

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ЛАНОВИЙ ОЛЕКСАНДР ТИМОФІЙОВИЧ

УДК 656.11:625.7

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
УМОВ БЕЗПЕРЕРВНОГО, БЕЗПЕЧНОГО ТА ЗРУЧНОГО РУХУ  
ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ МЕРЕЖЕЮ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Науковий консультант –  
Поліщук Володимир Петрович,  
доктор технічних наук, професор

Київ – 2016

## ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	5
ВСТУП.....	8
<b>РОЗДІЛ 1 МЕРЕЖА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>21</b>
1.1 Аналіз існуючих нормативно-правових відносин у сфері функціонування автомобільних доріг України.....	22
1.2 Необхідність застосування системного підходу до аналізу функціонування мережі автомобільних доріг та її розвитку.....	25
1.3 Транспортна система України та її роль у життєдіяльності держави й суспільства.....	28
1.4 Аналіз існуючих методів управління будівництвом, ремонтами та утриманням автомобільних доріг.....	39
1.5 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності інвестиційних пропозицій.....	54
1.6 Висновки за розділом 1, мета та задачі дослідження.....	68
<b>РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ.....</b>	<b>72</b>
2.1 Змістовний опис функціонування мережі автомобільних доріг як елемента транспортної системи України.....	72
2.2 Транспортно-дорожній комплекс, його місце і значення для суспільства та економічної системи країни.....	80
2.3 Аналіз функціонування транспортної системи «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	86
2.4 Оптимізація управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	103
2.5 Вирішення проблеми досягнення умов пропорційності та збалансованості функціонування й розвитку мережі автомобільних доріг.....	122
2.6 Висновки за розділом 2.....	125
<b>РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ У ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ РЕГІОНУ «АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ – НАЦІОНАЛЬНІ ТА МІЖНАРОДНІ ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ».....</b>	<b>127</b>
3.1 Оцінка роботи автомобільної дороги як підприємства із надання суспільних послуг по забезпеченню руху транспортних потоків у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	127

3.2	Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг.....	135
3.3	Урахування необхідних суспільних витрат на функціонування та розвиток автомобільних доріг.....	145
3.4	Методика визначення транспортної цінності забезпечення умов дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги.....	156
3.5	Методи оцінки рівнів забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами.....	169
3.6	Висновки за розділом 3.....	184
<b>РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА ЕКОНОМІЧНУ СИСТЕМУ СУСПІЛЬСТВА ТА СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ЇЇ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ.....</b>		<b>186</b>
4.1	Дослідження матеріально-речовинних та інформаційних зв'язків і поточних процесів в економічній системі та суспільстві країни.....	187
4.2	Математичне моделювання впливу функціонування мережі автомобільних доріг на економічну систему країни.....	195
4.3	Методологічні основи синтезу моделей прогнозування раціонального функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг.....	213
4.4	Моделі прогнозування роботи дорожнього господарства.....	223
4.5	Визначення принципів та критеріїв оптимізації суспільно-економічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства.....	234
4.6	Висновки за розділом 4.....	235
<b>РОЗДІЛ 5 СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....</b>		<b>237</b>
5.1	Методологічні основи суспільно-економічного прогнозування.....	237
5.2	Розробка методу управління функціонуванням мережі автомобільних доріг....	243
5.3	Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	248
5.4	Удосконалення принципів управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	270
5.5	Оцінка ресурсного забезпечення функціонування та необхідності розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	279
5.6	Висновки за розділом 5.....	281
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>		<b>283</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>		<b>289</b>

ДОДАТОК А. Оцінка складових критеріїв показника ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».....	306
ДОДАТОК Б. Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги.....	344
ДОДАТОК В. Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства.....	373
ДОДАТОК Г. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення (Серія В № 00685 від 13.12.2006 р.) із 6 додатками до нього згідно з переліком....	382
ДОДАТОК Д. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення (Серія ВР № 01294 від 2010 р.).....	388
ДОДАТОК Е. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення (Серія ВР № 01296 від 2010 р.).....	389
ДОДАТОК Ж. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 36602 від 20.01.2011 р.).....	390
ДОДАТОК И. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 36603 від 20.01.2011 р.).....	391
ДОДАТОК К. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (Свідоцтво № 41867 від 20.01.2011 р.).....	392
ДОДАТОК Л. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (Свідоцтво № 41868 від 20.01.2011 р.).....	393
ДОДАТОК М. Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи.....	394
ДОДАТОК Н. Акт упровадження науково-дослідних робіт Національного транспортного університету щодо розробки другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги».....	395
ДОДАТОК П. Апробація матеріалів і результатів дисертаційної роботи на міжнародній конференції від 28.09.2016 року.....	396
ДОДАТОК Р. Апробація матеріалів і результатів дисертаційної роботи на міжнародній конференції від 27.10.2016 року.....	397
ДОДАТОК С. Диплом за активну дослідницьку діяльність і вагомий внесок у розвиток сучасної науки.....	398
ДОДАТОК Т. Акт про впровадження у навчальний процес кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» матеріалів і результатів дисертаційної роботи.....	399

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

*АДДМ-НМТП* – транспортна система регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»

ВВП – валовий внутрішній продукт

ДИЛЕМА РЕГУЛЮВАННЯ – порівняння результатів визначення суспільно-оптимальної транспортної цінності руху та транспортної цінності руху, що забезпечує нормальну (справедливу) суспільну вигоду. Вирішує проблему раціонального розподілу ресурсів у суспільному та економічному значенні

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

ГРАНИЧНІ ДОРОЖНІ ВИГОДИ (*MR*) – додаткова суспільна вигода, що є результатом реалізації ще однієї одиниці послуги щодо руху одного транспортного засобу автомобільною дорогою

ГРАНИЧНІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*MC*) – додаткові або додані витрати на один кілометр, пов'язані з виробництвом ще однієї одиниці послуги (для автомобільної дороги – частка від добутку зміни загальних витрат за проїзд одного кілометра дороги ще одним транспортним засобом)

ЕКОНОМІЧНІ ВИТРАТИ – виплати, що потрібно зробити, або ті доходи, що має бути забезпечені постачальникам ресурсів для того, щоб відволікти ці ресурси від використання їх в альтернативних виробництвах, тобто сума економічних витрат – зовнішніх та внутрішніх, включаючи нормальну або справедливу вигоду)

ЗАГАЛЬНІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*TC*) – сума постійних та змінних дорожніх витрат на один кілометр при кожному зі значень добової інтенсивності руху автомобільною дорогою довжиною 1 км

ЗАГАЛЬНА СУСПІЛЬНА ВИГОДА – загальна вигода за винятком усіх дорожніх витрат (зовнішніх і внутрішніх), включаючи нормальну (справедливу) вигоду

ЗМІННІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*TVC*) – дорожні витрати на один автомобіле-кілометр, тобто величина, що змінюється в залежності від зміни інтенсивності руху автомобільною дорогою (добової продуктивності дороги). Приріст суми змінних дорожніх витрат, що пов'язаний із збільшенням інтенсивності руху, не є постійним

КОРОТКОСТРОКОВИЙ ПЕРІОД – період часу досить короткий, щоб були змінені дорожні умови, але доволі тривалий для зміни інтенсивності використання цих фіксованих потужностей автомобільної дороги

**МЕТА ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ** – забезпечення рівномірного наземного доступу в різні місцевості країни та умов безперервного, безпечного та зручного переміщення людей і транспортування вантажів з належною ефективністю

**МЕТОД ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ** – це систематизована сукупність кроків, спрямованих на забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами з конкретною програмою управління через створену відповідно до цього систему управління

