

Процеси деградації стану дороги вимагають виконання проектів з капітального і поточного ремонтів та утримання, які звичайно виконуються різними підрядниками і впливають на умови руху. Тому важлива координованість дій виконавців робіт.

Час завершення фази експлуатації дороги прогнозується. Він означає, що наступив моральний знос дороги, тобто інтенсивність руху виросла настільки, що потрібна реконструкція дороги. Розробляється новий проект — проект реконструкції дороги. Слід зауважити, що потреба в реконструкції може виникнути раніше прогнозованого року, так як прогнозування здійснюється в умовах невизначеності.

З точки зору унікальності проекту можна стверджувати, що кожна ділянка дороги має притаманні тільки їй особливості і умови експлуатації. Це стосується динаміки інтенсивності руху, ґрунтово-гідрологічних і погодних умов, рельєфу місцевості та інших факторів. Тому кожний проект автомобільної дороги має унікальні риси, а об'єми ремонтних робіт на стадії експлуатації можуть значно відрізнятись на різних ділянках.

**Висновки.** В умовах розвитку державно-приватного партнерства, суть якого полягає у розвитку, використанні та управлінні державною та муніципальною власністю, важливим є застосування таких контрактів, які б забезпечили баланс інтересів між державою і приватним сектором. Роль регулятора цих відносин може бути покладена на контрактну систему виконання дорожньо-ремонтних робіт, що заснована на кінцевих результатах і якісних показниках, яка у дорожньому секторі використовується багатьма розвиненими країнами світу.

### Література

1. Закон України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг». Із змінами і доповненнями внесеними Законом України від 3 квітня 2003 року № 662-IV зі змінами згідно Закону України від 15.01.2009 № 891-VI.
2. Закон України «Про державно-приватне партнерство» від 1 липня 2010 року № 2404-VI.
3. Станкевич Наталья, Кюреши Наваид и Кейроз Цезарь. Содержание и улучшение дорожной инфраструктуры с помощью контрактов, основанных на показателях качества работ / Н. Станкевич, Н. Кюреши, Ц. Кейроз // Транспортный бюллетень TN-27. — Вашингтон (США): Всемирный банк. — Сентябрь, 2005.
4. Dr. Gunter Zietlow. Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts [Електронний ресурс] — The Latin American and OECD Experiences. Regional Seminar on Performance-Based Management and Maintenance Contracts Regional Arusha, Tanzania, February 28-29, 2008. — pp. 1-15. — Режим доступу до журналу: <http://www.performance-based-road-contracts.com>
5. Road Maintenance performance Contracts. Volume 3. Guidelines for Undertaking Routine Maintenance. Fourth Edition. Queensland Department of Main Roads, 2001 — 226 p.
6. Highway Maintenance Contracting 2004. World State of Practices. Report of the National Highway Maintenance Contract Seminar, Orlando, Florida, USA, April 2004.
7. Public and Private Sector Roles in the Supply of Transport Infrastructure and Services. Operational Guidance for the World Bank Staff. Transport Paper — 1. [Електронний ресурс] // Washington, D.C.: Amos, P. 2004 The World Bank. Режим доступу: <http://intresources.worldbank.org/INFRASTRUCTURE/Operational-Guidance-for-World-Bank-Group-Staff/20209325/TransportOperationalGuidanceNote.pdf>
8. Черниговский М. Контракты жизненного цикла: правовая природа и перспективы использования в рамках ГЧП-проектов в России / М. Черниговский // Корпоративный юрист. — 2009. — №5. — С. 14 — 18.

УДК 625.721

## МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Кандидат технічних наук Хом'як А.Я.,  
Лісовол Ю.А.

*В статті наводиться порівняльний аналіз існуючих методів проектування дорожніх мереж. Розглядається питання про удосконалення існуючої мережі із врахуванням сучасних транспортних-експлуатаційних умов руху.*

*The comparative analysis of existent methods for engineering automobile networks is presented in the paper. A question about improving existent network is discussed with taking to the consideration the change of transport and operating conditions of auto traffic.*

**Вступ** Важливим фактором, який визначає продуктивність праці на автомобільному транспорті та ефективність його використання, є мережа автомобільних доріг, зокрема, її протяжність і стан.

Питання раціонального проектування мережі автомобільних доріг набуло актуальності вже з початку розвитку автомобільного транспорту. В залежності від вимог, які ставляться до мережі, визначався критерій оптимізації мережі автомобільних доріг: чи то мінімальна протяжність автомобільних доріг, чи забезпечення мінімальної транспортної роботи, чи мінімальні дорожньо-транспортні витрати. Привабливим є забезпечення мінімальних витрат на будівництво мережі. Але бажання зменшити дорожні витрати з часом призводить до значних затрат на ремонт та реконструкцію, а також на експлуатацію автомобільного транспорту. Тож необхідно враховувати як витрати на будівництво, так ще й експлуатаційні і транспортні витрати.

**Постановка проблеми** Для вирішення питання проектування транспортних мереж перш за все потрібно було розробити критерії, які б враховували оптимальне співвідношення зазначених факторів та витрат.

