категорій маломобільних громадян і т. і.
- Забезпечувати місцевий доступ до терміналів сполучень дальнього прямування - аеропортам, залізничним та автобусним станціям, примикань до міжміським автомобільним магістралям.
- Володіти достатніми провізними можливостями, особливо в районах з максимальною концентрацією ділової активності.
- Володіти задовільними якісними характеристиками, такими як швидкість, безпека, надійність, комфорт.
- Передбачати розумні витрати і належним чином встановлені тарифи.
- Забезпечувати функціонування ефективної товаропровідної мережі по всьому місту.
- Забезпечувати комунікації та послуги, ефективно поєднані з гуманітарно-орієнтованої міським середовищем і жвавістю вулиць, пристосовані до специфічних потреб житлових, ділових і торгових зон, історичних об'єктів, пам'яток і т. П.
- Стимулювати формування бажаних форм і напрямків розвитку міської забудови.

- Працювати з мінімально можливими негативними зовнішніми ефектами.

Створення ефективної системи залежить від ряду факторів, у тому числі від конфігурації транспортної мережі, її відповідності конфігурації міста і розподілу вогнищ активного землекористування, а також від якості проектування на макро- і мікрорівні.

З вищенаведеного переліку ясно, що жоден окремо взятий вид транспорту не може задовольняти всім сформульованим вимогам, особливо в великих містах.

Наприклад, такі міста, як Лос-Анджелес, Детройт і Х'юстон, десятиліттями намагалися покладатися тільки на автомобілі і хайвеї. В результаті такої політики незручними для життя стали як центральні ділові райони, так і багато передмістя. Агломерації, що склалися навколо цих міст і спиралися виключно на використання легкового і вантажного автомобільного транспорту, зіткнулися з наростаючими проблемами транспортних заторів при відсутності альтернативних видів повідомлень.

Таким чином, головне питання при плануванні ефективної транспортної системи великого міста зводиться до вибору місця і ролі, яку повинен в ній грати той чи інший вид транспорту. З цією метою необхідно визначити деякі базові поняття та концепції.

- *Одноmodalьна транспортна система* складається з одного основного виду транспорту, а всі інші відіграють допоміжну або несуттєву роль.

- *Мультимодальна система* являє собою сукупність видів транспорту, які діють в одному місті чи агломерації. Ця сукупність може бути інтегрована (або не інтегрована) в єдину систему.

- *Інтерmodalьна система* - це мультимодальна транспортна система, в якій інтеграція різних видів транспорту призводить до підвищення ефективності використання кожного з них, і пасажери можуть з легкістю здійснювати інтерmodalьні поїздки. Інтеграція зазвичай передбачає мережеву координацію (вулично-дорожня мережа; система магістральних маршрутів і маршрутів, що підвозять, пересадочні вузли; маршрутні мережі, що покривають територію обслуговування безперервним чином), координацію маршрутних розкладів, можливість використання наскрізних тарифів, наявність

інформації про всі види транспорту, єдиний імідж транспортної системи і т.і.

- Збалансована транспортна система - це інтермодальна система, спроектована і функціонує таким чином, щоб кожен вид транспорту виконував ту роль, в якій він найбільш ефективний. Іншими словами, різні види транспорту скоординовані так, що пасажери можуть з легкістю здійснювати інтермодальні поїздки, але при цьому кожен вид виконує роль, для якої він технічно і функціонально найбільш пристосований. Отже, тут досягається максимізація зручності для пасажирів і технічно-економічної ефективності транспортної системи. Збалансовані системи - це вища форма устрою міських транспортних систем.

У системі містобудування НТП породжує й підживлює невідворотні та необхідні перетворення в організації міського простору, що, у свою чергу, відбивається на життєдіяльності городян, переводить їх щоразу на якісно новий рівень існування. І головним завданням фахівців, задіяних у різноманітних проектах з адаптації міста до викликів часу, є урахування інтересів передусім людини — мешканця населеного пункту, аби модернізаційні процеси не призвели до погіршення його життєвих умов. Якість життя в сучасному місті, взаємодія людини, простору, міської інфраструктури, транспорту — головного об'єкту модернізаційних змін — цими питаннями переймалися й нині опікуються численні експерти з міського дизайну, архітектори, будівельники, економісти, психологи, соціологи, екологи та інші спеціалісти. Розв'язавши низку серйозних проблем і приборкавши хаос, породжений неграмотним підходом до організації міського простору й потреб населення, деякі з них суттєво допомогли великим і маленьким містам на всіх континентах земної кулі стати зручними для життя. Цей процес "рятування" й пристосування міст до вимог сьогодення — один з найактуальніших нині у світі. Отже, у чому, завдяки інноваційним технологіям, людство виграло, а де, поряд з прогресом, "організувало" собі значні труднощі, що перешкоджають комфортному життю, спробуймо визначити у цій статті, як і шляхи подолання наявних негараздів.

Перші дослідження, присвячені плануванню міського будівництва, були опубліковані в другій половині XIX століття. У 1898 році англійський соціолог Ебенізер Говард запропонував ідею «міста-

саду»: багато в чому утопічну, вона стала передтечею урбаністичних концепцій наступного століття. Тоді ж в Нью-Йорку відбулася перша міжнародна конференція з міського планування. А в 1909 році у Великобританії планування міст почали вивчати як академічну дисципліну.

Незабаром особливостями суспільного устрою міст зацікавилися соціологи. У 1922 році вийшла книга Макса Вебера «Місто», в якій він аналізував походження і особливості міст в залежності від їх функцій та соціальної структури. Соціологічного аналізу міського життя присвячений і збірник есе чиказького вченого Луїса Вірта «урбанізм як спосіб життя», опублікований в 1938 році.

Особливості розвитку міст після II Світової війни дуже вплинули на формування урбаністичних концепцій. Однією з перших спроб осмислити зміни стала книга, що вийшла в 1961 році, «Місто в історії» Льюїса Мамфорда. Він стверджував, що міста втрачають функції, властиві їм ще з часів Середньовіччя. Пішохідні простори скорочуються, поступаючись місцем автомобілям, міста «розповзаються», видавлюючи людей в передмістя, де вони виявляються виключеними з міського життя, а зонування забудови підсилює розшарування суспільства.

На думку Мамфорда, недоліки міського планування викликають безліч соціальних, економічних і екологічних проблем. Подібні ідеї містяться і в книзі канадської активістки Джейн Джекобс «Смерть і життя великих американських міст», де вона аналізує вплив планування міста на життя його мешканців та пропонує способи її поліпшення. Ця книга визначила погляди Яна Гейла, данського архітектора, який понад півстоліття реалізує на практиці принципи планування міста, зручного для життя.

Важливою концепцією в новому урбанізмі є «створення громадського місця» (англ. Placemaking). Один з його авторів, Вільям Холлінгсуорт «Холлі» Уайт, більше 16 років спостерігав за вуличним життям Нью-Йорка, щоб на підставі цих досліджень сформулювати рекомендації з планування міст.

Однак принципи placemaking припускають не тільки спостереження за людьми, але і їх активну участь: ті, кому належить користуватися місцем, і будуть формувати його вигляд. Проектування повинно здійснюватися в результаті спільної роботи місцевих жителів,

а не насаджуватися адміністративним рішенням, а використовувані форми вибираються не довільно - їх визначають виконувані місцем функції.

Створення місця вимагає загальної ідеї того, чим будуть зайняті люди, що знаходяться в ньому, при цьому практична робота виконується окремими послідовними етапами і ніколи не припиняється, оскільки спільноти розвиваються, і їх потреби не залишаються незмінними. Основною ж функцією громадського місця Холлі Уайт вважав соціальну: воно повинно служити посередником між незнайомцями, спонукаючи їх спілкуватися один з одним. А «соціальність» означає, в тому числі, інклюзивність, тому гарне місце однаково привабливо для людей будь-якого віку і статі.

