

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ЩОДО АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

*Застосування системного підходу дозволило вирішити проблему, що розглядається – забезпечення безперервних, безпечних і зручних умов руху через наукове обґрунтування підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг України. Розроблена методологія аналізу функціонування та суспільно-економічного прогнозування розвитку мережі доріг.*

*Применение системного подхода позволило решить рассматриваемую проблему - обеспечение непрерывных, безопасных и удобных условий движения через научное обоснование повышения эффективности функционирования сети автомобильных дорог Украины. Разработана методология анализа функционирования и общественно-экономического прогнозирования развития сети дорог.*

*Systematic approach allowed to solve the matter under consideration - to ensure continuous, safe and convenient traffic conditions through scientific basis enhance the functioning of the road network in Ukraine. The methodology of analysis of the functioning and the socio-economic development forecast road network.*

**Проблема, що розглядається.** Автомобілізація потребує вирішення питань, без яких неможливо забезпечити її позитивний вплив на розвиток суспільства. Поряд з позитивом, автомобілізація призводить також і до негативних наслідків: скоєння дорожньо-транспортних пригод (ДТП), забруднення навколишнього середовища, різкого зниження швидкостей руху автомобілів із подальшим виникненням заторів на автомобільних дорогах.

Автомобільний транспорт та автомобільні дороги утворюють складну динамічну систему. Ця система являє собою сукупність пішоходів і різних за типами транспортних засобів, що рухаються автомобільними дорогами та керуються людьми, й має назву дорожній рух. Для того, щоб забезпечити ефективність дорожнього руху, необхідною є сумісна діяльність багатьох організацій: уряду, міністерств, підприємств, а також громадян – членів суспільства, які є учасниками дорожнього руху.

Автомобільні дороги є одним із найважливіших елементів транспортної системи України. Вони мають задовольняти потреби населення та економіки у пасажирських і вантажних автомобільних перевезеннях. Разом із автотранспортом вони утворюють складну систему – транспортно-дорожній комплекс. Функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг – велика справа, управління якою має відбуватися відповідно до економічних закономірностей розвитку суспільства. Автомобільні дороги мусять працювати у ринкових умовах – транспортно-дорожній комплекс має бути самоокупним.

Проблема, що розглядається – забезпечення безперервних, безпечних і зручних умов руху через наукове обґрунтування підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України.

**Основна частина.** Автомобільні дороги і автомобільний транспорт є складовими технічними елементами транспортно-дорожнього комплексу, розвиток яких знаходиться у постійній діалектичній єдності та взаємозумовленості. Розвиток автомобільного транспорту полягає у підвищенні його вантажопідйомності, збільшенні швидкості руху, появі спеціалізованого за видами вантажів рухомого складу, збільшенні транспортної роботи, а також загальної кількості транспортних засобів. Усе це висуває нові вимоги до ефективного функціонування мережі автомобільних доріг загального користування (надалі – мережі доріг): підвищення її транспортно-експлуатаційних якостей, зростання загальної довжини мережі доріг та її щільності, а також безперервності, безпеки та зручності дорожнього руху.

Системний підхід щодо аналізу функціонування та управління розвитком мережі автомобільних доріг передбачає комплексність та широту охоплення, а також організацію дослідження, проектування та управління функціонуванням та розвитком мережі автомобільних доріг на підставі взаємозв'язку та взаємозумовленості явищ у дорожньому русі мережею автомобільних доріг як складової транспортної системи країни, економіці та суспільстві України.

Він вимагає розглядати досліджувані явища й об'єкти не тільки як самостійну систему, але й як підсистему деякої великої системи [1]. Мета функціонування мережі автомобільних доріг – забезпечення рівномірного наземного доступу в різні місця країни, а також безпечного та надійного переміщення людей і транспортування товарів із належною ефективністю. Мережа автомобільних доріг є підсистемою транспортної системи країни. Вона є суспільним продуктом, має важливе економічне значення, надаючи суспільству послугу, яка приносить останньому суттєву вигоду.

Рішення проблеми удосконалення та розвитку мережі автомобільних доріг України з урахуванням проблем, що накопичилися у транспортно-дорожньому комплексі, вимагає системного підходу та рішення цілого ряду завдань:

- розвиток мережі автомобільних доріг має пов'язуватися із розвитком і станом економіки, а також з розвитком транспортної системи країни;
- питання розвитку автомобільних доріг має розглядатися комплексно;
- дослідження мають охоплювати весь спектр проблем, включаючи питання щодо удосконалення управління, законодавчої та нормативної бази, державного регулювання, тощо.

Слід зазначити, що поняття ефективності є зовнішнім щодо системи, тобто ніякий опис системи не може бути достатнім для введення міри ефективності. Оцінка ефективності потребує урахування властивостей надсистеми й охоплює як систему, так і надсистему – країну, її суспільство та її економіку, а також транспортну систему країни як елемент останньої. Нецілеспрямовані системи (такі, що не мають цілі) ефективністю не характеризуються. Сьогодні транспортно-експлуатаційний стан мережі доріг залишається катастрофічно незадовільним. Отже, проблемою, що має бути вирішена, є забезпечення безперервних, безпечних і зручних умов руху через наукове обґрунтування підвищення ефективності функціонування та розвитку мережі доріг України.

Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування мережі

автомобільних доріг загального користування на основі прогнозування попиту на рух автомобільними дорогами, урахування вартості та термінів будівництва і витрат на утримання доріг, специфіки роботи дорожнього господарства, інших показників розвитку суспільства та економіки країни, а також у розробці ефективної системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг.

Завданнями щодо виконання поставленої мети дослідження, є:

- визначити закономірності забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків як основи для створення ефективної системи управління процесами, що відбуваються при функціонуванні мережі автомобільних доріг;

- розробити методологічні основи оцінки роботи автомобільної дороги з надання суспільних послуг по забезпеченню умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків;

- розробити методологію визначення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування;

- розробити методологічні основи синтезу моделей прогнозування раціонального її розвитку через досягнення пропорційності та збалансованості на основі системного аналізу функціонування мережі автомобільних доріг;

- розробити моделі роботи дорожнього господарства для прогнозування необхідних обсягів ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт на підставі визначеного попиту з боку користувачів автомобільних доріг;

- розробити метод формування системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг на основі суспільно-економічного прогнозування у вигляді ієрархічної структури елементів та їх взаємозв'язків.

На відміну від визначення ефективності функціонування мережі доріг, яке було дотепер, нові уявлення про проблему мають базуватися не тільки з індивідуальної, але також із суспільної точки зору. Тобто, функціонування мережі автомобільних доріг та її окремих ланок мусять аналізуватися не тільки з позицій бухгалтерського обліку (мікрорівень аналізу функціонування), а й з позицій суспільства у цілому (макрорівень аналізу функціонування).

Так, функціонування мережі автомобільних доріг як системи відноситься до макрорівня аналізу функціонування, тому що вона є однією з підсистем транспортної системи України [2], а також ще й економічної системи, як системи більш високого рівня, або агрегованим показником (агрегатом). Таким чином, за допомогою макрорівня аналізу вивчається функціонування мережі доріг у цілому та її значення для країни, а не робота окремих доріг.

Мікрорівень аналізу функціонування має справу з детальним вивченням роботи окремих доріг. Через мікрорівень аналізу функціонування вивчається потреба у кількості та якості ресурсів суспільства для ефективної роботи доріг, цінність конкретного продукту – забезпечення вимог транспортних потоків до створення відповідної якості дорожніх умов, доходи та витрати окремих виробництв, у тому числі, робота автомобільних доріг щодо надання послуг із безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів ними.

Макрорівень аналізу функціонування мережі доріг розглянутий раніше [2-4]. У цій статті висвітлені питання, що пов'язані з мікрорівнем аналізу

функціонування мережі доріг. Для того, щоб проаналізувати функціонування мережі доріг на мікрорівні були вирішені такі задачі:

1) проведений аналіз виявив значення мережі доріг та її роль у транспортній системі України, а також в її суспільно-економічному середовищі. Набуло подальшого розвитку поняття інфраструктури завдяки визначенню мережі доріг як одного із елементів транспортної інфраструктури, а також пасивної та активної її ролі для економіки та суспільства країни;

2) виявлено, що сучасний стан мережі доріг призводить до фіаско послуг із безперервного, безпечного та зручного користування дорогами. Це така ситуація, коли процеси економічного вибору не координуються таким чином, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів суспільства;

3) із загальної системи автомобільного транспорту разом із шляхами його сполучення (транспортно-дорожній комплекс країни) може й має бути виділена окрема транспортна система «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (АДДМ-НМТП), у якій виконується головний процес – рух транспортних потоків мережею доріг;

4) аналіз функціонування системи АДДМ-НМТП дозволив побудувати її структурну схему та схеми оптимізації за різними критеріями ефективності функціонування як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації системи;

5) потрібною є оптимізація управління системою АДДМ-НМТП на мікрорівні із визначенням критеріїв управління. Доведено, що найкраще відповідає меті функціонування системи показник «Продуктивність роботи автомобільної дороги», який є критерієм її ефективності тому, що найкраще відповідає руху великих об'ємів транспортних потоків із достатньо великими швидкостями руху за умови забезпечення необхідного рівня безпеки руху:

$$P(l_{ab}) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\bar{V} \geq V_3$$

$$N \leq N(q_{opt})$$

$$SL \geq \bar{SL}$$

$$P(MR) \geq AC(MC),$$

де  $P(l_{ab})$  – продуктивність ділянки автомобільної дороги довжиною  $l_{ab}$ ;  $\bar{V}$  – середня швидкість руху транспортного потоку на ділянці;  $V_3$  – заданий рівень швидкості руху транспортного потоку;  $N$  – інтенсивність руху транспортного потоку;  $N(q_{opt})$  – інтенсивність руху транспортного потоку, що відповідає оптимальній щільності потоку, виходячи з умов досягнення суспільно-економічної ефективності роботи дороги;  $SL$  – рівень безпеки руху;  $\bar{SL}$  – мінімально необхідний рівень безпеки руху;  $P(MR)$  – транспортна цінність руху, що відповідає граничним суспільним вигодам  $MR$  через удосконалення умов руху транспортних потоків дорогою;  $AC$  – середні загальні суспільні витрати на удосконалення умов руху транспортних потоків дорогою;  $MC$  – граничні суспільні витрати на удосконалення умов руху

транспортних потоків.