Вивченням питання проектування мереж автомобільних доріг займалися Паршиков В.О., Полякова Г.О., Романенко, І.О., Кучинський В.І., Хом'як Я.В. Волков Б.О., Піндус Б.І. та інші вчені [1-7].

В роботах Паршикова В.О. [1], який розробив комбінаторний метод направленої відбору варіантів, а згодом Полякової Г.О. [2] в якості критерію для побудови дорожньої мережі приймався такий показник, як приведені дорожньо-транспортні витрати, що визначалися за залежністю:

$$T=D+П, \quad (1)$$

де  $D$  — дорожні витрати;

$П$  — транспортно експлуатаційні витрати, або витрати по перевезенню пасажирів і вантажів.

Дорожні витрати, в свою чергу, складаються із будівельних і експлуатаційних витрат, тобто

$$D=(EK+\text{Эг}), \quad (2)$$

де  $E$  — коефіцієнт економічної ефективності, 0,12;

$K$  — капіталовкладення в 1км ділянки дороги;

$\text{Эг}$  — дорожньо експлуатаційні витрати на 1км дороги;

Транспортно-експлуатаційні витрати визначалися за залежністю:

$$П=365Nqvgfs, \quad (3)$$

де  $N$  — добова інтенсивність руху, авт/добу;

$q$  — середня вантажопідйомність автомобілів в тонах;

$v$  — коефіцієнт використання пробігу;

$g$  — коефіцієнт використання номінальної вантажопідйомності;

$s$  — собівартість перевезень.

Даний метод має ряд мінусів, оскільки обрахунки проводяться на конкретний рік експлуатації, тобто без врахування фактору часу, можливої зміни вантажних перевезень з плином часу. При побудові нової мережі потрібно розглядати велику кількість варіантів, особливо в тих випадках, коли транспортні зв'язки існують між усіма кореспондуючими пунктами. Теоретична основа методу не дозволяє включати в мережу ланки, що з'єднують пункти, між якими відсутні перевезення. Недоліком цього методу є те, що цільова функція не взаємопов'язує дорожні і транспортні витрати.

Вплив фактору часу і зміни вантажних перевезень враховано в іншому критерії — сумарних приведених затратах. Зазвичай у сумарні приведені затрати включають тільки затрати, пов'язані з будівництвом, утриманням доріг і переміщенням по них транспортних засобів. Цим критерієм користується Волков Б.О. [3] і пропонує метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло), який дозволяє знайти найбільш вигідний варіант з наперед заданою вірогідністю шляхом аналізу статистичних варіантів дорожньої мережі. Кількість таких варіантів визначається за формулою

$$N_c=\lg(1-p)/\lg(1-\Delta), \quad (4)$$

де  $p$  — імовірність знаходження оптимального варіанта мережі;

$\Delta$  — достовірність пошуку найвигіднішого його вирішення.

Статистичні варіанти мережі отримують із вихідної мережі шляхом випадкового забезпечення всіх кореспондуючих зв'язків. Вихідну мережу отримують шляхом доповнення існуючої схеми новими ланками. Для отримання вихідної мережі можуть бути використані відомі графічні і графоаналітичні методи. Із отриманих  $N_c$  варіантів застосовують варіант з найменшими сумарними приведеними затратами. Ефективність метода характеризується невеликим числом розглянутих варіантів, але залежність отриманого рішення від вихідної мережі, яка будується графічним, або графоаналітичним методом, вносить певний суб'єктивізм.

В роботі Романенка І.О. [4] в якості критерію пропонується приймати затрати робочого часу на перевезення, які визначаються за формулою

$$T = \sum \frac{1}{a} \cdot l_a \cdot N_i^{1-b}, \quad (6)$$

де  $a$  — постійний коефіцієнт, що визначається за формулою

$$V_0 = a \cdot N^b, \quad (7)$$

$b$  — показник степені, який залежить від складу руху.

Згодом, на основі розробок Романенка І.О. [4], Кучинським В.І. [5] було створено метод нормативної мережі. Побудову вихідної мережі рекомендується проводити графічним або графоаналітичним методом, що вже заздалегідь вносить суб'єктивізм. Цільова функція не враховує впливу дорожніх витрат, що беззаперечно приведе до збільшення протяжності мережі доріг. Але затрати робочого часу достатньо точно відображають вимоги автомобільного транспорту і можуть застосовуватися при виборі маршрутів по вже існуючих мережах.

Подальшим кроком до вдосконалення методу проектування дорожніх мереж стали дослідження Хом'яка Я.В. [6] — в роботі за критерій оптимальності приймається мінімум питомих дорожньо-транспортних витрат. Був розроблений метод побудови найкоротшої пов'язуючої мережі з використанням теорії графів, при якому кореспондуючі пункти приймаються в якості вершин графів. Умова оптимальності мережі має вигляд:

$$\sum P_{i,j} = \min, \quad (8)$$

де  $\sum P_{i,j}$  — сумарні витрати, пов'язані з будівництвом, ремонтом і утриманням доріг та з переміщенням транспортних засобів в напрямку  $i-j$ .