**МТК** – міжнародні транспортні коридори

**НОРМАЛЬНА (СПРАВЕДЛИВА) ВИГОДА** – мінімальний доход, який є необхідним, щоб утримати ресурси суспільства у межах напрямку діяльності дорожнього господарства або імпліцитні (скриті) видатки держави на суспільні потреби

**ОЦІНКА РІВНІВ БЕЗПЕКИ РУХУ** – це порівняння фактичного рівня безпеки руху, що характеризується інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також ресурсним забезпеченням виконання заходів з їхнім деяким заздалегідь визначеним значенням

**ОЦІНКА РІВНЯ ЗРУЧНОСТІ РУХУ** – це порівняння фактичного рівня зручності руху, що характеризується інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, попиту користувачів на рух дорогою, умов формування транспортних потоків, погодно-кліматичних умов, а також ресурсним забезпеченням виконання заходів щодо удосконалення умов руху з їхнім деяким заздалегідь визначеним значенням

**ПОПИТ КОРИСТУВАЧІВ НА РУХ АВТОМОБІЛЬНОЮ ДОРОГОЮ** – та кількість кілометрів, якою бажатиме й матиме можливість рухатися користувач дороги з відповідним значенням транспортної цінності руху

**ПОСТІЙНІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (TFC)** – дорожні витрати на один кілометр, величина яких не змінюється в залежності від інтенсивності руху дорогою

**ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ** – визначається як добуток швидкості руху на об'єм транспортного потоку. Головною перевагою цього показника є урахування швидкості руху транспортного потоку поряд з урахуванням його інтенсивності

**RSM** – Road Safety Management (Управління безпекою руху)

СЕРЕДНІ ПОСТІЙНІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*AFC*) – відношення сумарних постійних витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги

СЕРЕДНІ ЗМІННІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*AVC*) – відношення сумарних змінних дорожніх витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги

СЕРЕДНІ ЗАГАЛЬНІ ДОРОЖНІ ВИТРАТИ (*ATC*) – відношення суми загальних дорожніх витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги

СОУ – стандарт організації України

СПОЖИВЧА ТРАНСПОРТНА ЦІННІСТЬ РУХУ автомобільною дорогою – грошовий еквівалент економічних вигод користувачів при русі автомобільною дорогою

СУСПІЛЬНИЙ ПРОДУКТ – це такий продукт, який не може бути наданий одній особі так, щоб не надати його в цей же час у розпорядження усім іншим без додаткових витрат. Саме до такої категорії благ відносяться автомобільні дороги загального користування

СУСПІЛЬНО-ОПТИМАЛЬНА ТРАНСПОРТНА ЦІННІСТЬ РУХУ – транспортна цінність руху, при якій досягається ефективність розподілу ресурсів суспільства

ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА – це сукупність елементів, що забезпечують безперебійне багаторівневе функціонування інформаційних і ресурсних взаємозв'язків, взаємодію суб'єктів економіки та суспільства, а також регулюють рух матеріальних (пасажирів, вантажі) потоків. Результатом такої взаємодії є цілком певний синтетичний ефект, що можна визначити як оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків

ТРАНСПОРТНА ЦІННІСТЬ РУХУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ НОРМАЛЬНУ (СПРАВЕДЛИВУ) СУСПІЛЬНУ ВИГОДУ – випадок, коли величина попиту користувачів на рух автомобільною дорогою дорівнює середнім загальним суспільним витратам

УМОВИ БЕЗПЕРЕРВНОГО, БЕЗПЕЧНОГО ТА ЗРУЧНОГО РУХУ автомобільними дорогами характеризуються інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також ресурсним забезпеченням їхнього функціонування із застосуванням суспільно-економічної оцінки роботи автомобільної дороги як підприємства у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»

ЧНП – чистий національний продукт

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасний транспорт є галуззю матеріального виробництва, що необхідна для задоволення потреб суспільства та економіки у перевезеннях. Одним із видів сучасного транспорту є дорожній (у тому числі автомобільний) транспорт, який разом з автомобільними дорогами утворює економічно єдину підгалузь – транспортно-дорожній комплекс. Автомобільні дороги і автомобільний транспорт – складові технічні елементи транспортно-дорожнього комплексу, розвиток яких знаходиться у постійній діалектичній єдності та взаємозумовленості. Розвиток автомобільного транспорту полягає у підвищенні його вантажопідйомності, збільшенні швидкості руху, появи спеціалізованого за видами вантажів рухомого складу, а також загальної кількості транспортних засобів. Усе це висуває нові вимоги до функціонування мережі автомобільних доріг загального користування (надалі – мережі автомобільних доріг): підвищення її транспортно-експлуатаційних властивостей, зростання довжини мережі автомобільних доріг та її щільності. Разом із тим, розвиток рухомого складу автомобільного транспорту не може проходити відокремлено від функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг. Транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг – важлива передумова забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків ними.

Мережа автомобільних доріг є однією з підсистем транспортної системи України. Вона має задовольняти потреби населення та економіки у пасажирських і вантажних перевезеннях. Значимість автомобільних доріг відображає той факт, що витрати на їх утримання кожного року можуть поглинати від 5 до 10% державного бюджету. З іншого боку, слід зазначити, що власники транспортних засобів через прямі та непрямі податки роблять значні внески до державного бюджету України, величина останніх затверджується на законодавчому рівні.

Незадовільний транспортно-експлуатаційний стан доріг відображається на збільшенні заборгованості по витратах на їх утримання та поточні ремонти. Додаткові витрати, пов'язані з низьким рівнем утримання автомобільних доріг, лягають, головним чином, на їхніх користувачів. Коли погіршується стан автомобільної дороги, тоді економія кожної гривні витрат на її поточний ремонт та



утримання призводить до підвищення собівартості автомобільних перевезень для користувачів доріг на 3 - 4 гривні. Економія поточних витрат на утримання доріг не тільки не є вигідною, але й обертається збільшенням загальної вартості товарів через підвищення вартості транспортних послуг. Незадовільне утримання мережі автомобільних доріг призводить також до підвищення довготривалих витрат суспільства. Так, при досягненні повної непридатності автомобільної дороги для руху транспортних засобів, витрат на її відновлення знадобиться у три рази більше, ніж на її поточне утримання протягом 10 - 20 років.

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.

Отже, проблема, що вирішується у роботі – це забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху транспортних потоків через наукове обґрунтування підвищення ефективності функціонування та необхідності подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування України.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Основні дослідження теоретичного та прикладного характеру виконані згідно з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувалися Національним транспортним університетом Міністерства освіти і науки України за пріоритетними напрямками «Транспортні технології», а також «Безпека дорожнього руху» за темою № держ. реєстр. 0108U010246 «Управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху в транспортних системах України», «Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року» Міністерства інфраструктури України; «Глобального плану ООН на Десятиліття дій з безпеки дорожнього руху» і «Програми організаційних та практичних заходів по розвитку та впровадженню новітніх технологій і технічних засобів в галузі безпеки дорожнього руху в Україні» таких як: «Розробка положення про оцінку та конкурсний відбір запропонованих суб'єктами господарської діяльності інвестиційних проектів в дорожньому господарстві, що передбачають залучення коштів державного бюджету» (1999 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Розробка спеціального режиму інвестиційної діяльності по будівництву та експлуатації нової