Роботи Яна Гейла дозволили сформулювати критерії якості громадського місця, засновані на трьох принципах. По-перше, гарне місце повинно бути захищеним від транспорту, зловмисників і несприятливих умов навколишнього середовища. По-друге, воно повинно бути зручним: легко доступним і не створює дискомфорту при тривалому перебуванні. Зручність передбачає місця для сидіння, хороший огляд, можливість розмовляти і робити все, чим можуть захотіти займатися люди в громадському місці, як в поодинці, так і компаніями. І, нарешті, відвідувачі такого місця повинні отримувати задоволення від красивої архітектури і приємних особливостей клімату. При цьому важливо, щоб люди не відчували себе втраченими, відірваними один від одного - громадське місце має бути спроектовано «в масштабі людини».

Ян Гейл стверджує, що не можна створити гарне громадське місце раз і назавжди: воно неминуче змінюється, і ці зміни повинні бути змінами на краще. Він наводить приклад площі Таймс-сквер в центрі Манхеттена, частина якої в 2009 році було звільнено від дорожнього руху. Незабаром пішохідну зону заповнили вуличні артисти, які просили грошей у перехожих: їх стало так багато, що деякі представники влади пропонували повернути на площу автомобілі, що створюють, на їхню думку, менше незручностей. Проблему вдалося вирішити, виділивши спеціальні зони, в яких заборонено заважати вільному проходу.

Підвищення рівня комфортності життя громадян – один із стратегічних напрямів розвитку будь-якого сучасного населеного пункту. Місто, що має самобутній вигляд, в якому дбайливо зберігаються історичні пам'ятки, культурно-освітні, рекреаційні ресурси й довкілля, де наявні доступне житло, безпечна транспортна система й позитивна еколого-психологічна атмосфера – ці та інші питання всебічно розкриті у працях вітчизняних і зарубіжних науковців: наших сучасників, а також тих, хто спостерігав за впливом НТП на місто ще на етапі виникнення перших видів транспорту – трамваю, автомобіля, метро. Серед таких – професор Робен Смід (Reuben Jacob Smeed, 1909 – 1976) – один з найавторитетніших вчених ХХ століття, перший професор транспортних досліджень в історії Лондонського університетського коледжу (University College London, UCL), що належить до числа провідних навчальних закладів світу, створений 1826 року. Смід – автор фундаментальних праць щодо проблем міського транспортного планування, організації дорожнього руху, котрі широко цитуються; сер Колін Б'юкенен (Sir Colin Douglas Buchanan, 1907—2001) – відомий вчений-урбаніст, професор, член Палати лордів. Обіймаючи посаду радника Міністра транспорту Великої Британії, 1963 року виступив із знаменитою доповіддю про міське й транспортне планування "Дорожній рух у містах" (The Buchanan Report: Traffic in Towns), в якій поділився власними дослідженнями життя у великих, середніх та маленьких містах, визначив низку проблем та ризиків, що виникають за неправильно організованої міської транспортної системи. У 50 – 60 роки минулого століття попит на автомобілі, зокрема у США, стрімко збільшувався. Максимальне задоволення потреб автомобільної промисловості та її споживачів призвело до виникнення у містах гучних автомагістралей і громіздких розв'язок. У багатьох інших країнах спостерігалася тенденція, за якої міста формувалися як конгломерат мікрорайонів навколо заводів і фабрик. Вулиці й площі, за рідкісним винятком, призначалися для перевезення робочої сили й продукції. В індустріальному суспільстві місто стало недружнім по відношенню до людини. Саме тому й виникла сучасна урбаністика – соціальна, яка переглянула ставлення до міста, як до "великого заводу" й переакцентувала пріоритети містобудування на користь людини та її комфортного життя. Це повноцінна наука, зі своєю методологією,

теоріями й гучними іменами вчених: професор Пенсінвальського університету, всесвітньо відомий консультант і експерт з міського дизайну

Вукан Вучик (1935 р.н., найпопулярніша його праця – "Транспорт у містах, зручних для життя"); архітектор з Данії, запрошений професор у Канаді, США, Австралії, Новій Зеландії, Мексиці, Бельгії, Німеччині, Польщі, Норвегії, Казахстані Ян Гейл (1936 р.н., найвідоміша його книга "Міста для людей"); канадсько-американська письменниця, теоретик з міського планування, одна із засновників руху нового урбанізму, авторка бестселеру "Смерть і життя великих американських міст" Джейн Джекобс (1916 – 2006); професор Каліфорнійського університету, широко визнаний експерт у сфері економіки й міського планування Дональд Шоуп (1938 р.н., книга "Висока вартість безоплатних парковок"); почесний професор UCL, професор транспортної політики Філ Гудвін, який очолював центри транспортних досліджень в університетах Великобританії, зокрема в Оксфорді (доповідь "Як позбавитися міських пробок: новий погляд на стару проблему") та багато інших.

6.2. Ідеї нового урбанізму

Новий урбанізм – ідеологія, яка сформувалася в останні десятиліття ХХ століття і зафіксована в 1996 році в Хартії нового урбанізму. Її послідовники виступають за відтворення компактних і різномірних житлових районів з традиційними суспільними просторами. На противагу грандіозним містобудівним проектам вони пропонують прагматично оцінювати планування міста з точки зору функціональності та реалістичності, і, в той же час, вимагають розглядати кожен елемент в контексті єдиної міської інфраструктури.

Ідеї нового урбанізму часто формулюють у вигляді десяти принципів:

- **пішохідна доступність:** 10 хвилин ходьби має бути достатньо, щоб дістатися до більшості необхідних місць, а вулиці повинні бути зручними для пішоходів.
- **сполученість:** мережа широких і вузьких вулиць повинна розподіляти автомобільний рух і полегшувати пішохідні маршрути.
- **диверсифікованість:** життя в районі повинно бути

представлене у всьому різноманітті будівель – магазинів, офісів, житлових будинків – і людей будь-якого віку, соціального рівня та культурної приналежності. Цей принцип заперечує як поділ міста на «спальні» і «офісні» райони, так і сумну практику створення гетто для бідняків або етнічних меншин.

- **змішана забудова:** нові урбаністи вважають, що крім приватних будинків, розрахованих на одну родину, і багатоповерхівок місто повинно пропонувати «проміжні варіанти» в широкому діапазоні розмірів і вартості.

- **якісна архітектура і планування:** краса і зручність, відчуття затишку в громадських місцях.

- **традиційна структура житлового району:** з чіткими кордонами і центром, в якому знаходиться багатофункціональний публічний простір, що концентрує навколо себе суспільне життя. Таке планування аналогічне влаштуванню середньовічного міста, яке Льюїс Мамфорд вважав еталоном.

- **висока щільність:** міста не повинні «розповзатися», ізолюючи людей і змушуючи їх сідати в автомобілі. Близько розташовані об'єкти інфраструктури зручні для відвідування і використовуються більш раціонально.

- **«зелений» транспорт:** зручні пішохідні та велосипедні маршрути для повсякденного користування і розвинений залізничний транспорт, який з'єднує між собою міста і райони.

- **сталий розвиток:** захист навколишнього середовища, самодостатність і раціональне використання ресурсів.

- **якість життя:** підсумковий критерій, що відображає успішність реалізації всіх принципів нового урбанізму.