Подана система управління достатньо відображає задачу оптимізації системи на окремій дорозі або її ділянці. При оптимізації системи для усієї мережі доріг математична модель виглядатиме складніше:

$$\sum_i \sum_j \Pi \rightarrow \max \quad (2)$$

$$\Pi(l_{ab}) \rightarrow \max$$

$$\bar{V}_{ab} \geq V_z$$

$$N_{ab} \leq N(q_{opt})$$

$$SL_{ab} \geq \bar{SL}$$

$$P(MR)_{ab} \geq AC_{ab}(MC_{ab}),$$

де  $l_{ab}$  – довжина ділянки автомобільної дороги.

6) доведено, що система *АДДМ-НМТП* є керованою, тому що процеси, які в ній відбуваються, можуть бути оптимізовані;

7) на відміну від ринкової конкурентної економіки в соціально-орієнтованій економічній системі, де мають діяти закони регулювання виробництва суспільних продуктів, суспільно-економічний розвиток може бути досягнутий на основі пропорційності та збалансованості у сфері виробництва, обміну й обігу. Пропорційність і збалансованість (як на мікрорівні, так і на макрорівні) аналізу функціонування та розвитку мережі доріг забезпечується прогнозом, що є, власне кажучи, попереднім розрахунком майбутньої поведінки цієї підсистеми транспортної системи країни. Сценарії прогнозів розроблені з їх поділом на песимістичний, вірогідний та оптимістичний.

Для практичного застосування розглянуто отримання елементів мікрорівня аналізу функціонування мережі доріг у транспортній системі *АДДМ-НМТП*.

*Безперервність руху* досягається майже завжди за виключенням декількох випадків. Випадок перший. Транспортно-експлуатаційний стан дороги задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але за якихось причин рух транспортних засобів відсутній, тобто,  $N$  – об'єм (інтенсивність руху) транспортного потоку дорівнює нулю:  $N=0$ . За цієї умови і швидкості руху, природно, немає  $V=0$ , а, отже, продуктивність дороги дорівнює нулю, тобто  $\Pi=0$ . Випадок другий. Дорога зруйнована повністю або частково. Таким чином її транспортно-експлуатаційний стан є незадовільним, вона не може функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів у зв'язку із надзвичайною ситуацією. Знов таки:  $N=0$ ,  $V=0$  та  $\Pi=0$ . Випадок третій. Транспортно-експлуатаційний стан дороги начебто задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але існуюча при цьому інтенсивність руху досягає максимальних значень, що призводить до повної зупинки усіх транспортних засобів. Отже, транспортно-експлуатаційний стан дороги стає незадовільним,

вона не може функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів у зв'язку із заторовою ситуацією. При цьому:  $N = \max$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ . *Висновок.* Безперервність руху автомобільна дорога забезпечує у випадках, коли швидкість руху є відмінною від нуля. При цьому продуктивність дороги визначається у залежності від наявних значень інтенсивності та швидкості руху. Таким чином стає зрозумілим, що залежність між продуктивністю дороги та інтенсивністю руху має параболічний характер і досягає значень нуля при двох значеннях інтенсивності руху:  $\Pi = 0$  при  $N = 0$  або  $N = \max$ .

Як приклад для автомобільної дороги I категорії одного із регіонів країни отримана наступна залежність «Продуктивність дороги – Інтенсивність руху»:

$$\Pi = -2175,72N^2 + 97485N - 176561 \quad (R^2 = 0,9993). \quad (3)$$

Для застосування у моделях показника «Продуктивність дороги» в якості аргументу отримана залежність «Інтенсивність руху – Продуктивність дороги»:

$$N = 5E - 13\Pi^2 + 1000\Pi + 6E - 11 \quad (R^2 = 1). \quad (4)$$

Як бачимо, остання залежність у вигляді прямої дозволяє застосовувати показник «Продуктивність 1 км дороги» в якості аргументу для інших залежностей замість показника «Інтенсивність руху».

Головними показниками в якості складових оцінки роботи автомобільної дороги щодо *визначення рівнів безпеки руху* слід вважати:

- існуючий стан аварійності;
- приведену вартість ДТП, грн.;
- інтенсивність руху, авт./добу;
- всі види дорожніх витрат щодо забезпечення функціонування дороги;
- макропоказники аналізу функціонування мережі автомобільних доріг та економічної системи суспільства.

Приведена вартість ДТП (рис. 1) визначається у відповідності до середньорічної добової інтенсивності руху за останній рік періоду спостереження через розподіл ДТП на ділянці дороги, авт/добу (по кожній області окремо в залежності від макропоказників аналізу функціонування мережі автомобільних доріг та економічної системи суспільства).

Визначаються всі види витрат (рис. 1) щодо забезпечення функціонування автомобільної дороги або її ділянки.