автомобільної дороги Львів-Краковець, що надається у концесію», (1999 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Розробка та коригування нормативних актів для забезпечення правового поля дії Законів України «Про концесії» та «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг», (2000 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Науковий супровід у Кабінеті Міністрів України розроблених нормативних актів щодо забезпечення правового поля дії Законів України «Про концесії» та «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг», (2000 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Науково-методичні основи розробки концепції державної системи забезпечення безпеки дорожнього руху» (2000 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Розробка Методики розрахунку максимального розміру плати за проїзд автомобільними дорогами, побудованими на умовах концесії, з програмним забезпеченням», (2000 р., № держ. реєстр. 0100U006496); «Розробка другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги», (2001 р., № держ. реєстр. 0101U006496); «Науковий супровід розробленої другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги» в міністерствах та інших органах центральної виконавчої влади України» (2001 р., № держ. реєстр. 0101U006497); «Науковий пошук законодавчих актів Європейського Союзу, необхідних для адаптації другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги» до законодавства ЄС» (2001 р., № держ. реєстр. 0101U007299); «Науковий переклад законодавчих актів Європейського Союзу, необхідних для адаптації другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги» до законодавства ЄС» (2001 р., № держ. реєстр. 0101U007299); «Адаптація другої редакції проекту Закону України «Про автомобільні дороги» до законодавства Європейського Союзу» (2001 р., № держ. реєстр. 0101U007301); «Розробити зміни та доповнення до Закону України «Про дорожній рух» та забезпечити наукове супроводження закону на всіх стадіях» (2002 р., № держ. реєстр. 0102U006497); «Розробити «Методичні рекомендації по розробці бізнес-планів інвестиційних проектів на будівництво об'єктів дорожнього комплексу» (2002 р., № держ. реєстр. 0102U006498); «Розробити рекомендації з розрахунку чисельності фахівців та службовців лінійного персоналу дорожніх підприємств, зайнятих на капітальному і середньому ремонті автомобільних доріг» (2002 р., № держ. реєстр. 0102U006499); «Розробка пропозицій щодо удосконалення законодавства з фінансування дорожнього господарства України» (2002 р., № держ. реєстр.

0102U006501); «Розробити наукове, соціально-економічне і нормативно-правове обґрунтування та провести аналіз можливостей виконання реконструкції автомобільних доріг на умовах концесії» (2003 р., № держ. реєстр. 0103U005271); «Розробити методичні рекомендації по розрахунку рентабельності експлуатації та окупності концесійних та платних автомобільних доріг» (2003 р., № держ. реєстр. 0103U005272); «Розробити рекомендації щодо визначення соціально-економічної ефективності інвестицій у розвиток мережі автомобільних доріг в єдиній транспортній системі України» (2003 р., № держ. реєстр. 0103U005270); «Прогнозування соціально-економічних наслідків розширення Європейського Союзу та вступу України до СОТ та ГАТТ для дорожньої галузі» (2004 р., № держ. реєстр. 0104U006089); «Провести аналіз законодавчого забезпечення функціонування дорожнього господарства в країнах ЄС та СНД і розробити рекомендації по удосконаленню законодавчого забезпечення функціонування дорожнього господарства України» (2005 р., № держ. реєстр. 0105U003305); «Прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в Єдиній транспортній системі держави» (2005 р., № держ. реєстр. 0105U003304); «Оцінка значення автодороги «Київ – Одеса» на ділянці від м. Жашків до с. Червонознам'янка (міжнародний транспортний коридор № 9) для функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України» (2005 р., відповідно до господарчого договору № 210 від 17 січня 2005 р. з Центральною службою Укрінвестекспертизи); «Удосконалення методів організації дорожнього руху на автомобільних магістралях України» (2005 р., № держ. реєстр. 0105U003305); держбюджетна НДР №1 «Теоретичні основи прогнозу формування об'ємів руху, рівнів безпеки руху та екології автомобільних доріг в транспортних коридорах України» (2000-2001 рр., № держ. реєстр. 0100U002440); держбюджетна НДР № 45 «Теоретичні основи визначення ефективності функціонування автомобільних доріг в Єдиній транспортній системі України» (2006 – 2008 рр., № держ. реєстр. 0106U000697); держбюджетна НДР № 79 «Удосконалення управління безпекою дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України» (2009-2010 рр., № держ. реєстр. 0109U002155), держбюджетна НДР № 7 «Мережа автомобільних доріг загального користування та її вплив на розвиток регіонів України» (2011-2012 рр., № держ. реєстр. 1111U000091), «Розробка програм розвитку автомобільних доріг

державного значення в Чернігівській області на основі методики управління безпекою руху на автомобільних дорогах» (2012-2013 рр., відповідно до господарчого договору № 12152 від 9 вересня 2012 р. з Службою автомобільних доріг у Чернігівській області), «Розробка програм розвитку автомобільних доріг місцевого значення в Чернігівській області на основі методики управління безпекою руху на автомобільних дорогах» (2012-2013 рр., відповідно до господарчого договору № 12153 від 9 вересня 2012 р. з Службою автомобільних доріг у Чернігівській області), держбюджетна фундаментальна НДР № 39 «Удосконалення методів забезпечення безпеки учасників дорожнього руху» (2015-2017 рр., № держ. реєстр. 1111U000091).

**Метою дисертаційної роботи** є підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг на основі прогнозування попиту користувачів доріг на умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, урахування вартості та термінів будівництва і витрат на утримання доріг, специфіки роботи дорожнього господарства, показників розвитку суспільства та економіки країни, а також розробка методу формування системи управління функціонуванням і розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України.

Результативність методології визначення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг забезпечується системним підходом, застосуванням логістичних принципів та теорії управління системами.

Для досягнення мети роботи необхідно виконати такі **задачі дослідження**:

- 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 як підприємства 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 розвитку мережі автомобільних доріг на основі системного аналізу її функціонування через досягнення умов пропорційності та збалансованості;

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

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

**Об'єкт дослідження** – функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в транспортній системі України.

**Предмет дослідження** – закономірності забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків через підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України.

**Методи дослідження** базуються на теорії складних систем; основою досліджень є системний підхід до вивчення проблеми; через це, як засоби вирішення, використовувалися: морфологічний, функціональний та інформаційний описи функціонування мережі автомобільних доріг як підсистеми складної транспортної системи; математичне моделювання; імітаційне моделювання, а також теорії: транспортних потоків, автомобільних перевезень, інформації, управління, транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільних доріг.

**Наукова новизна** дисертаційної роботи полягає, щонайперше, у розгляді проблеми ефективного функціонування мережі автомобільних доріг з позицій системного аналізу, теорії управління та логістики, а також у тому, що:

*уперше:*

- на підставі виявлених закономірностей функціонування мережі автомобільних доріг розроблені методи оцінки умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами, що дозволяє удосконалювати дорожні умови з метою забезпечення вимог до них з боку їхніх користувачів;

- розроблені методологічні основи оцінки роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг, що дає можливість забезпечувати умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків з урахуванням відповідного ресурсного забезпечення для виконання потрібних

дорожніх робіт;

- розроблені методологічні основи синтезу моделей функціонування та прогнозування раціонального розвитку мережі автомобільних доріг з урахуванням досягнення пропорційності та збалансованості, що дозволяє за допомогою відповідних сценаріїв вирішувати як задачу поточного виконання заданої програми, так і задачу перспективного розвитку;

- розроблена методологія оцінки ефективності функціонування мережі доріг на підставі визначення наступних ефектів: мікроефекту від роботи автомобільної дороги, що відображує вигоди користувачів, які є членами суспільства, через забезпечення дорожніх умов відповідної якості; економічного ефекту та суспільного ефекту від роботи автомобільної дороги, а також суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг; окрім того, непрямого ефекту, що дозволяє оцінити опосередкований вплив функціонування мережі автомобільних доріг на розвиток інших галузей та економіки країни у цілому;

- розроблені теоретичні основи прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг в транспортній системі України через оцінку впливу функціонування мережі доріг на економічну систему суспільства;