Стрімка автомобілізація зробила машину "господарем ситуації", об'єктом, що кількісно і якісно домінує над пішоходом. Програма "Комфортне місто" має захищати інтереси передусім пішохода – людини, яка має право вільно й безпечно пересуватися вулицями міста, дихати свіжим повітрям, милуватися красою парків, кататися на велосипеді. Йдеться про створення безбар'єрного простору для всіх верств населення та переорієнтування організації міського простору на пішоходів та велосипедистів.

Можна вибудувати перелік переваг "пішохідного міста": пішохідні прогулянки корисні для здоров'я — поліпшується працездатність, фізичний і психологічний стан людини (так само

впливають на здоров'я й велосипедні прогулянки); наявність пішохідних вулиць створює умови для розвитку супутніх торгівлі й послуг, чим зміцнює економічну компоненту функціонування міста; підвищується привабливість міста не лише для місцевих мешканців, а й для туристів, відповідно це позитивно впливає на зміцнення його іміджу; щодо екології, то збільшення частки пішохідного руху є, безперечно, кориснішим для навколишнього середовища – завдяки зменшенню кількості шкідливих речовин у повітрі, рівня шуму й забруднень, викликаних експлуатацією автомобіля; з фінансової точки зору витрати на організацію пішохідної інфраструктури менші, ніж на організацію автомобільної. Наступна, за пріоритетністю, позиція, велосипедисти й розвиток міського велосипедного руху. Для розвитку велосипедної інфраструктури склалися такі передумови:

1. Політика форсованого або виняткового розвитку автомобільної інфраструктури у містах здебільшого не вирішує питання мобільності населення: умови пересування містом тимчасово покращуються лише для 20-25% населення. Орієнтація міського планування на "все для комфорту автомобіля" стимулює подальшу автомобілізацію й зростання автомобілекористування мешканцями міста, що призводить до заторів і проблем з паркуванням. Виникає ситуація, коли попит на пересування автомобілем постійно випереджає обсяги наявної інфраструктури, тож стан мобільності населення не має шансів на поліпшення. При цьому лєвова частка "транспортного" бюджету міста витрачається саме на автошляхи, але ефективність інфраструктури лишається низькою.

2. Збільшення числа автомобілів логічно призводить до зростання інтенсивності руху на вулицях, підвищення рівня шуму й загазованості повітря, погіршення екології міста в цілому. При цьому підвищується небезпека пересування містом, бо зростає кількість ДТП (все більше з летальними випадками), значно ускладнюються пішохідний і велосипедний рух, загострюється протистояння різних його учасників. Поступово місто стає агресивним і некомфортним для життя.

3. За визначенням вулицями міста не може пересуватися велика кількість автотранспорту: відомо, коли на 1000 мешканців припадає понад 300 автомобілів, настає транспортний колапс. Зростає необхідність у парковках, зокрема в центрі міста, де фізично неможливо розмістити всіх бажаючих. Відбувається хаотичне й

неконтрольоване паркування на тротуарах, газонах, узбіччях доріг і навіть перехрестях та пішохідних переходах. Щоб задовольнити попит на паркування в центральній частині міста, третина її площі (разом із забудовами) має стати парковкою.

4. Проблема криється у питомій площі, яку займає людина в автомобілі: вона у 20-50 разів більша (площа авто на дорозі – 15 кв. м, плюс площа паркування – 13 кв. м), ніж та, що займає та ж людина, коли йде пішки (0,5 кв. м), їде на велосипеді (1,5 кв. м) чи у громадському транспорті (ГТ – 0,5 кв. м). Як бачимо, велосипед і громадський транспорт значно ефективніші у плані міської мобільності, використання вуличного простору, зокрема якщо для цього будуть виділені окремі смуги руху.

5. Велосипедна інфраструктура на порядок дешевша за автомобільну. Так, вартість капітального будівництва 1 км велошляху з нуля в 10–60 разів дешевша за вартість аналогічного будівництва 1 км автошляху. При цьому ресурс експлуатації велошляху – в 3–5 разів більший: навантаження коліс велосипеда на покриття в 10–20 разів менше за аналогічне у коліс автомобіля. Якщо ж велосипедний шлях прокладається за рахунок наявного тротуару або по краю дороги (розміткою або відокремлено бордюром/стовпчиками), то вартість велошляху стає меншою за вартість автодороги в сотні разів.

6. Велосипедна інфраструктура є більш безпечною, ніж автомобільна: за максимальної швидкості руху 30 км/год і середньої 15-20 км/год практично виключені до-рожньо-транспортні пригоди з летальними випадками за участі велосипедистів і пішоходів, значно зменшується процент ДТП з тяжкими й середніми травмами. Велосипедне місто, де гранично зменшена кількість автомобілів та обмежена швидкість руху, стає більш безпечним і комфортним для життя, що переконливо засвідчено світовою практикою.

7. Велосипед не створює екологічних проблем: він не забруднює повітря шкідливими викидами й не здійснює надмірного шуму, що робить вулиці міста більш чистими й затишними.

Один з пунктів у шкалі пріоритетів для користувачів міського простору – громадський транспорт. Цей вид транспорту має бути передусім доступним. Поняття "доступний транспорт" можна розглядати як у прямому розумінні, так і в інших, більш глобальних. Приміром, як облаштовану відповідно до чинних стандартів і потреб

маломобільних категорій населення транспортну інфраструктуру. Екологічні проблеми, старіння населення, міграція, обмеженість ресурсів, урбанізація та глобалізація є основними суспільними чинниками, що випробовують на міцність транспортну систему. Прискорення впровадження інноваційних технологій, інтеграція різних видів транспорту та використання принципів універсального міського дизайну є важливими умовами для подолання наявних викликів сьогодення. Сфера доступного транспорту має створюватися з урахуванням потреб маломобільних груп населення, осіб з інвалідністю та забезпечувати інтегрований підхід до надання послуг. Належить пам'ятати, що саме громадський транспорт, доступний, чистий, безпечний: забезпечує найкращу соціальну інтеграцію всіх членів суспільства, незалежно від рівня доходів і місця проживання, сприяє зменшенню рівня заторів на дорогах, в умовах стрімкої урбанізації такий вид громадського транспорту, як рейковий, підвищує швидкість пересування та мобільність населення.

У прогресивних великих містах світу відмовилися від політики збільшення пропускної здатності автодоріг у зв'язку з тим, що в перспективі це веде до збільшення рівня автомобілізації і, як наслідок, до тотальних заторів. Перевагу в таких містах віддано формі організації руху, спрямованій на стримання й поліпшення безпеки руху, особливо у центральній частині міста (як варіант — обмеження в'їзду до центру). Це дає можливість зменшити шкідливий вплив від автомобілів на середовище. Для врегулювання автомобільного руху використовуються й технічні засоби (дорожні знаки, "лежачі поліцейські"), покликані забезпечити низьку швидкість і здатні унеможливити прискорення та обгін. А за умови вдалого обмеження швидкості руху автомобілів у центрі міста, відпаде необхідність виділяти окремі велосипедні доріжки, адже помірна швидкість руху автомобільного потоку без обгонів є запорукою безпечного руху велосипедистів. Міська автомобільна логістика вимагає відведення значних територій під паркування. З огляду на те, що вартість землі, особливо в центрі міста, висока, організація великих загальних парковок є нераціональним і найменш ефективним використанням цінних територіальних ресурсів. Для тих, хто приїжджає на власному автомобілі до центральної частини міста, повинні бути свої місця для паркування. Туристичні автобуси мають стояти окремо, а вантажні

автомобілі, що здійснюють доставку товарів, належить забезпечити майданчиками для короткочасного перебування на час розвантаження або завантаження.