Визначаються рівні безпеки руху (рис. 1) в залежності від стану аварійності, характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт (відповідного фінансування).

Для оцінки рівнів безпеки руху необхідним є виконання таких етапів:

- визначення середньорічної добової інтенсивності руху за останній рік періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт/добу;
- визначення приведеної вартості ДТП, що скоєні на автомобільній дорозі;
- визначення усіх дорожніх витрат та планування відповідних заходів;
- визначення рівнів безпеки руху в залежності від аварійності, характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення дорожніх робіт;

- прогнозування зниження ризиків скоєння ДТП;
- оцінка рівнів безпеки руху з прийняттям рішення щодо впровадження заходів з підвищення безпеки руху.

На рис. 3 наведено визначені рівні безпеки руху для дороги 3 категорії.

Перший рівень оцінюється значеннями *граничних витрат* щодо забезпечення безпеки руху на 1 авт-км в 0,010 грн. для об'єму руху 1515 авт/добу і називається достатнім рівнем безпеки руху; другий рівень оцінюється значеннями *середніх перемінних дорожніх витрат* на 1 авт-км в 0,024 грн. для об'єму руху 2320 авт/добу і називається задовільним рівнем безпеки руху; третій рівень оцінюється значеннями *середніх загальних дорожніх витрат* на 1 авт-км в 0,062 грн. для об'єму руху 2564 авт/добу і називається недостатнім рівнем безпеки руху; четвертий рівень оцінюється значеннями *середніх загальних дорожніх витрат* на 1 авт-км більше ніж 0,062 грн. для об'єму руху більше ніж 2564 авт/добу і називається незадовільним рівнем безпеки руху. У даному прикладі крива *приведеної вартості* ДТП розташована у зоні третього, тобто, недостатнього рівня безпеки руху.

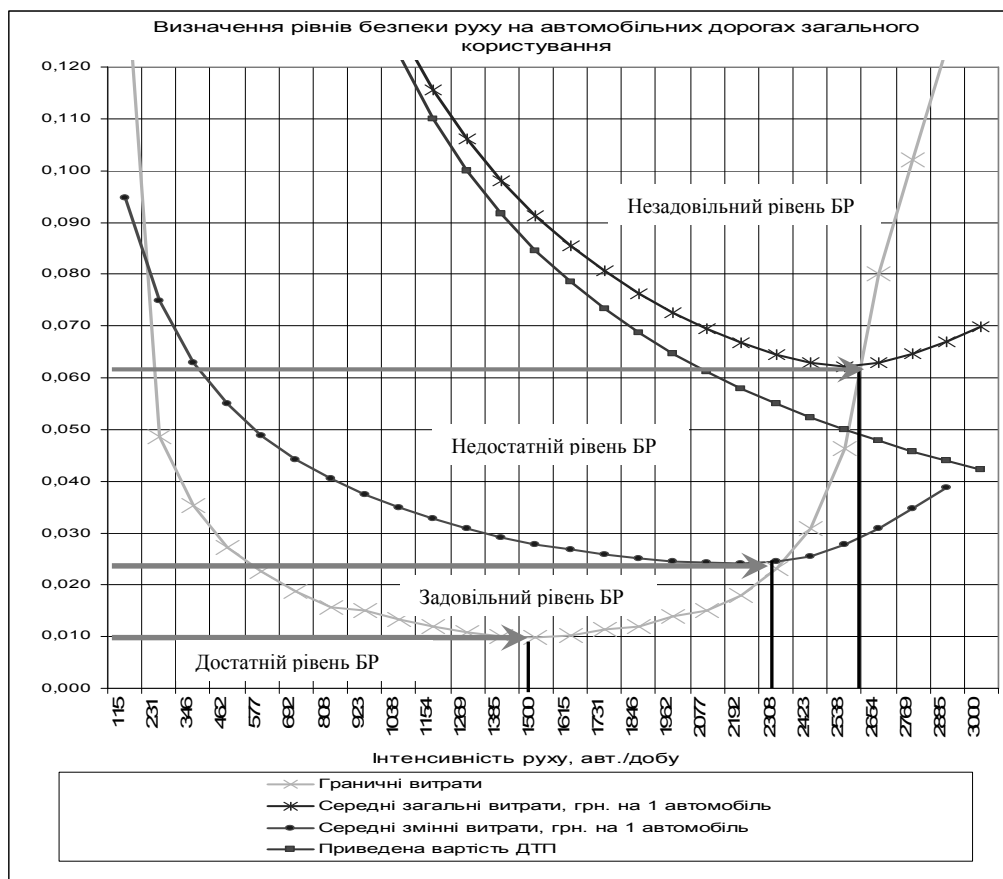


Рис. 1. Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах (приклад)

Зазвичай під *рівнем зручності руху* розуміють максимальну кількість автомобілів, яку може пропустити ділянка дороги за одиницю часу і називають це пропускною здатністю дороги. Оцінку пропускної здатності виконують за методикою проф. Сільянова В.В. за рівнями зручності руху: А, Б, В, Г-а и Г-б.