- розроблені підходи щодо оцінки ресурсного забезпечення, застосування яких надає можливість оптимізувати функціонування та визначити необхідність розвитку мережі автомобільних доріг. Такі підходи дозволятимуть раціоналізувати запити щодо забезпечення потрібного ресурсного забезпечення функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України з урахуванням її ефективного впливу на економічну систему суспільства нашої країни;

- запропонований метод формування системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг на основі суспільно-економічного прогнозування, що дозволяє досягати цілей, які відносяться як до мікрорівня, так і до макрорівня аналізу та управління функціонуванням мережі доріг завдяки паритетному виконанню відповідних етапів: моніторингу, планування заходів, розробки сценаріїв роботи дороги, прийняття управлінських рішень, реалізації конкретних рішень і заходів;

*удосконалені та набули подальшого розвитку* методи оцінки процесів, що відбуваються під час функціонування мережі автомобільних доріг загального користування через застосування системного підходу щодо визначення і підвищення його ефективності для економіки країни, суспільства та окремих його громадян, завдяки:

- розробленій концепції державної системи забезпечення безпеки дорожнього руху;
- розробці теоретичних основ управління безпекою дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України;
- розробці основ оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України;
- розробці основ визначення соціально-економічної ефективності інвестицій у розвиток мережі автомобільних доріг загального користування;
- розробці методики прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг в транспортній системі України;
- затвердженій Кабінетом Міністрів України Методиці розрахунку максимального розміру плати за проїзд автомобільними дорогами, що побудовані на умовах концесії.

**Обґрунтованість і достовірність** основних положень, висновків та рекомендацій забезпечуються:

- методологією дослідження, що ґрунтується на загальній теорії систем і теорії управління, а також широкому застосуванні імітаційного моделювання;
- аналізом великого масиву вхідних факторів і множинністю проведених експериментів по формуванню системи управління на основі автоматизованого програмного забезпечення;
- позитивними результатами впровадження науково-методичних положень у практику проектування системи управління функціонуванням автомобільних доріг загального користування у Державній службі автомобільних доріг України (Укравтодор);
- моделюванням і трансформацією системи управління транспортними системами з урахуванням розмаїття обмежень параметрів у реальних суспільно-економічних умовах;

- створенням основ інформаційного забезпечення прийняття ефективних управлінських рішень на основі теорії інформації.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропоновані в дослідженні методики та їх досвідна реалізація підтвердили свою дієвість у реальних умовах управління функціонуванням мережі автомобільних доріг Державною службою автомобільних доріг України (Укравтодор). Це такі нормативно-правові акти, методики та рекомендації:

- Закон України «Про автомобільні дороги»;
- Закон України «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг»;
- Методика прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в Єдиній транспортній системі;
- Рекомендації щодо визначення соціально-економічної ефективності інвестицій у розвиток мережі автомобільних доріг в Єдиній транспортній системі України;
- Положення про оцінку та конкурсний відбір запропонованих суб'єктами господарської діяльності інвестиційних проектів в дорожньому господарстві, що передбачають залучення коштів державного бюджету;
- Науково-методичні основи розробки концепції державної системи забезпечення безпеки дорожнього руху;
- Методика розрахунку максимального розміру плати за проїзд автомобільними дорогами, побудованими на умовах концесії, з програмним забезпеченням;
- Методичні рекомендації по розробці бізнес-планів інвестиційних проектів на будівництво об'єктів дорожнього комплексу;
- Оцінка значення автодороги «Київ – Одеса» на ділянці від м. Жашків до с. Червонознам'янка (міжнародний транспортний коридор № 9) для функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України.

Отримані Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

- Науковий твір «Розробка теоретичних основ управління безпекою дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України» (Свідоцтво № 36602);
- Науковий твір «Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України» (Свідоцтво № 36603);
- Науковий твір «Розробка теоретичних основ функціонування автомобільних



доріг загального користування та визначення їх впливу на розвиток регіонів України» (Свідоцтво № 41868);

- Науковий твір «Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (Свідоцтво № 41867).

Під час роботи над дисертацією отримані Свідоцтва про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення (Серія В № 00685) з такими додатками:

- Програма розрахунку максимального розміру плати за проїзд автомобільними дорогами, що побудовані на умовах концесії, з програмним забезпеченням;

- Програмний продукт щодо розробки бізнес-планів інвестиційних проектів на будівництво об'єктів дорожнього комплексу;

- Програмний продукт щодо визначення соціально-економічної ефективності інвестицій у розвиток мережі автомобільних доріг в Єдиній транспортній системі України;

- Розрахунок рентабельності експлуатації та окупності концесійних та платних автомобільних доріг;

- Програмний продукт щодо прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в Єдиній транспортній системі держави.

Також отримані Свідоцтва:

- Комп'ютерна програма автоматизованого обліку та аналізу ДТП (Серія ВР № 01294);

- Програмний продукт щодо оцінки рівнів безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України (Серія ВР № 01296).

Для практичного застосування у діяльності Державної служби автомобільних доріг України розроблена Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*, яка дозволяє по запропонованих управляючих впливах прогнозувати стан системи, черговість проведення дорожніх

робіт та їх ефективність. Окрім того, розроблена Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства, що дозволяє розрахувати необхідні рівні ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт щодо удосконалення функціонування та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування України

Теоретичні основи та практичні методи впроваджено і застосовано в діяльності суб'єкту державного управління – ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»). Методичні розробки, схеми та алгоритми впроваджено у навчальний процес, зокрема їх використано у теоретичному забезпеченні та при розробці програм і робочих програм для дисципліни «Основи теорії систем і управління» (при підготовці студентів напряму 6.070101 «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» фахових спрямувань «Транспортні системи вантажних перевезень та логістичне управління», «Транспортні системи міст» та «Організація і регулювання дорожнього руху»), а також дисципліни «Економіка організації дорожнього руху» (при підготовці студентів спеціальності 7(8).07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху»), що надає змогу підвищити науковий і методичний рівень підготовки студентів з указаних дисциплін та вдосконалити навчальний процес на кафедрі «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» в Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України.

Апробація основних теоретичних і практичних результатів дисертації в указаних організаціях підтверджується відповідними актами про впровадження.

**Особистий внесок здобувача.** Особисто автором опубліковано 35 робіт [1, 3-6, 8-9, 11-13, 16-24, 26-32, 35-37, 43-44, 49-50]. У наукових працях, опублікованих із співавторами, особистий внесок полягає в такому: в [2] – запропоновано приклади оцінок складових критеріїв визначення умов безперервного, безпечного та зручного руху, якості управління системою, а також приклад розрахунку ресурсного забезпечення її роботи на основі розробленої методології оцінки ефективності функціонування та потреби у розвитку мережі автомобільних доріг загального користування; в [7] – визначене поняття соціально-економічної ефективності; в [10] – обґрунтовано шляхи вирішення проблем ефективності,

безпеки та зручності руху транспортних засобів, раціональне планування витрат на поліпшення дорожніх умов; у [14] – запропоновано вирішувати цю проблему через системний підхід до досягнення ефективності функціонування міжнародних транспортних коридорів у мережі доріг України із застосуванням упровадження інтелектуальних транспортних систем; у [15] – розроблені головні підходи щодо оцінки економічної ефективності заходів з організації дорожнього руху; в [25] – встановлені цілі управління рівнями безпеки руху на мережі автомобільних доріг, що відносяться як до макрорівня, так і до мікрорівня функціонування системи; у [33] – вперше застосоване поняття квантифікації параметрів дорожньо-транспортної ситуації; в [34] – проаналізовані методи управління функціонуванням та розвитком міжнародних транспортних коридорів як складової мережі автомобільних доріг.