Як бачимо, політика паркування повинна мати комплексний характер для сталого розвитку транспортної системи міста й впроваджуватися диференційовано, з відмінностями, пов'язаними з різними міськими зонами. Тарифи за паркування встановлюватимуться відповідно до району міста, з максимально високою цифрою у центральній його частині. Таким чином, дії щодо врегулювання цього питання спрямовуються на усвідомлення водіями, що паркуватися в центрі складно й дорого. Дешевше й зручніше туди діставатися громадським транспортом або таксі. Поширеною в світі практикою є організація так званих "перехоплюючих парковок" і паркінгів за межами центру міста. Вони розміщуються переважно на пересадочних вузлах швидкісного рейкового транспорту (в районі станцій метрополітену, електропоїздів). Доїхати до такого паркінгу можна на власному авто (система "park and ride"), залишити його там і «пересісти» на громадський транспорт, що прямує, скажімо, до центру. У деяких країнах наявна практика поєднання перехоплюючого паркінгу автомобілів з паркінгом аналогічного типу для велосипедів (система "bike and ride"). Така схема паркування, яка формується в комплексі з розвитком і популяризацією велосипедного руху та громадського транспорту, є основою збалансованої, сталої транспортної системи міста.

6.3. Smart city

За прогнозами, до 2050 року близько 86% жителів розвинених країн і 64% жителів країн, що розвиваються, будуть жити в містах. Велике скупчення людей в мегаполісах кидає виклик по ефективному управлінню ресурсами. Рішенням можуть стати «розумні міста», яких до 2020 року в світі буде близько 600 і які будуть генерувати до 60% світового ВВП. Українські мегаполіси також активно рухаються в цьому напрямку.

«Розумним містом» (smart city) називають населений пункт, в якому зручність життя покращують за допомогою сучасних цифрових технологій. Саме поняття smart city - це скоріше концепція, ніж якась

конкретне рішення. Вона включає різноманітні сервіси, рішення по управлінню, щоб підвищити якість надання послуг, зменшити вартість ресурсів і обсяги їх споживання, поліпшити комунікацію і розуміння мешканців. Найпростіші приклади - оптимізація управління міським транспортом, автоматизовані парковки, контроль освітлення вулиць, електронна система охорони здоров'я.

Головна ідея smart city - робота різних служб міста з урахуванням поточної ситуації та наявної інфраструктури. Для цього необхідно мати актуальну інформацію про жителів, використання ними сервісів, ресурсів тощо. Отримати такі відомості дозволяє інтернет речей, а проаналізувати їх - великі дані і алгоритми машинного навчання.

Наприклад, місто «хоче» зменшити забруднення повітря на завантаженому перехресті. Для цього комунальні служби встановлюють дорожні камери і сенсори, які збирають дані про кількість проїжджаючих повз автомобілів, тривалість їх зупинки на червоне світло, час проїзду перехрестя тощо. Отримані відомості, які називаються великими даними, передають на сервери для аналізу. Програмне забезпечення розраховує оптимальний режим роботи світлофора, щоб транспортні потоки на перехресті якомога швидше рухалися. Регуляція відбувається в режимі реального часу, тоді як звичайні світлофори розраховані на якусь статистично усереднену дорожню ситуацію.

«Розумне» планування роботи міського транспорту з використанням мобільних додатків, міжмашинного спілкування і великих даних, за оцінками аналітиків McKinsey Global Institute, дозволяє скоротити час в дорозі на 15-20%. Для мешканця мегаполісу це означає, що «розумні» технології звільнять йому від 15 до 30 хвилин в день. Подібну систему впровадили в Сінгапурі, де вона, за підрахунками Juniper Research, економить жителям 60 годин на рік.

Голандський стартап Vanmoof, який займається виробництвом електровелосипедів, разом з Vodafone допрацював систему безпеки велосипедів. Власники байків отримали захист від крадіжок і можливість знати розміщення свого транспорту, де б він не був. А завдяки окремим додатком для дистанційного керування і ключам доступу велосипед можна легко позичити друзям на деякий час.

Розроблена Vodafone система Smart Parking допомагає водіям не кружляти в пошуках вільного місця для парковки, а відразу бачити

вільні місця на парковці. Рішення складається з двох частин: інфраструктурної та користувальницької. Перша називається SmartEye і являє собою бездротовий гаджет, який вбудовується в паркомісце і направляє свій статус до центрального серверу. Користувачі можуть на своєму смартфоні відкритий спеціальний додаток і відразу побачити, де є вільне місце для парковки авто.

Системи «розумного міста» вже працюють у багатьох мегаполісах світу, включаючи Барселону, Ніццу, Нью-Йорк, Чикаго, Сан-Франциско, Копенгаген, Гамбург, Цюрих, Бостон, Токіо, Амстердам, Женеву і Мельбурн.

Китайський адміністративний центр Іньчуань, відомий своїми успіхами в розвитку «розумного» міста і є одним з 200 пілотних проектів Китаю в просуванні smart city. У цьому місті ваше обличчя - це ваша банківська карта. У всіх міських автобусах встановлена система розпізнавання осіб, і оплата за проїзд відбувається автоматично, коли пасажир входить в салон. Покупки в Іньчуані роблять переважно через мобільні додатки, а забирають їх в автоматичних сховищах, які є великими холодильниками, які відкриваються і видають покупки після авторизації покупця. На стінах холу мерії надруковані QR-коди, просканувавши які, можна отримати відповіді на найбільш поширені питання і не стояти в черзі, щоб «тільки запитати».

У 2017 році найбільш «розумним» містом планети експерти ІТ-компанії EasyPark назвали Копенгаген. Вибуховий розвиток сервісів в місті аналітики пояснюють тим, що влада 10 років збирала дані про громадян, бізнесі, нерухоме майно тощо. І кілька років тому чиновники відкрили безкоштовний доступ до цього джерела, що прискорило впровадження інновацій. Жителі, наприклад, отримали мобільний додаток Journey Insight, яке дозволяє їм стежити за власним використанням транспорту і впливом на екологію. Інша програма Energy Insight дозволяє домогосподарствам і компаніям контролювати свої витрати енергії. Додаток Mind My Business дозволяє бізнесу в реальному часі бачити, як він впливає на оточення, наприклад, як будівництво нового магазину заважає трафіку на вулицях поруч. А Харстед - район Копенгагена - запустив на своїх вулицях «розумне» освітлення, оснастивши кожену лампу сенсорами і виходом в інтернет. Завдяки цьому ліхтар «відчуває» наближення транспорту або пішохода

і починає світити яскравіше, решту часу економлячи енергію. Дані по його роботі можна бачити з центрального сервера.

6.4. «Розумні» технології в містах України

У нашій країні організації та проекти, які реалізують принципи нового урбанізму, почали з'являтися близько десяти років тому. У деяких містах органи місцевого самоврядування створили аналітичні центри, які розробляють стратегії розвитку, проводять дослідження і форуми, пов'язані з різними сферами життя городян. Так, у 2009 році Львівська міська рада заснувала «Інститут міста», в 2010 році аналогічна організація виникла в Вінниці, а ще через два роки - в Кривому Розі.

Урбаністичні програми проводять і благодійні фонди. Наприклад, в 2012-2014 роках в Києві діяв проект Фонду Генріха Бюлля «Метрополіс Київ», спрямований на обговорення проблем міського життя і розробку ідей і концепцій для їх вирішення.

Нарешті, безліч ініціатив виходить від об'єднань експертів та активістів - городян, зацікавлених у зміні простору, в якому вони живуть. Це, наприклад, агенція «urban curators», яка розробляє і координує проекти в галузі архітектури, урбаністики та культурного менеджменту від Сєвєродонецька до Львова.

У 2008 році освітня платформа CANactions почала проводити щорічний Міжнародний архітектурний фестиваль, а сім років потому в Києві запрацювала школа урбаністики CANactions School for Urban Studies. Регулярні обговорення питань, пов'язаних з життям міста, проводять в Одесі Urban Inst., Impact Hub і 4City.