За цією методикою оцінюються якісні характеристики транспортних потоків. Окрім того, значний вплив на характеристики транспортного потоку мають дорожні умови, які, з одного боку, формують стан потоків, з іншого, повинні відповідати вимогам транспортних потоків на забезпечення відповідної якості транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Потреба у новій якості застосування поняття «рівні зручності руху автомобільними дорогами» виникає через можливість системного підходу до розгляду роботи дороги щодо забезпечення безперервності, безпеки та зручності дорожнього руху із визначенням необхідного ресурсного забезпечення.

Для отримання рівнів зручності, що забезпечуються різним ресурсним забезпеченням, використовується Методологія визначення транспортної цінності забезпечення руху транспортних потоків як критерію ефективності роботи дороги.

Для визначення рівнів зручності потрібно отримати наступні залежності:

- швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку;
- продуктивність дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку;
- транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної коєти дорожніх умов з боку автомобільних доріг);
- постійні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- змінні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- загальні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- середні постійні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- середні змінні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- середні загальні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- граничні суспільні витрати – продуктивність дороги;
- сукупна суспільна вигода від роботи дороги для різного (за часткою легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність дороги.

Як приклад далі наведені отримані залежності та відповідні їм графіки для одного з регіонів країни у цінах 2003 р. для I категорії:

1) швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (рис. 2):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:  $V_{20} = -0,0018N + 78,10$ ;
- при частці 40% легкових у транспортному потоці:  $V_{40} = -0,0019N + 82,29$ ;
- при частці 60% легкових у транспортному потоці:  $V_{60} = -0,0022N + 89,84$ ;
- при частці 80% легкових у транспортному потоці:  $V_{80} = -0,0025N + 96,20$ .

2) продуктивність дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку для I категорії (рис. 3):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:

$$P_{20} = - 0,0017 N^2 + 78,1 N - 1E-09;$$



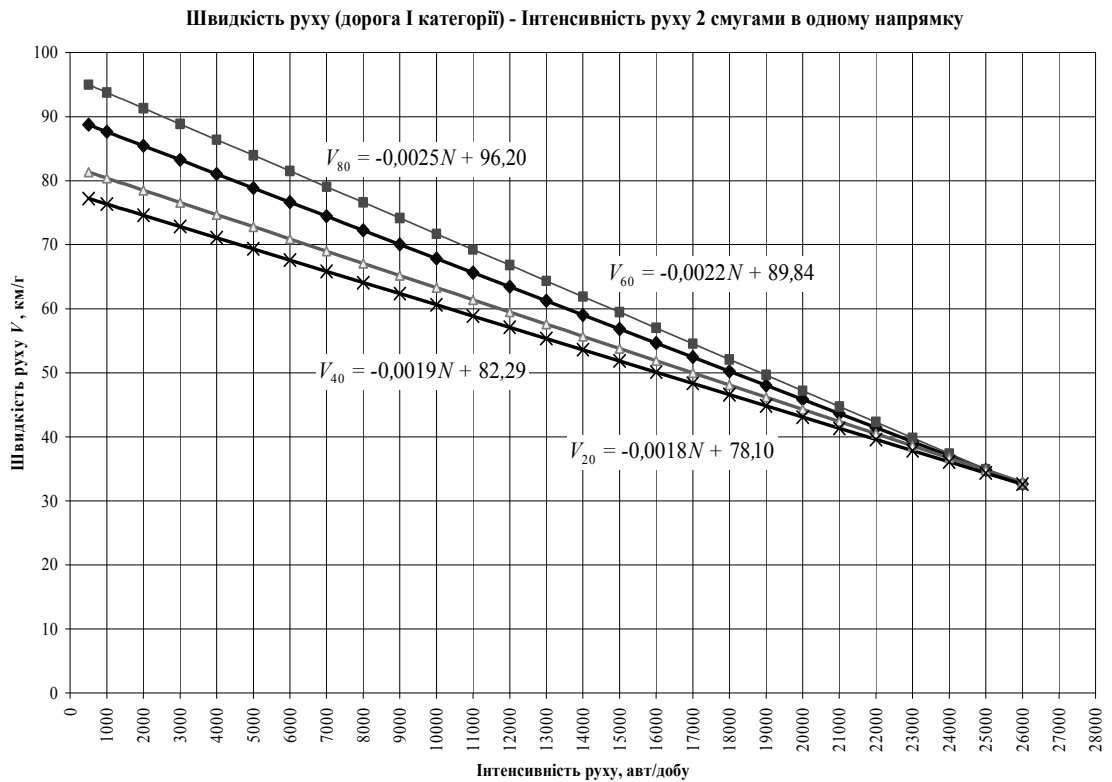


Рис. 2. Залежність «швидкість руху – інтенсивність руху»