**Апробація роботи.** Головні результати виконання дослідження висвітлювались у доповідях на таких міжнародних і національних науково-практичних конференціях:

- Галузевій науково-практичній конференції «Автодорожній комплекс України в сучасних умовах: проблеми і шляхи розвитку» (ТАУ, УТУ, державна корпорація «Укравтодор», Київ, 1998 р.);

- Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивні технології і енергозбереження в дорожньому будівництві (Київ, НТУ, Укравтодор, 24-26 жовтня 2001 р.);

- Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека дорожнього руху: сучасність і майбутнє» (Київ, НДЦ БДР МВС України, 15-16 квітня 2004 р.);

- 6 Міжнародній науково-практичній конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики» (Київ, 5-8 жовтня 2004 р.);

- IX Міжнародній науково-практичній конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики» (Київ, 2007 р.);

- Міжнародній конференції «Логістичні проблеми управління транспортним процесом» (Донецьк, 1-4 квітня 2009 р.);

- Другій Міжнародній науково-практичній конференції «Логістика промислових регіонів» (Донецьк, 26-28 травня 2010 р.);

- Третій Міжнародній науково-практичній конференції «Логістика промислових регіонів» (Донецьк - Святогірськ, 5-9 квітня 2011 р.);

- Четвертій Міжнародній науково-практичній конференції «Логістика промислових регіонів» (Донецьк - Святогірськ, 23-25 квітня 2012 р.);

- Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference «Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions» (September 28-29, 2016, Dubai, UAE);

- III International Scientific and Practical Conference «Modern Scientific Achievements and Their Practical Application» (October 27-28, 2016, Dubai, UAE).

Окрім того, основні положення роботи доповідались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів Національного транспортного університету (м. Київ, 1997 - 2016 рр.).

**Публікації.** У процесі виконання дисертаційної роботи теоретичні та практичні положення опубліковані в 51 науковій праці, з них: 6 статей – у закордонних виданнях, у т. ч., 5 – одноосібних, 31 стаття опублікована у фахових виданнях України, у т. ч., 24 – одноосібні. Також опубліковано чотирнадцять праць апробаційного характеру.

## РОЗДІЛ 1

### **МЕРЕЖА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ**

Одним із видів сучасного транспорту є дорожній транспорт, який разом з автомобільними дорогами утворює єдину підгалузь народного господарства – транспортно-дорожній комплекс.

Поняття «дорожній транспорт» означає сукупність кількох видів транспорту, які мають різну технічну базу, але об'єднані сумісним рухом мережею автомобільних доріг. Загалом до дорожнього транспорту відносяться: автомобільний транспорт; міський електротранспорт вуличний; немеханічний транспорт, що використовує мускульну силу людини (велосипед, велорикша) або тварин (гужовий, в'ючний), а також інші самохідні машини та механізми. Автомобільний транспорт займає чільне місце у складі дорожнього транспорту.

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

Автомобілізація потребує вирішення питань, без яких неможливо забезпечити її позитивний вплив на розвиток суспільства. Поряд з цим, швидкі темпи автомобілізації призводять і до негативних наслідків: скоєння дорожньо-транспортних пригод (ДТП), забруднення навколишнього середовища, значного зниження швидкості руху транспортних засобів із подальшим виникненням заторів.

Мережа автомобільних доріг є однією з підсистем транспортної системи України. Її транспортно-експлуатаційний стан повинен відповідати вимогам транспортних потоків щодо задоволення потреб населення та економіки країни у здійсненні пасажирських і вантажних перевезень автомобільним транспортом.

Хоча досвід розвинутих країн свідчить, що темпи будівництва автомобільних доріг не можуть випереджати темпи попиту на них, деякі країни реагують на прогнозоване зростання інтенсивності руху транспортних потоків будівництвом

швидкісних автомобільних магістралей з обмеженим платним доступом.

Функціонування та розвиток автомобільних доріг є важливим чинником забезпечення зайнятості населення у дорожньому господарстві.

У сільській місцевості, де дороги відповідним чином не утримуються і через негоду стають непридатними для проїзду, страждає економіка та місцеві мешканці. Незадовільний стан доріг призводить до втрат сільськогосподарської продукції – збитки сягають 15%. Хоча дотепер ще не виконана наукова оцінка суспільних втрат від бездоріжжя, можна стверджувати, що відсутність автомобільних доріг негативно впливає саме на найбідніші прошарки суспільства. Але тільки наявність доріг ще не є достатнім для подолання бідності. Вони, надаючи можливість пересування, приносять значні економічні та соціальні вигоди сільським районам – це доступ до ринків послуг, освіти та охорони здоров'я.

### **1.1 Аналіз існуючих нормативно-правових відносин у сфері функціонування автомобільних доріг України**

Дотепер дослідження у сфері функціонування автомобільних доріг були присвячені, головним чином, вирішенню теоретичних і практичних проблем за такими напрямками як: проектування, будівництво, ремонти та утримання доріг, оцінка техніко-економічної ефективності капіталовкладень у будівництво та утримання автомобільних доріг і раціональну організацію дорожнього руху; визначення закономірностей руху окремих автомобілів або транспортних потоків автомобільними дорогами; організація, управління та безпека дорожнього руху. Щоб поєднати перераховані напрямки досліджень щодо оцінки впливу автомобільних доріг на соціально-економічний розвиток України необхідним є застосування такого всеохоплюючого системного терміну як «функціонування автомобільних доріг». Уперше широке застосування цей термін набув чинності у 2005 р. в Законі України «Про автомобільні дороги» [1].

Необхідність такого підходу можна пояснити наступним. Цей термін щодо автомобільних доріг був застосований через його універсальність та можливість широкого охоплення складових такої динамічної транспортної системи як рух транспортних потоків автомобільними дорогами, визначення умов безперервності, безпеки та зручності руху та можливості удосконалення дорожніх умов з

урахуванням необхідного для цього ресурсного забезпечення. Отже, нагальною є потреба в системному аналізі відповідності цього терміну процесам, які відбуваються у сфері, що охоплює дорожній транспорт, автомобільні дороги та виникаючий під час їхньої взаємодії у динаміці дорожній рух.

До основних законодавчих актів України, що регулюють нормативно-правові відносини у сфері функціонування автомобільних доріг України, відносяться:

- Закон України «Про транспорт»;
- Закон України «Про автомобільний транспорт»;
- Закон України «Про дорожній рух»;
- Закон України «Про джерела фінансування дорожнього господарства України»;
- Закон України «Про автомобільні дороги».

Закон України «Про транспорт», прийнятий ВР України у 1994 р. [2], визначає правові, економічні, організаційні та соціальні основи *діяльності* транспорту. У ст. 1 цього Закону «Транспорт у системі суспільного виробництва» зазначено, що «Транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва і покликаний задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях. Щодо застосування терміну «функціонування», то він у цьому Законі застосований двічі: в статті 2 «Мета і завдання державного управління в галузі транспорту» пункті 3 – «безпечне *функціонування транспорту*», а також у статті 31 «Землі автомобільного транспорту та дорожнього господарства» пункті 3 – «до складу земель дорожнього господарства входять також землі, що знаходяться за межами смуг відведення, якщо на них розміщені споруди, що *забезпечують функціонування автомобільних доріг...*».

Ціль Закону України «Про дорожній рух» [3] полягає у визначенні правових та соціальних основ дорожнього руху з метою захисту життя та здоров'я громадян, створення безпечних і комфортних умов для учасників руху та охорони навколишнього середовища. Таким чином, Закон визначає правові та соціальні основи дорожнього руху, не ставлячи за одну з головних задач забезпечення їх виконання необхідними ресурсами, іншими словами, не існує сьогодні механізму підкріплення мети законодавчого акту науково підтвердженими даними щодо потреби у досягненні ефективності дорожнього руху для економічної системи та суспільства України у цілому. Термін «функціонування» у цьому Законі не застосовувався через те, що саме поняття «дорожній рух» визначає поточні

процеси у цій динамічній транспортній системі.