В Україні регулярно проводять урбаністичні форуми, що дозволяють координувати зусилля та обмінюватися досвідом. На одному з них, організованому в 2016 році центром CEDOS, учасники підписали «Хартію Українського урбаністичного руху» - об'єднання формальних і неформальних ініціатив, які сприяють підвищенню якості середовища українських міст.

Концепцію smart city розвивають і в Україні, причому не тільки в найбільших містах, таких як Київ, Львів чи Вінниця, але і в невеликих населених пунктах.

У Києві в 2017 році затвердили концепцію Kyiv Smart City 2020.

Вона пропонує оснастити місто камерами з функцією розпізнавання номерів та визначення швидкості руху. Всі станції метрополітену планується обладнати камерами відеоспостереження з розпізнаванням осіб. У дитячих навчальних закладах планується транслювати відео в «Кабінет батьків», де дорослі зможуть стежити за своїми дітьми. Також заплановано встановлення по всьому місті датчиків для вимірювання рівня вуглекислого газу в повітрі, аналізу води і радіоактивного випромінювання.

У Львові створили «Панель міста» - універсальний сервіс, за допомогою якого городяни можуть подивитися основні показники розвитку свого міста. А недавно експерти Vodafone разом з аналітиками Львівської міської ради проаналізували щоденні переміщення клієнтів мобільного оператора. Зведені знеособлені дані дають точну інформацію про реальних потоках людей, які щодня в'їжджають в місто з приміських територій. Експерти планують використовувати отриману інформацію для впровадження електронного квитка, розробки нових транспортних маршрутів, ремонту доріг, проведення благоустрою тощо.

У Вінниці міська рада пропонує цілий ряд електронних сервісів для громадян: оплата послуг через інтернет, пошук необхідного маршруту громадського транспорту, електронний калькулятор субсидій, карта звернень громадян, ознайомлення з інформацією про всі гуртках і секціях міста.

Сьогодні в містах мешкає більше половини населення Землі, і особливості міського життя стають все більш популярною темою для обговорення і вивчення.

Сучасна урбаністика - вчення про те, як люди взаємодіють з елементами міського середовища і один з одним - прагне визначити, яким має бути місто, який відповідає потребам своїх жителів. Вона об'єднує в собі наукові дані на стику архітектури, транспортних технологій та суспільних наук, а також практичні підходи і методи.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

7.1. Пріоритетні напрямки транспортного планування та організації дорожнього руху

У питаннях організації дорожнього руху в межах загальнодоступної вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста основним орієнтиром є рівність цінності часу для всіх учасників руху (водіїв, пасажирів, пішоходів).

Способи впливу:

- забезпечення рівномірного і невинного руху автомобілів в транспортному потоці;
- оптимізація швидкості руху потоку;
- забезпечення раціональної структури потоку;
- заборона або обмеження руху.

Організація міського руху повинна розглядатися як безперервний процес прогнозування - планування - проектування - будівництва. Рішення по організації руху повинні відповідати довгостроковим генерального планування і положенням транспортного планування. У питаннях організації дорожнього руху громадський пасажирський транспорт повинен розглядатися як пріоритетний, як альтернатива легковому автомобілю, навіть при певній дискримінації останнього.

На етапі прийняття будь-яких рішень щодо зміни діючої системи організації руху необхідно проведення аналізу та обґрунтування досвіду великих міст в питаннях ефективної організації дорожнього руху в умовах щільної забудови.

Етапне підвищення пропускної здатності ВДМ за рахунок вдосконалення організації та регулювання руху вимагає вибіркового (а іноді і послідовного) застосування організаційно-регулювальних, програмно-алгоритмічних, будівельних і містобудівних заходів:

- збільшення кількості смуг руху, особливо на перехрестях;
- зміна схеми організації руху на перехресті, групі перехресть, в зоні;

- заборона певних маневрів для зниження кількості конфліктних точок;
- організація одностороннього руху.

Поряд з локальними проектами організації руху можуть розроблятися проектні пропозиції щодо підвищення ефективності функціонування ВДМ як центральної частини міста, так і конкретного транспортного району або їх групи.

До числа можливих рішень питань організації руху на регульованих перехрестях відносяться використання багатопрограмного регулювання, що дозволяє змінювати тривалість світлофорного циклу, дозволяючих фаз при фіксованій величині циклу і проміжних тактів в залежності від годинної завантаженості вузла, оснащення систем управління руху на ВДМ сучасними технічними засобами регулювання.

Крім вирішення питань про організацію руху на автомобільних дорогах необхідно розглянути можливість створення умов для збільшення пішохідного руху і переміщення на легкому транспорті (велосипед і т.і.), так як подібні заходи ведуть до зниження транспортного перевантаження ВДМ. Необхідне створення всіх умов для того, щоб легкий транспорт став альтернативою легковому автомобілю.

Велосипед - популярний вид транспорту в містах Північної Європи з часткою в загальному обсязі переміщень в середньому 30%. Його популярність під час періоду бурхливої автомобілізації, яка тривала до кінця 80-х років, дещо знизилася. Але після цього велосипед знову почав набувати популярності серед всіх вікових груп населення. До легкого транспорту, крім велосипеда, відносяться такі засоби, як інвалідні коляски, роликові ковзани, колісні і санні самокати, а також піші пересування.

Пересування пішки і на легкому транспорті мають ряд переваг, таких як:

- відсутність потреби в енергоносіях;
- відсутність забруднення повітря;
- відчуження незначних площ міської території для розвитку інфраструктури, що забезпечує легкий рух (велосипедний рух, пішохідний, рух інвалідних колясок, рух на роликових ковзанах, самокатах).

Серйозними проблемами в місті, що перешкоджають розвитку мобільності населення на основі легкого транспорту, є:

- відсутність інфраструктури для руху легкого транспорту (наприклад, відсутність облаштованих місць для паркування та зберігання велосипедів, відсутність мережі спеціалізованих велодоріжок);

- протяжні відстані, викликані некомпактністю планування території міста;

- вразливість велосипедистів, пішоходів на ділянках спільного користування моторизованим і легким транспортом і тяжкість наслідків ДТП для користувачів легкого транспорту.

У свою чергу, при належній увазі до проблеми і створення відповідних умов в пересуваннях пішки і на легкому транспорті слід очікувати:

- зниження інтенсивності руху легкових автомобілів за рахунок зростання інтенсивності використання велосипеда (пішохідного руху) для пересувань в місті;

- підвищення загальної безпеки дорожнього руху;

- загальне поліпшення якості життя: задовільний стан і привабливість міського довкілля - чисте повітря, тиша, комфорт проживання, а також поліпшення показників фізичного здоров'я населення.

У містах помітне зростання популярності засобів легкого транспорту, особливо серед молоді, і цю тенденцію, відповідну світовій, можна безпомилково прогнозувати на майбутнє.

Ігнорувати цю тенденцію означає пасивно прийняти перспективу того, що засоби легкого транспорту стануть джерелом зростання числа ДТП, в результаті яких будуть гинути і отримувати каліцтва підлітки і молодь. І навпаки, реалізація програм з розвитку інфраструктури для руху легкого транспорту може зробити ці засоби, поряд з громадським транспортом, гідною альтернативою легковому автомобілю, знижуючи перевантаженість вулиць і сприяючи зменшенню кількості ДТП, підвищенню якості міського довкілля, поліпшенню здоров'я населення.