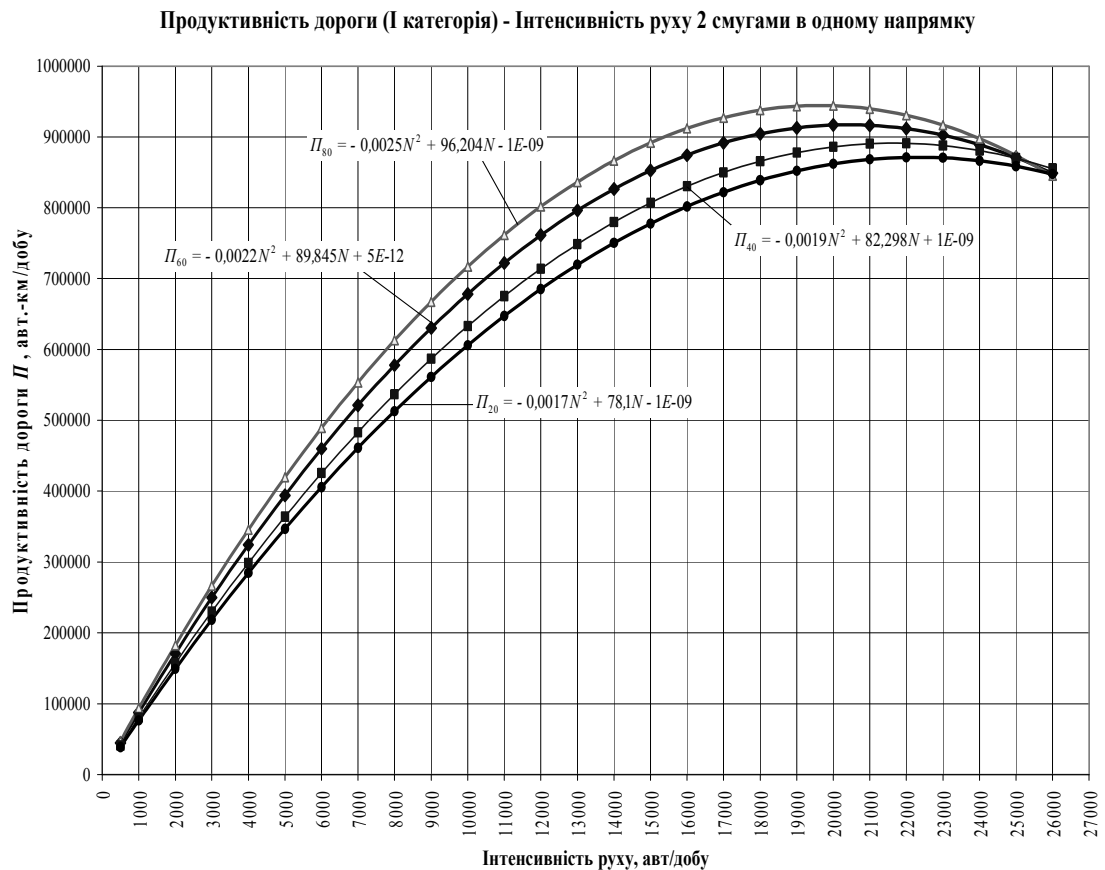


Рис. 3. Залежність «продуктивність дороги I категорії – інтенсивність руху»

- при частці 40% легкових у транспортному потоці:

$$P_{40} = - 0,0019 N^2 + 82,298 N + 1E-09;$$

- при частці 60% легкових у транспортному потоці:

$$P_{60} = - 0,0022 N^2 + 89,845 N + 5E-12;$$

- при частці 80% легкових у транспортному потоці:

$$P_{80} = - 0,0025 N^2 + 96,204 N - 1E-09.$$

3) транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність дороги для різного (за часткою легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної кості дорожніх умов з боку автомобільних доріг) – рис. 4:

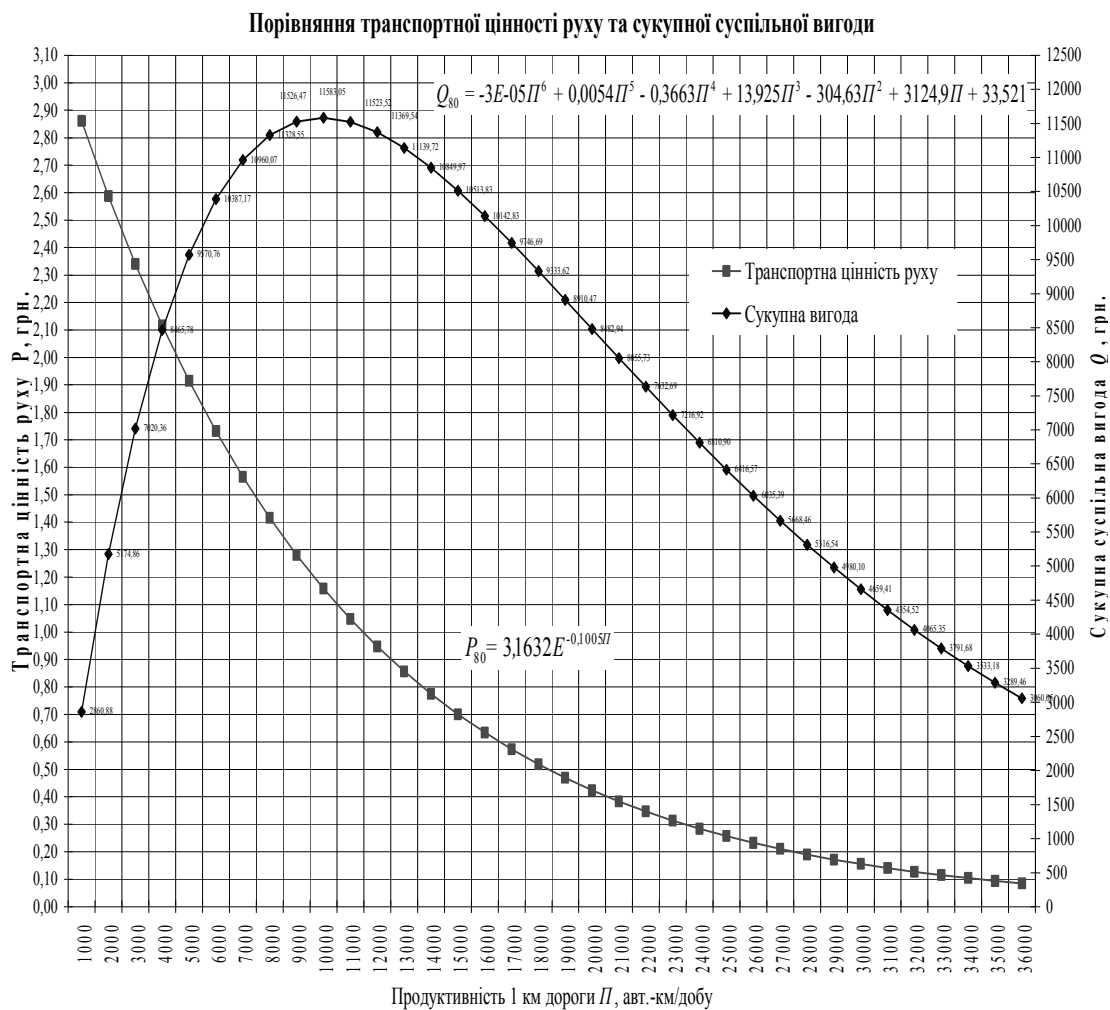


Рис. 4. Транспортна цінність руху (80 % легкових) – продуктивність дороги

$$P_{80} = 3,1632 E^{-0,1005 P} ;$$

$$P_{60} = 3,1632 E^{-0,1052 P} ;$$

$$P_{40} = 3,1632 E^{-0,1118 P} ;$$

$$P_{20} = 3,1632 E^{-0,1143 P} ;$$

4) сукупна суспільна вигода від роботи дороги для різного (за часткою легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність дороги (рис. 4):

$$Q_{80} = -3E-05P^6 + 0,0054P^5 - 0,3663P^4 + 13,925P^3 - 304,63P^2 + 3124,9P + 33,521;$$

$$Q_{60} = -4E-05P^6 + 0,0061P^5 - 0,4061P^4 + 15,007P^3 - 316,74P^2 + 3116,6P + 40,725;$$

$$Q_{40} = -5E-05P^6 + 0,0071P^5 - 0,4633P^4 + 16,516P^3 - 332,91P^2 + 3103,1P + 52,375;$$

$$Q_{20} = -5E-05P^6 + 0,0075P^5 - 0,4855P^4 + 17,089P^3 - 338,84P^2 + 3097,4P + 57,326.$$

5) постійні суспільні витрати (*TFC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги, грн.:

$$TFC = -2E-13P + 1947,7;$$

6) змінні суспільні витрати (*TVC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги, грн.:

$$TVC = 7E-05P^6 - 0,0061P^5 + 0,1907P^4 - 2,2246P^3 - 0,6849P^2 + 232,97P - 135,56;$$

7) загальні суспільні витрати (*TC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги, грн.:

$$TC = 7E-05P^6 - 0,0061P^5 + 0,1907P^4 - 2,2246P^3 - 0,6849P^2 + 232,97P - 1812,1;$$

8) середні постійні суспільні витрати (*AFC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн.:

$$AFC = 1,9477P^{-1};$$

9) середні змінні суспільні витрати (*AVC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн.:

$$AVC = 1E-08P^6 - 1E-06P^5 + 5E-05P^4 - 0,0013P^3 + 0,0165P^2 - 0,1147P + 0,4746;$$

10) середні загальні суспільні витрати (*ATC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн.:

$$ATC = 1E-07P^6 - 1E-05P^5 + 0,0006P^4 - 0,0144P^3 + 0,1814P^2 - 1,1349P + 3,1232;$$

11) граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги :

$$MC = 7E-08P^6 - 7E-06P^5 + 0,0003P^4 - 0,0058P^3 + 0,0587P^2 - 0,2876P + 0,6104.$$

Останнім етапом є визначення рівнів зручності руху в залежності від ресурсного забезпечення функціонування автомобільної дороги (рис. 5). Через обмеженість місця викладення матеріалів дослідження не є можливим привести у статті всі отримані дані. Завдяки приведеній методології оцінки для кожної дороги можливим є визначення рівнів зручності, що визначені як достатній, задовільний, недостатній, незадовільний та критичний. За умови виникнення критичного рівня порушується безперервність у русі через транспортний затор. Рівні зручності є просторово-часовими ймовірнісними характеристиками.