Закон України «Про автомобільний транспорт» [4] визначає засади організації та діяльності автомобільного транспорту. У статті 5 «Завдання та функції державного регулювання та контролю діяльності автомобільного транспорту» пункті 2 зазначено «забезпечення якісного та безпечного *функціонування* автомобільного транспорту».

Закон України «Про джерела фінансування дорожнього господарства України» [5] визначає правові основи забезпечення фінансування витрат, пов'язаних з будівництвом, реконструкцією, ремонтом і утриманням автомобільних доріг загального користування та сільських доріг України. У статті 2 Закону зазначено, що «Витрати, пов'язані з будівництвом, реконструкцією, ремонтом і утриманням автомобільних доріг, здійснюються за рахунок бюджетних та інших коштів для реалізації програм розвитку дорожнього господарства України з метою підвищення соціального рівня життя населення, особливо в сільській місцевості, забезпечення автомобільних перевезень пасажирів та вантажів, оздоровлення екологічної обстановки, створення на дорогах належних умов безпеки руху та сучасних елементів дорожнього сервісу, зменшення збитків через незадовільні дорожні умови. Отже, цей Закон визначає напрямки витрачання фінансових коштів, але не дає підстав щодо оцінки об'ємів потреб на зазначені вище завдання, а також не оцінює ефективність цих витрат для суспільства. Термін «функціонування» у Законі не застосовувався.

Закон України «Про автомобільні дороги» [1] визначає правові, економічні, організаційні та соціальні засади *забезпечення функціонування автомобільних доріг*, їх будівництва, реконструкції, ремонту та утримання в інтересах держави і користувачів автомобільних доріг.

У цьому Законі деякі наведені нижче терміни вживаються у такому значенні:  
*автомобільна дорога* – лінійна споруда, призначена для *безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів* з нормативними технічними характеристиками і навантаженням, а також ділянки земель під нею та повітряний простір над нею в межах смуги відведення;

орган управління – орган, призначений для управління автомобільними дорогами (вулицями), *забезпечення їх функціонування, розвитку та фінансування*.

У статті 2 Закону підкреслено, що «Відносини, пов'язані з функціонуванням автомобільних доріг, регулюються цим Законом, законами України «Про дорожній рух», «Про транспорт», «Про автомобільний транспорт», «Про джерела фінансування



дорожнього господарства України», «Про податок з власників транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів», «Про місцеве самоврядування», «Про концесії на будівництво та експлуатацію автомобільних доріг», а також іншими актами.

У ст. 3 зазначено, що «Дія цього Закону поширюється на відносини, пов'язані з функціонуванням та розвитком автомобільних доріг незалежно від їх призначення та форм власності». Окрім того, у ст. 14 «Забезпечення розвитку мережі автомобільних доріг загального користування» підкреслюється, що «Розвиток мережі автомобільних доріг загального користування має для держави пріоритетне значення».

Термін «функціонування» у Законі України «Про автомобільні дороги» застосований двадцять вісім (28) разів. Цей термін має безпосереднє відношення до системного аналізу та процесів управління у транспортних системах. Окрім того, пам'ятаємо, що автомобільна дорога призначена для *безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів* з нормативними технічними характеристиками і навантаженням. Отже, необхідно уважніше розглянути подальше застосування терміну «функціонування мережі автомобільних доріг загального користування».

## **1.2 Необхідність застосування системного підходу до аналізу функціонування мережі автомобільних доріг та її розвитку**

### **1.2.1 Проблема, що розглядається**

Автомобільні дороги загального користування – це позаміські автомобільні дороги державної форми власності, що забезпечують внутрішні та міжнародні перевезення пасажирів і вантажів, враховуючи при цьому адміністративно-територіальний поділ країни.

Мережею автомобільних доріг є сукупність автомобільних доріг, що пов'язує поміж собою населені пункти, промислові та сільськогосподарські центри.

Автомобільні дороги є національним надбанням українського народу і важливою складовою транспортної системи України [2]. Їхній транспортно-експлуатаційний стан суттєво впливає на соціально-економічний розвиток держави. Автомобільні дороги потребують відповідного утримання та ремонтів для підтримки їх у належному стані з метою забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків.

Головна ціль розвитку економіки – повне задоволення матеріальних і духовних потреб людей – членів соціуму. Їхня сукупність визначає суспільне споживання – підсистему суспільства, що формує вимоги до виробництва суспільних продуктів [7]. Суспільний продукт – це такий продукт, який не може бути наданий одній особі так, щоб не надати його в цей же час у розпорядження усім іншим. Причому, будучи наданий тільки одній особі, суспільний продукт може бути наданий усім іншим без додаткових витрат. Саме до такої категорії благ відносяться автомобільні дороги загального користування.

Для виробництва продукції, що задовольняє матеріальні потреби суспільства, необхідні ресурси (робоча сила, управлінські здібності, механізми та устаткування, у т.ч., автомобільні дороги й транспортні потоки, що рухаються ними), а також землі та природні ресурси. Діяльність, що здійснюється у межах організаційного механізму, називають економічною системою, в рамках її функціонує транспортна система України, до якої, у свою чергу, входить як її підсистема транспортно-дорожній комплекс, елементом останнього є мережа автомобільних доріг.

Отже, виникає потреба у застосуванні системного підходу – це поняття підкреслює значення комплексності, широти охоплення і чіткої організації у дослідженні, проектуванні та плануванні [6]. Системний підхід спирається на діалектичний закон взаємозв'язку й взаємозумовленості явищ у світі та суспільстві. Він вимагає розглядати досліджувані явища та об'єкти і як самостійну систему, і як підсистему деякої великої системи.

Серед літературних джерел відсутні роботи, в яких функціонування мережі автомобільних доріг розглядалося б у аспекті системного підходу щодо визначення і підвищення його ефективності для економіки країни, суспільства та окремих громадян – членів суспільства. Але цінна та корисна для вирішення поставлених завдань інформація міститься у дослідженнях учених, які займалися питаннями визначення закономірностей руху окремих автомобілів і транспортних потоків автомобільними дорогами, організацією, управлінням та безпекою дорожнього руху, проектуванням, будівництвом, ремонтами й утриманням автомобільних доріг, а також оцінкою техніко-економічної ефективності капіталовкладень в автомобільні дороги та раціональну організацію дорожнього руху: А.К.Бірулі, О.А.Белятинського, О.О.Бакуліч, Е.В.Гаврилова, О.П.Дзюби, В.К.Долі, В.І.Єрсова, Я.А.Калужського, В.М.Кислякова, О.В.Красильнікової, О.О.Лобашова, В.В.Мозгового, А.В.Панішева, А.М.Пальчика, О.Л.Петрашевського, В.П.Поліщука,

Я.І.Середяка, В.М.Сіденка, В.В.Філіппова, Я.В.Хомяка, С.В.Янішевського – в нашій країні, В.А.Аксьонова, В.Ф.Бабкова, А.П.Васильєва, С.А.Дівочкіна, Д.Дрю, Є.М.Лобанова, Т.Метсона, В.В.Сільянова, Ф.Хейта та ін. – за кордоном.

Для чіткого термінологічного визначення словосполучення «функціонування мережі автомобільних доріг загального користування» потрібним є розгляд деяких загальних системних понять.

### **1.2.2 Загальні системні поняття**

Поняття «функція» вживається у різних значеннях. Вона може означати здатність до діяльності, а також і саму діяльність. Такий підхід до визначення функції розглядає її як спосіб прояву активності, життєдіяльності системи та її елементів [6].