Забезпечити сприятливі умови для легкого транспорту можливо шляхом створення в центрі міста мережі вулиць для пішохідних і велосипедних пересувань; відкритих торгових зон; вулиць з умовами для руху легкого транспорту; а також доповненням існуючих мереж мережами пішохідних доріжок, мережами легкого транспорту,

маршрутами громадського транспорту. Крім усього, перевагою велосипеда перед легковим автомобілем є можливість його зберігання у житлових будинків і в об'єктах відвідування.

7.2. Безпека дорожнього руху

Безпека дорожнього руху є одним з основних експлуатаційних якостей транспортної системи, а також макроекономічним показником рівня розвитку спільноти.

Високий рівень ДТП означає низьку експлуатаційну якість ВДМ, що є багатофакторною проблемою транспортної системи і спільноти.

Практикою встановлено, що рішення системних багатофакторних проблем найкращим чином забезпечується тільки в рамках системного підходу (програмування).

Всі заходи, спрямовані на підвищення продуктивності транспортної системи (збільшення пропускної здатності елементів дорожньої інфраструктури, поліпшення плавності руху транспортних потоків, скорочення тривалості поїздок між пунктами відправлення та призначення) і, в результаті, що знижують перевантаженість мережі доріг, слід вважати заходами, спрямованими на підвищення безпеки дорожнього руху.

При вирішенні питань забезпечення безпеки дорожнього руху необхідно виходити з того, що мета впливу, спрямованого на підвищення безпеки дорожнього руху на ВДМ, не повинна конфліктувати з іншою метою - забезпечення продуктивності мережі. Чим менше щільність транспортного потоку на дорозі, тим вільніше почуваються водії і тим вище швидкість і плавність руху потоку. У міру збільшення щільності потоку скрутність руху вимагає від водія більшої уваги, більш точних дій. В результаті зростає навантаження на психіку людини і, як наслідок, ймовірність помилки і ризик виникнення ДТП. Тому всі заходи, спрямовані на зниження перевантаженості і підвищення продуктивності вулично-дорожньої мережі населеного пункту, автоматично стають заходами щодо поліпшення стану навколишнього середовища та підвищення безпеки дорожнього руху.

Найбільш перспективним організаційно-технічним заходом в процесі розвитку ВДМ для міста поряд з поділом транспортних і пішохідних потоків в просторі і часі має стати каналізування руху

транспорту як на перехрестях, так і на підходах до них. Значно більше уваги слід приділяти безпеці пішоходів як самою незахищеною групи учасників дорожнього руху. Дієвим інструментом такого захисту може стати застосування планувальних рішень, пов'язаних з облаштуванням різних островців безпеки, розділових смуг і напрямних в області пішохідних переходів і на перехрестях. При цьому слід бути готовим до зростання необлікованих ДТП, пов'язаних з пошкодженням автотранспортних засобів, викликаних наїздами на напрямляючі і островці безпеки. Разом з тим подібні негативні наслідки будуть сумірною платою за підвищення загального рівня безпеки пішоходів як самої незахищеної групи учасників дорожнього руху.

Пропозиції щодо зниження аварійності на ВДМ міста:

1. Вироблення пропозицій щодо спеціалізації окремих зв'язків (вулиць, доріг) в масштабі ВДМ міста за функціональним призначенням (за допомогою ієрархії мережі). Ефект: потенційне зниження кількості ДТП за рахунок розподілу транспортних потоків по функціональному і видовою ознакою.

2. Виявлення місць концентрації ДТП на ВДМ, аналіз причин їх виникнення з урахуванням додаткової інформації про інтенсивність дорожнього руху і коефіцієнті використання провізної здатності ділянки мережі, широке обговорення і вироблення узгоджених рішень щодо підвищення їх безпеки. Ефект: виявлення причин ДТП, можливість вироблення найбільш ефективних управлінських рішень по їх локалізації.

3. Розробка пропозицій щодо організації на зупинках трамвая, що знаходяться посередині проїжджої частини, піднятих над дорогою місць очікування транспорту для пасажирів. Ефект: зниження кількості наїздів на пішоходів, підвищення пропускнуої спроможності даних ділянок мережі.

7.3. Аудит безпеки

Дотримання норм, стандартів і правил під час проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг і транспортних засобів не завжди є гарантією безаварійного дорожнього руху. Ровні, прямі і широкі вулиці і дороги, що відповідають вимогам найсуворіших стандартів, провокують порушення водіями ПДР та

часто мають високий рівень аварійності. У таких випадках обов'язково необхідний облік людського фактору, який не піддається нормуванню.

Термін «аудит безпеки» має на увазі аналіз безпеки ділянки ВДМ з позиції її сприйняття всіма категоріями учасників дорожнього руху.

Аудит безпеки - це формальне інспектування існуючої або ділянки, що будується, ВДМ (наявного або планованого дорожнього проекту), в рамках якого команда незалежних, кваліфікованих фахівців дає висновок про потенційний ризик ДТП і загальний рівень безпеки, маючи на меті попередження виникнення аварійно-небезпечних ситуацій.

Традиційні методи підвищення безпеки ВДМ на основі виявлення ділянок концентрації ДТП, на відміну від аудиту, адресовані вже існуючій проблемі і можуть бути визначені як усунення існуючого «експлуатаційного дефекту» мережі, як продукту дорожньої галузі. Аудит безпеки, навпаки, спрямований на попередження ДТП ще до того, як вони відбулися.

Аудит безпеки виконується на стадіях:

- проекту планування ділянки мережі;
- ескізного проектування (передпроектних пропозицій);
- ТЕО;
- робочого проектування;
- будівництва, реконструкції ділянки мережі (перед відкриттям руху);
- експлуатації ділянки мережі (після відкриття руху).

Ключова особливість полягає в тому, що аудит безпеки проводиться незалежним експертом або командою експертів, які мають достатній досвід в галузі інжинірингу безпеки руху.

Головне завдання аудиту - не тільки виявити ділянки ВДМ з потенційним ризиком виникнення ДТП можливим через помилки людини, а й підготувати рекомендації для усунення цього ризику ще до того, як ДТП на цих ділянках трапляться (стадія планування і проектування).

Як правило, звіт про аудит не включає перелік конкретних заходів, проте може містити деякі рекомендації.

Методологія «Аудит дорожньої безпеки» повинна бути впроваджена в якості системи контролю якості (безпеки) на всьому протязі циклу створення продукту - «ВДМ» від планування до експлуатації.

Для впровадження практики аудиту дорожньої безпеки в місті необхідна розробка «Керівництва по проведенню аудиту безпеки руху в місті». Замовником робіт по розробці керівництва і координатором робіт з аудиту дорожньої безпеки виступає орган адміністрації міста, уповноважений в області утримання і будівництва автомобільних доріг, організації транспортного обслуговування населення.

В якості основи створення практики ведення аудиту безпеки передбачається залучення ресурсу - добровільного партнерства адміністрації міста, підприємств, установ, громадських об'єднань і громадян з метою підвищення ефективності функціонування дорожньо-транспортного комплексу міста.

Діяльність по аудиту дорожньої безпеки в місті є некомерційною, здійснюється із залученням громадян та громадських організацій.