**Висновки.** У статті наведені дані дослідження мікрорівня функціонування мережі доріг у транспортній системі АДДМ-НМТП. Розроблена методологія суспільно-економічного прогнозування дозволяє управляти відповідними показниками як на мікрорівні, так і макрорівні аналізу функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг загального користування.

Оцінка рівнів зручності руху мережею автомобільних доріг загального користування

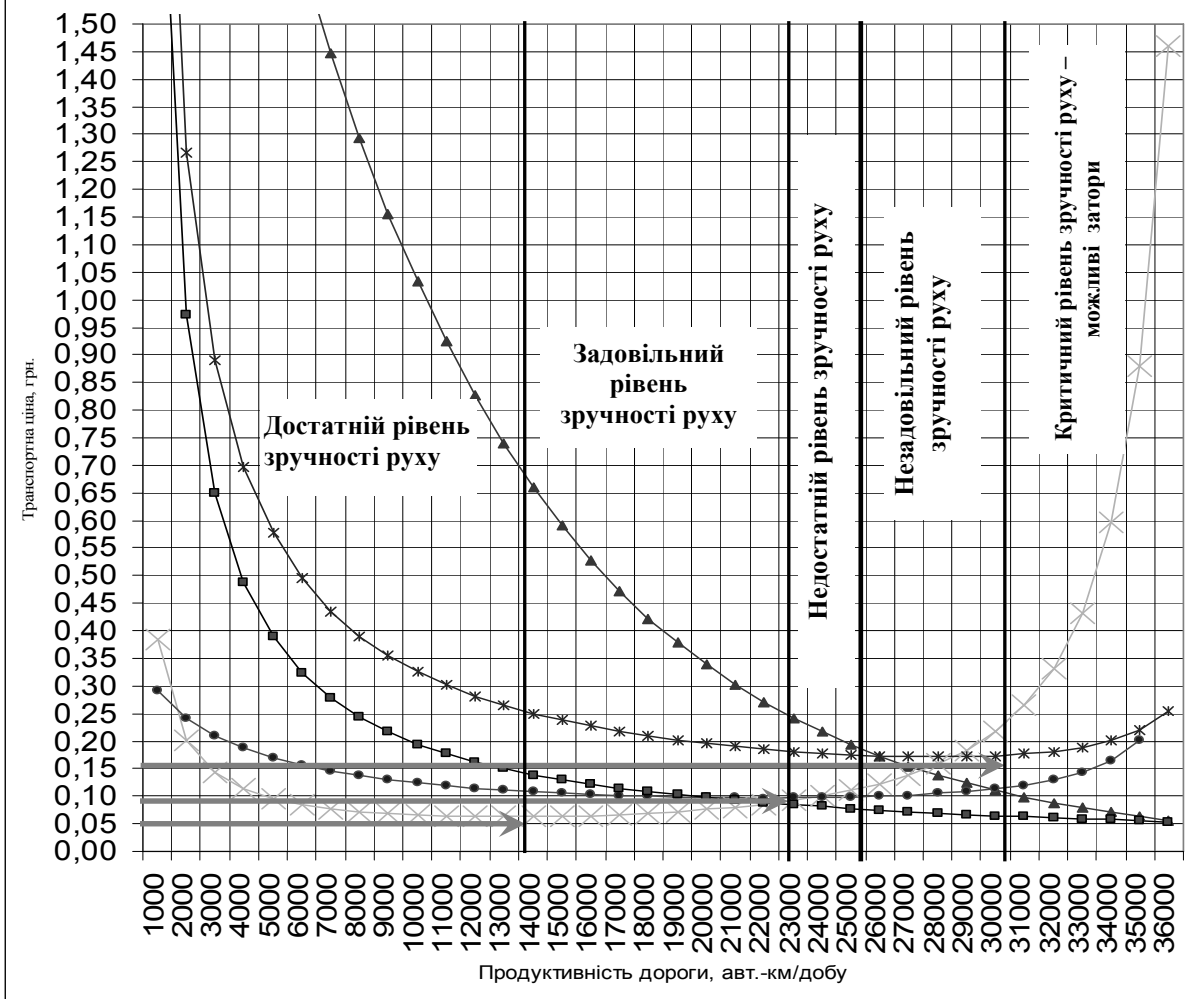


Рис. 5. Рівні зручності руху

### Література

1. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К., Лановий О.Т., Линник І.Е., Поліщук В.П. «Системологія на транспорті». Підручник у 5 книгах. Кн. 1: «Основи теорії систем і управління». К.: Вища школа, 2005 р., 344 с.
  2. Прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування / Лановий О.Т. // Вісті авт.-дор. інституту: Наук.-виробн. зб. / АДІ ДонНТУ, Горлівка, 2005, № 1. – С. 27 – 30.
  3. Лановий О.Т. Оцінка функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в Єдиній транспортній системі держави / Лановий О.Т. // Наук.-виробн. зб. / АДІ ДонНТУ, Горлівка, 2006, № 2(3). – С. 29 – 35.
- Лановий О.Т. Макроекономічна ефективність функціонування автомобільних доріг загального користування України / Лановий О.Т. // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2006. – Випуск 11. – С. 122 – 125.