Функції характерні як системі, так й її компонентам, причому функцією системи є інтегративний результат утворюючих її компонентів. Поняття функції наближене до поняття мети, вони є взаємопов'язаними.

Мета – це майбутній стан системи, тобто стан, до якого вона прагне. Зазвичай мета даній системі ставиться системою більш високого порядку (надсистемою), до якої, як елемент, входить дана система. Мета даної системи, з позицій системи більш високого порядку, є її функцією. Таким чином функція – це призначення системи чи її компонентів, що реалізується через спрямоване перевтілення вхідних сигналів у вихідні характеристики.

Функція – це частка участі системи у функціонуванні надсистеми. Надсистема впливає на систему так, що властивості системи як функціонального об'єкта змінюються у напрямку посилення здатності сприяти ефективному функціонуванню надсистеми. Структура та функції системи тісно пов'язані. Кожного моменту функція формується на структурі. З іншого боку, необхідність виконувати якусь функцію протягом деякого часу приводить до формування нової структури. Розрізняють два типи динаміки системи: її функціонування та розвиток [6].

Під функціонуванням розуміють процеси, що відбуваються у системі (а також навколишньому середовищі), яка стабільно реалізує фіксовану мету (наприклад, функціонують підприємства, школи, транспортна система України та ін.). Розвитком називають те, що відбувається із системою при зміні її цілей [6]. Характерною рисою розвитку є той факт, що існуюча структура перестає відповідати новій меті, і для забезпечення нової функції доводиться змінювати структуру, склад системи, а іноді й перебудувувати всю систему.

Таким чином, нагальним питанням дисертаційного дослідження є визначення

мети функціонування мережі автомобільних доріг.

### **1.2.3 Мета функціонування мережі автомобільних доріг**

Метою функціонування мережі автомобільних доріг загального користування є забезпечення рівномірного наземного доступу в різні місця країни, а також умов безперервного, безпечного та зручного переміщення людей і транспортування вантажів із належною ефективністю. Автомобільні дороги є підсистемою транспортної системи України. Вони є суспільним продуктом, мають важливе економічне значення, надаючи суспільству послугу, яка приносить останньому суттєву вигоду.

Через недостатнє фінансування робіт з утримання мережі автомобільних доріг загального користування та, як наслідок цього, їхній незадовільний стан, економіка держави щорічно втрачає до 12% ВВП [8, 9].

Рішення проблеми функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг України з урахуванням проблем, що накопичилися у транспортно-дорожньому комплексі, вимагає системного підходу й рішення цілої низки завдань, а саме:

- розвиток мережі автомобільних доріг має бути пов'язаний з розвитком і станом економіки, а також з розвитком транспортної системи України;
- питання розвитку мережі автомобільних доріг має розглядатися комплексно незалежно від значення окремих автомобільних доріг;
- потрібним є охоплення усього спектру проблем, включаючи 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 України як елемент останньої. Слід підкреслити, що нецілеспрямовані системи (такі, що не мають цілі) ефективністю не визначаються.

## **1.3 Транспортна система України та її роль у життєдіяльності держави й суспільства**

### **1.3.1 Аналіз стану та перспективи розвитку транспортної системи України**

Транспорт – одна із найважливіших галузей виробництва. Його ефективне

функціонування є необхідною умовою структурних перетворень, задоволення потреб економіки та населення у перевезеннях вантажів і пасажирів, захисту економічних інтересів та розвитку суспільства. В умовах реформування економіки України необхідною є виважена державна транспортна політика, що враховувала б особливості галузі та її роль в процесах економічних і суспільних перетворень.

Транспортна система України є системою транспортних комунікацій [2], що об'єднує всі сучасні види транспорту, а саме: залізничний, автомобільний, морський, річковий, повітряний та трубопровідний. Кожний із видів транспорту (крім трубопровідного) поділяється на рухомий склад та шляхи сполучення. Відповідно до складу та структури транспортної системи України формується мережа її шляхів сполучення, що включає залізничні колії та автомобільні дороги, річкові й морські шляхи сполучення, авіалінії та трубопроводи. За розміщенням та структурою вони загалом відповідають внутрішнім і зовнішнім економічним зв'язкам країни, але потребують удосконалення з метою підвищення ефективності транспортних послуг, особливо у міжнародному сполученні.

В СРСР усі види транспорту (крім автомобілів особистого користування) були у державній власності. У зв'язку зі зміною форм власності на засоби виробництва, деякі з них приватизовані й відносяться до інших форм власності. При цьому автомобільні дороги загального користування залишаються у державній власності. Не дивлячись на це, усі види транспорту виконують одну, а саме, перевізну роботу. Продукцією кожного з них є переміщення пасажирів та вантажів на якусь відстань, тобто пасажирообіг та вантажообіг. Наслідком переміщення незалежно від використаного виду транспорту є зміна місця перебування пасажирів і вантажів.

Економічна криза в Україні обумовила значне загострення ситуації на транспорті. Відбувся спад обсягів перевезень, критично низького рівня досяг фінансовий стан транспортної галузі, основні засоби потребують модернізації, не задовольняються мінімальні соціальні потреби працівників галузі. Не повною мірою використовуються потенційні можливості транспортної системи України щодо розвитку експорту транспортних послуг.

Існуючі проблеми транспортно-дорожнього комплексу характеризуються [10]: тимчасовим спадом попиту на перевезення, значним зростанням цін на матеріальні ресурси, що призводить до зниження реальних доходів транспорту; невирішеністю питань щодо додаткових джерел фінансування; відсутністю значних інвестицій у

транспортну інфраструктуру; недостатньою ефективністю функціонування; недосконалістю нормативно-правового забезпечення діяльності; незавершеністю адаптації транспортного законодавства до європейського.

Важливим елементом транспортної системи України є мережа автомобільних доріг. Проблема її ефективного функціонування є надзвичайно актуальною для країн із перехідною економікою. Потреба в інфраструктурі ринкового типу (до якої мають відноситися також автомобільні дороги) поза ринковою економікою не може не тільки не реалізуватися, але й узагалі існувати. Наукова невирішеність проблеми створює труднощі для практики, тому що остання позбавлена обґрунтованих рекомендацій щодо створення адекватної транспортної інфраструктури.

Планова економіка, що панувала в колишньому СРСР та була зорієнтована на витратний метод виробництва, потягла за собою ряд диспропорцій у формуванні транспортної системи. У порівнянні з іншими розвиненими країнами (США, Канада, Франція), Україна має у 4 - 7 разів більш високий показник транспортної роботи на одиницю валового внутрішнього продукту (ВВП), що, з одного боку, було пов'язане з орієнтацією економіки на розвиток важкої індустрії, а, з іншого, вкрай нераціональним розміщенням виробництв щодо сировинних ресурсів і кінцевого споживача, високою концентрацією окремих виробництв, зосереджених у невеликому числі гігантських комплексів, при розміщенні яких не завжди приймалися до уваги транспортні витрати.

Значну роль у посиленні диспропорцій у транспортній системі відігравала також державна система управління, що функціонувала за галузевим принципом. Отже, метою державної політики на транспорті було підвищення ефективності окремих видів транспорту як самостійних галузей, що не були зацікавлені в підвищенні швидкості доставки та зниженні собівартості перевезень через небажання створення оптимальної структури доставки вантажів для задоволення потреб клієнтів. На ці процеси також впливала централізована система розподілу ресурсів і призначення тарифів, що визначала способи доставки вантажів на підставі суб'єктивних факторів, а не споживчого попиту [11]. Така політика негативно вплинула на гармонійний розвиток транспорту та об'єктів транспортної інфраструктури. У результаті цього основні обсяги інвестицій спрямовувалися на придбання транспортних засобів та їх утримання. Через це зростали прямі й непрямі втрати, пов'язані з недосконалістю транспортних комунікацій, особливо,

автомобільних доріг, а також із недостатньою технологічною забезпеченістю складських і вантажно-розвантажувальних робіт, які в цінах 1991 р. уже перевищували 100 млрд. крб. на рік [12].