Характерний приклад: великі транспортні проекти, що реалізуються в Нью-Йорку, передбачають проведення декількох незалежних експертиз. Центри (а тільки найвідоміших з них близько десятка!), які працюють на ринку таких експертиз, повинні володіти інструментарієм, що включає детальну математичну модель міського (автомобільного, пасажирського, вантажного) трафіку Нью-Йорка. Все це робиться з метою пошуку вичерпних аргументів для досягнення суспільного консенсусу.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ТА ПОБУДОВИ МІСЬКИХ ВУЛИЧНИХ ТА РЕГІОНАЛЬНИХ ДОРОЖНИХ МЕРЕЖ

8.1. Система моделювання і прогнозування

Транспортна інфраструктура є однією з найважливіших інфраструктур, що забезпечує життя великих міст і регіонів. В останні десятиліття у багатьох великих містах вичерпані або близькі до вичерпання можливості екстенсивного розвитку транспортних мереж. Тому особливої важливості набуває оптимальне планування розвитку мереж, поліпшення організації руху, оптимізація системи маршрутів громадського транспорту. Рішення таких завдань неможливе без математичного моделювання транспортних мереж. Головне завдання математичних моделей - визначення і прогноз всіх параметрів функціонування транспортної мережі, таких як інтенсивність руху на всіх елементах мережі, обсяги перевезень в мережі громадського транспорту, середні швидкості руху, затримки і втрати часу тощо. Серед усього розмаїття математичних моделей, що застосовуються для аналізу транспортних мереж, можна виділити три основні групи моделей:

- прогнозні моделі;
- імітаційні моделі;
- оптимізаційні моделі.

Прогнозні моделі призначені для моделювання транспортних потоків в мережах з відомою геометрією і характеристиками і при відомому розміщенні потокоутворюючих об'єктів міста. За допомогою цих моделей можна прогнозувати наслідки змін у транспортній мережі або в розміщенні об'єктів. Моделі цього типу застосовуються для підтримки рішень в області планування розвитку міста, для аналізу наслідків тих чи інших заходів щодо організації руху, вибору альтернативних проектів розвитку транспортної мережі тощо.

Завдання прогнозу завантаження транспортної мережі зазвичай полягає в розрахунку усереднених характеристик руху, таких як обсяги міжрайонних пересувань, інтенсивності потоку, розподілу автомобілів

та пасажирів по шляхам руху та ін. На відміну від цього, імітаційне моделювання ставить собі за мету відтворення всіх деталей руху, включаючи розвиток процесу в часі. При цьому усереднені значення потоків і розподіл по шляхах вважаються відомими і служать вихідними даними для цих моделей. Таким чином, прогноз потоків і імітаційне моделювання доповнюють один одного напрямками. Імітаційні моделі дозволяють оцінити швидкості руху, затримки на перехрестях, довжини і динаміку утворення «черг», або «заторів», і інші характеристики руху. Основна область застосування таких моделей - поліпшення організації руху, оптимізація світлофорних циклів і ін.

Галузі застосування прогнозних та імітаційних моделей не строго розділені. Розглянемо, наприклад, задачу узгодження світлофорного регулювання уздовж великої вулиці. Для вирішення такого завдання може бути використана імітаційна модель. З іншого боку, поліпшення умов проїзду по даній вулиці може привести до того, що більша кількість водіїв буде вибирати маршрути проїзду з використанням цієї вулиці. Це, в свою чергу, призведе до послаблення навантаження на інші вулиці і до подальшого перерозподілу потоків. Таким чином, виникає задача про прогноз нового розподілу потоків по місту, яке встановиться після проведення даного заходу.

Моделі прогнозу потоків і імітаційні моделі ставлять собі за мету адекватне відтворення транспортних потоків. Існує, однак, велика кількість моделей, призначених для оптимізації функціонування транспортних мереж. В цьому класі моделей вирішуються завдання оптимізації маршрутів пасажирських і вантажних перевезень, вироблення оптимальної конфігурації мережі та інші.

Моделювання руху необхідно для пошуку ефективних стратегій управління транспортними потоками, а також пошуку оптимальних рішень з розвитку ВДМ, проектування елементів мережі, організації руху. Підготовка та прийняття будь-яких управлінських рішень в області транспортного планування та організації дорожнього руху повинні в обов'язковому порядку включати в себе в якості обґрунтованих матеріалів елементи моделювання дорожнього руху.

У великих містах слід передбачати створення дворівневої системи моделювання дорожнього руху, що дозволяє на кожному рівні вести прогнозування і моделювання різних ситуацій в часі і в просторі.

Перший рівень - макромодельовання.

Об'єкт моделювання - транспортний потік.

Мета макромодельовання - прогнозування поведінки (розподілу) транспортних потоків, а також стану і умов руху на ВДМ в ході її розвитку. Моделювання дає можливість наочно зобразити комплексні процеси діяльності транспорту. Моделюванню можуть піддаватися як транспортні потоки на діючій ВДМ, так і зновзмодельовані; також вони піддаються випробуванню, в ході якого приходять до кількох варіантів вирішення питання організації дорожнього руху, що веде до оптимізації технологічної системи планування транспортного руху і транспортної мережі. Прогнозуються перерозподілу транспортних потоків в результаті зовнішніх впливів на ділянки ВДМ, таких як:

- будівництво нових ділянок мережі;
- реконструкція (розширення) ділянок мережі;
- закриття окремих ділянок мережі;
- зміни умов руху в мережі.

Попутно вирішуються завдання планування і контролю діяльності транспортних підприємств по задоволенню потреб населення в переміщеннях, планування рентабельних громадських пасажироперевезень з урахуванням вимог населення. Особливу увагу передбачається приділяти оптимізації маршрутів і руху громадського транспорту.

На сьогоднішній день в різних містах і в різних організаціях використовують програми для планування руху по ВДМ в основному власного виробництва або ж зовсім не використовують програмне забезпечення для прийняття рішень. Отже, фахівці, що займаються однією і тією ж проблемою, не можуть обмінюватися досвідом та інформацією, так як накопичені дані частіше за все не інтегруються в подібну програму іншого виробника.

Розробка і створення транспортних моделей макроскопічного рівня для міста ведеться з використанням даних моніторингу транспортних потоків і стану мережі. Замовником створення транспортної моделі міста, а в подальшому і її власником є орган адміністрації міста, уповноважений в області містобудівної діяльності, в частині моделювання та контролю за діяльністю пасажирського транспорту - орган адміністрації міста, уповноважений в області змісту

і будівництва автомобільних доріг, організації транспортного обслуговування населення .

Другий рівень - мікромоделювання.

Об'єкт моделювання - транспортний засіб.

Мета мікромоделювання - моделювання поведінки водіїв транспортних засобів на окремих ділянках ВДМ. Проводиться з метою розробки проектів облаштування і організації руху в залежності від параметрів дорожнього руху, аналізу схем руху на перехрестях і розв'язках, настройка роботи світлофорів, аналіз заторів, підготовка проектів організації руху, створення реалістичних динамічних моделей перехресть і розв'язок в тривимірному режимі.

Моделюється робота окремих елементів ВДМ (ділянок доріг, перехресть), пов'язаних зі змінами умов руху на них в результаті:

- реконструкції модельованих елементів мережі;
- зміни організації руху;
- зміни характеристик транспортних потоків.

В ході моделювання розглядаються кілька варіантів облаштування елементів ВДМ і організації руху. За результатами моделювання виводяться критеріальні оцінки кожного проектного варіанту, вибирається найбільш ефективний варіант з усіх запропонованих.

Розробка і створення транспортних моделей мікроскопічного рівня для окремих ділянок ВДМ ведеться з використанням результатів моделювання на макроскопічному рівні. Замовниками створення моделей функціонування окремих ділянок ВДМ міста є проектні організації, які проектують дані ділянки мережі.

8.2. Геоінформаційні системи зберігання і обробки інформації дорожньо-транспортного комплексу

В основі системи передбачається використання геоінформаційної системи зберігання та обробки інформації (ГІС). ГІС - це сучасна комп'ютерна технологія для картографування і аналізу об'єктів реального світу, а також подій, що відбуваються на нашій планеті, в нашому житті і діяльності.