Користуючись теорією графів, побудову рекомендується проводити в два етапи. Перший етап зводиться до утворення найкоротшої пов'язуючої мережі, яка складається із  $n-1$  ланок,  $n$  — число кореспондуючих ланок. При цьому використовується алгоритм Прима. Відбір ланок проводиться матричним методом. Другий етап полягає у встановленні додаткових вузлових точок і додаткових ланок. Великий плюс даного методу в тому, що розглядаються величини приведених довжин, а не варіанти мережі, що значно скорочує обсяг необхідних обрахунків.

Наступні дослідження були проведені Піндусом Б.І. [7], який визначив показники, за якими порівняв вказані вище чотири методи і зробив висновки, що за критерій оптимізації найдоцільніше приймати сумарні приведені затрати, а вони є найменшими при застосуванні методу, розробленого Хом'яком Я.В. [6]. У своїй роботі за критерій оптимальності дорожніх мереж Піндус Б.І. [7] взяв сумарні приведені затрати, врахувавши в поправках ще й цінність займаних земель, що в умовах сьогодення набуває особливої актуальності.

$$P = L(D + T + P'z), \quad (9)$$

де  $P'z$  — втрати сільського господарства від відводу землі на 1 км дороги

На даному етапі маємо в цілому сформовану мережу доріг, тож завданням є її вдосконалення, тобто:

— обґрунтування необхідності додавання нових ланок, які б забезпечували потреби в транспортних перевезеннях,

— пошук оптимальної конфігурації додаткових ланок;

— підвищення транспортно-експлуатаційного рівня дорожньої мережі.

Оскільки кількість транспортних перевезень невідмінно зростає, постає питання про їх якість, надійність, затрачений на дорогу час.

Сучасні транспортні перевезення характеризуються зростанням швидкостей руху, постійною зміною складу транспортних потоків із стійкою тенденцією до підвищених навантажень. Тож в основі методу вдосконалення проектування мережі доріг має бути гнучкий критерій, який би максимально враховував як сучасну структуру транспортних потоків, так і транспортно-експлуатаційний стан дорожніх мереж. В основі інтегрального показника може бути швидкість руху, оскільки вона залежить як від дорожніх умов, так і від якісних характеристик рухомого складу.

Дослідження залежності швидкості руху з одного боку — від поздовжнього похилу, величини радіусів горизонтальних та вертикальних кривих, стану дорожнього покриття та інших параметрів дороги, з другого боку — від інтенсивності чи пропускної здатності дороги, рівнів завантаженості, співвідношення різних видів транспортних засобів у транспортних потоках дасть відповідь на можливість застосування швидкості як інтегрального показника при проектуванні дорожніх мереж із врахуванням характеристик руху транспортних потоків.

Важливим фактором, що впливає на завантаженість дорожніх мереж, є наявність ліній інших видів транспорту, на які можуть перерозподілятися вантажний та пасажирський потоки. Тож дорожні мережі мусять проектуватися із врахуванням фактору наявності чи відсутності ліній інших видів транспорту на певних напрямках руху.

**Висновки.** Існуючі методи проектування дорожніх мереж потребують удосконалення у зв'язку із зростанням кількості перевезень та зміною дорожньо-транспортних умов. Метою подальшої роботи є визначення критерію, який би враховував сучасні умови та закономірності руху транспортних потоків.

### Література

1. Паршиков В.А. О построении местной дорожной сети. — В кн.: Развитие сети автомобильных дорог. М., 1971. — 71-100с.
2. Полякова Г.А. Экономические вопросы развития сети автомобильных дорог. М.: Высшая школа, 1976. — 86с.
3. Волков Б.А. Рекомендации по проектированию сети автомобильных дорог областного и местного значения. — М.: СоюздорНИИ, 1970г — 39с.
4. Романенко И.А. «Технико-экономические основы проектирования сетей автомобильных дорог». Учеб. Пособие для вузов. Изд. 2-е. М., 1975 — 267с.
5. Кучинский В.И. Об одном методе оптимизации сетей автомобильных дорог. Известия ВУЗов: Строительство и архитектура, 1973, №3, 156-160с.
6. Хомяк Я.В. Проектирование оптимальных сетей автомобильных дорог. М., 1969 — 144с.
7. Пиндус Б.И. Обоснование требований и разработка метода оптимизации сетей автомобильных дорог местного значения. Дис. канд. техн. наук. — Киев, 1984г. — 236с.

УДК 625.72

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДСТАНІ ВИДИМОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Кандидат технічних наук Хом'як А.Я.,  
Назіна М.О.

*В роботі виконаний аналіз вітчизняних та зарубіжних методів визначення відстаней видимості, який дозволяє порівняти ряд факторів, що впливають на відстань видимості, безпосередньо закладену в основу проектування безпечних та комфортних умов дорожнього руху. Запропоновано методіку для визначення безпечної швидкості руху при обмеженій видимості.*