Більшість застосувань ГІС як на транспорті, так і в інших областях, визначається їх здатністю зв'язувати просторову і описову інформацію і можливістю їх спільного аналізу. Специфіка транспорту полягає в тому, що для багатьох завдань тут не потрібна ціла карта, досить лише схеми, яка б показала об'єкти, що утворюють транспортну мережу і їхні стосунки.

Ці можливості системи дають новий погляд на старі проблеми, дозволяють наочно побачити відносини між елементами реальності, не видимі без ГІС. Чим більше різноманітних даних введено в ГІС, тим більше різних видів аналізу можна проводити і тим більше нових даних можна створити на основі наявних.

Наведемо деякі напрямки застосування ГІС в дорожньо-транспортній галузі:

- планування (спільний аналіз транспортного навантаження та стану дорожнього полотна), будівництво (відображення стану будівельних проектів і визначення пріоритетів), експлуатація (аналіз різних стратегій проведення ремонтних робіт і розподіл коштів, спільне відображення і аналіз карт і будівельних креслень з САПР), моніторинг за рухом і збір статистики щодо функціонування підвідомчій дорожньої мережі;

- міський пасажирський транспорт загального користування: планування та аналіз маршрутної мережі, диспетчеризація, стеження за рухомим складом, ув'язка розкладів з іншими видами транспорту, опису обладнання на зупинках і кінцевих пунктах, підтримка експлуатації систем енергопостачання, сигналізації і зв'язку, складання і аналіз звітів по ДТП, демографічний аналіз, аналіз пасажиропотоків і реструктурування маршрутів.

З точки зору комплексного вирішення всіх вищеназваних завдань ГІС повинна забезпечити наскрізну технологію створення інформаційної системи моніторингу ВДМ і охоплювати основні інженерні служби в рамках наскрізної інформаційної технології.

Наскрізна технологія дозволить вирішити наступні проблеми:

- організувати роботу різних груп фахівців в рамках єдиного інформаційного середовища;

- забезпечити всі дорожні служби загальної комп'ютерної картою схемою міста і єдиної для всіх служб базою даних;

- поступово і послідовно уніфікувати всю інформацію, необхідну для вирішення поточних експлуатаційних задач.

При експлуатації ВДМ ГІС забезпечує інформаційну підтримку задач як паспортизації, так і технічних оглядів і діагностики. Виявлені при оглядах дефекти і невідповідності фіксуються, а після закінчення робіт систематизуються у вигляді спеціальної бази даних ушкоджень.

Поряд з проведенням оглядів і записом результатів контролю в табличному і текстовому вигляді система підтримує накопичення в комп'ютері інформації в графічному вигляді, у вигляді фотоматеріалів. Весь зібраний матеріал пов'язують з базами даних поточного огляду і може бути використаний для прийняття рішень на проведення відповідних ремонтних робіт або повторного більш ретельного огляду. Оператори отримують можливість працювати з електронними аналогами журналів огляду, технічних паспортів та умов експлуатації. Таким чином, ГІС підтримує поступове і систематичне наповнення як баз даних технічних параметрів елементів ВДМ, так і відповідних баз даних оглядів і зафіксованих пошкоджень і невідповідностей вимогам.

ГІС також можуть забезпечити щоденну діяльність служб ведення та експлуатації транспортних мереж. Проблема полягає в обробці і включенні в систему різної за своїм характером і джерела створення інформації.

Для успішного вирішення цих завдань необхідне програмне забезпечення, що дозволяє на основі ГІС створити єдине інформаційне середовище, що включає в себе як стандартні функції ГІС, так і технологічні, пов'язані з САПР.

Головна мета впровадження такої інформаційної системи - організувати спільне рішення проблем ГІС і САПР з високим ступенем автоматизації графічних робіт, накопичення і систематизації інформації у вигляді баз даних, схем і карт, ефективного зберігання та пошуку інформації у вигляді електронних архівів. Крім цього система повинна забезпечуватися постійним розвитком функціональних можливостей для вирішення нових завдань. Довідково-інформаційні та нормативно-технічні дані повинні представлятися на реальному картографічному матеріалі з можливістю видачі «твердої копії» як графічної, так і текстової інформації. Відповідно до цієї задачі необхідно вводити в комп'ютер будь-які конфігурації транспортних мереж, прив'язавши їх до об'єктів міста, і в подальшому

відслідковувати будь-які зміни в мережі за допомогою системи моніторингу, виконувати розрахунки з утримання, ремонту, моделювати різні варіанти розподілу транспортних потоків. Не менш важливим є підтримка інженерно-технічної документації, необхідної для супроводу поточного стану дорожніх мереж.

Об'єкти, що входять в ГІС, мають, як правило, поряд з геодезичними даними ще й технологічні характеристики, що подаються у вигляді різноманітних баз даних. Але крім цих довідкових характеристик необхідна додаткова інформація, пов'язана з типом уявлення картографічної інформації, технологічними розрахунками і включенням в інформаційну систему технічної документації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Meyer M.D. Urban Transportation Planning, A Decision - Oriented Approach, 2nd Edition / Meyer, M.D., Miller E.J. - New York: McGraw-Hill, 2006. –270 p.
2. Sheffy Y. Urban Transportation Networks. Englewood Cliffs / Y. Sheffy. – N.J.: Prentice-Hall, 1985. – 57 p.
3. Vuchic V.R. Urban Transit Systems and Technology / V.R. Vuchic. - New Jersey, 2007. - 602 p.
4. Wachs Martin. Learning from Los Angeles: transport, urban form, and air quality / Transportation. 1993. Vol. 20. P. 329-354.
5. Аношкин П. А. Пространственная модель современного города // Проблемы современной экономики, N 4 (40), 2011. - <http://www.mecconomy.ru/art.php?nArtId=3836> .
6. Васильев Н. М. Автомобильный транспорт: организация и эффективность / Н. М. Васильев. – М.: Транспорт, 1985. – 208 с.
7. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут – [2-е изд., перераб. и доп.]. – К.: Вища школа, 1986.- 447 с.Единая транспортная система / [В. Г. Галабурда, В. А. Персианов, А. А. Тимошин и др.]; под ред. В. Г. Галабурда. – [2-е изд., с измен. и доп.]. – М.: Транспорт, 2001. – 303 с.
8. Горев А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 256 с.
9. Горев А.Э. Руководство по применению транспортных моделей в транспортном планировании и оценке проектов / Горев А.Э., Швецова В.Л. // — СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2016. — 128 с.
10. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели / [В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная, И. А. Цвиринько] – М.: Финансы и статистика, 2000. – 277 с.
11. Мосьпан Н.В. Формування стратегій автотранспортних підприємств по обслуговуванню разових замовлень на перевезення

вантажів у міжміському сполученні : дисс... канд. техн. наук / Н.В. Мосьпан. – Х. : ХНАДУ, 2018. – 212 с.

12. Самойлов Д.С. Научные основы организации пассажирского транспорта в городах : дис. ... доктора техн. наук / Самойлов Д.С. – М., 1972. – 295 с.

13. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов. Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2005. - 272 с.

14. Статистична інформація про вантажні перевезення автомобільним видом транспорту [Електронний ресурс] / Державний комітет статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

15. Трофименко Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 464 с.

16. Шабарова Э. В. Система пассажирского транспорта города и агломерации : системный анализ и проектирование / Шабарова Э. В. - Рига : Знатне, 1981. - 280 с.

17. Шуліка О.О. Формування процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні : дисс... канд. техн. наук / О.О. Шуліка. – Х. : ХНАДУ, 2017. – 232 с.

18. Якимов М.Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах: монография / М.Р. Якимов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 175 с.

19. Якимов М.Р. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах: монография / М.Р. Якимов, А.А. Арепьева. – М: Логос, 2016. – 280 с.