Непропорційно розвивалися окремі види транспорту, що вплинуло на структуру перевезень вантажів ними. Найбільш інтенсивно розвивалася залізниця, яка виконувала 40% усього вантажообігу. Залізниці Радянського Союзу до 1991 р. здійснювали половину усіх світових залізничних вантажних перевезень і чверть пасажирських перевезень. За питомими показниками залізнична мережа СРСР не поступалася розвинутих країнам.

Автомобільний транспорт розвивався стрімко після другої світової війни. На сьогодні у світі він є домінуючим видом транспорту [13]. Ось чому економічна система будь-якої країни істотно залежить від його роботи. У Латинській і Центральній Америці автомобільний транспорт обслуговує понад 80% місцевих пасажирських і майже 60% вантажних перевезень. В Африці цей відсоток більше. У країнах колишнього СРСР автомобільні дороги забезпечують 80% вантажних і 58% пасажирських перевезень. У США 34% внутрішніх вантажних та 98% пасажирських перевезень здійснюється автотранспортом.

Практично в усіх країнах частка пасажирських та вантажних перевезень, що виконуються автомобільним транспортом, збільшується. Навіть там, де історично домінували інші види транспорту, очікується приріст попиту на послуги автотранспорту. Так, в Україні, де завжди домінував залізничний транспорт, очікується збільшення вантажних перевезень автомобільними дорогами на 13 - 22%.

Незбалансованість розвитку різних видів транспорту та стану транспортної інфраструктури значно знизили ефективність роботи транспортної системи України. Незадовільний стан мережі автомобільних доріг, де середні швидкості руху менше у 2 рази, а термін служби автомобілів майже на 30% менше ніж у Європі, вимагали більших інвестицій на придбання нових транспортних засобів та їх утримання. У результаті внесок транспорту у ВВП складає лише 5,6%, в ЄС – перевищує 10%, а в США – 15% ВВП забезпечує тільки автомобільний транспорт.

Темпи росту транспортних послуг загалом дуже пов'язані з ВВП. Аналіз їхнього взаємозв'язку показав, що зростання попиту на перевезення випереджало загальноекономічне зростання. За період 1970-1990-х років середньорічний темп росту перевезень складав 4% і був пов'язаний з розвитком енергетичних перевезень

(трубопровідний транспорт, збільшення нафтовидобутку).

Значно повільніше зростав вантажообіг автомобільного транспорту. Темпи росту складали у середньому 1% на рік. В європейських країнах спостерігалася зворотна картина: частка вантажообігу, що виконувалася там автотранспортом, за останні 20 років зросла у 2 рази. Ця обставина пояснюється значним відставанням України, як у розвитку мережі автомобільних доріг та її стану, так і в розвитку автотранспорту (табл. 1.1, 1.2) [15, 16].

Таблиця 1.1 – Перевезення вантажів за видами транспорту (млн. т)

	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2002
Транспорт	6286	2456	1675	1540	1531	1561	1558
Залізничний	974	360	335	335	357	370	393
Автомобільний	4897	1816	1081	955	939	957	947
Трубопровідний	296	246	241	235	220	219	201
Водний	119	34	18	15	15	15	16,4
Морський	53	21	9	7	6,3	8	8,8
Річковий	66	13	9	8	8,3	7	7,6
Авіаційний	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблиця 1.2 – Вантажообіг за видами транспорту (млрд. т-км)

Роки	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2002
Транспорт	1039,3	544,0	391,7	388,0	394,1	393,8	391,2
Залізничний	474,0	195,8	158,7	156,3	172,8	177,5	179,8
Автомобільний	79,7	34,5	18,3	18,2	19,3	18,3	19,4
Трубопровідний	208,0	184,9	189,4	193,8	187,5	184,2	182,4
Водний	277,5	128,8	25,3	19,7	14,5	13,8	12,7
Морський	265,6	123,1	19,5	14,1	8,6	10,1	11,3
Річковий	11,9	5,7	5,8	5,6	5,9	3,7	3,9
Авіаційний	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Зниження вантажообігу автомобільними дорогами можна оцінити у 20%, причому зміни відбулися нерівномірно на мережі автомобільних доріг місцевого значення і на автомагістралях, де скорочення перевезень менш відчутно. Останніми роками при зростанні ВВП країни обсяги вантажних автоперевезень не збільшувалися (табл. 1.3). Це можна пояснити тим, що зростання ВВП відбувалося екстенсивно після глибокої економічної прірви 1990-х років, а також високою ємністю внутрішніх товарних ринків, тобто, все, що вироблялося у регіоні, майже тут же й споживалося.



Таблиця 1.3 – Валовий внутрішній продукт та його окремі складові

Роки	Номинальний ВВП, млн. грн.	Зміна реального ВВП до попереднього року, %	Обсяги виробництва товарів і послуг		Додана вартість		Автомобільні перевезення	
			У фактичних цінах, млн. грн.	% зростання до відповідного періоду попереднього року	У фактичних цінах, млн. грн.	% до відповідного періоду попереднього року	Обсяги перевезень, млн. т	% до відповідного періоду попереднього року
1996	81519	0,00	175960	0,00	72089	0,00	1254,0	0,00
1997	93365	14,50	204421	16,17	81067	12,45	1250,0	0,00
1998	102593	9,90	220679	7,95	86968	7,28	1081,0	-0,14
1999	130442	27,14	276246	25,18	108465	24,72	955,0	-0,12
2000	170070	30,38	373893	35,35	144262	33,00	939,0	-0,02
2001	204190	20,06	460520	23,17	180490	25,11	977,3	0,04
2002	220932	8,20	486611	5,67	193683	7,31	947,0	-0,03

Можна прогнозувати, що зростання конкуренції призведе до необхідності завоювання нових ринків збуту, отже, й необхідності більшого користування автотранспортом, що, у свою чергу, потребує відповідної якості доріг.

Незважаючи на економічну ситуацію, збільшилися темпи росту автомобільного парку, що призвело до підвищення інтенсивності руху на автомобільних магістралях. Обсяги міжнародних автоперевезень на західних напрямках за останні роки збільшилися на 24%. Число зареєстрованих транспортних засобів в Україні перевищила 12 млн. автомобілів.

### 1.3.2 Транспортно-експлуатаційний стан мережі автомобільних доріг країни

Мережа автомобільних доріг загального користування включає 169,5 тис. км доріг, з них з твердим покриттям – 165,8 тис. км (без урахування муніципальних, відомчих, внутрішньо господарських), з яких 20,1 тис. км – це дороги державного значення [17]. На мережі автомобільних доріг розташовано понад 16 тисяч мостів загальною довжиною понад 364 кілометри. Територією України пролягає сім автомобільних транспортних коридорів (міжнародні № 3, 5, 9 та національні Балтійське море – Чорне море, Європа – Азія, ЧЕС і Євроазіатський). Довжина доріг за напрямками транспортних коридорів становить 5240 кілометрів.

Є об'єктивною реальністю, що автомобільні дороги являються основними артеріями для руху товарів та людей, при цьому їх значення для економіки й

суспільства постійно підвищується. Але зростання попиту на перевезення збільшує завантаження автомобільних доріг загального користування, які поки що не пристосовані для інтенсивного руху великовантажних автомобілів.

У 1940 році загальна довжина автомобільних доріг на території УРСР становила 270,7 тис. км. В основному це були ґрунтові дороги. Лише 10,8 % доріг мали тверде покриття. Найбільш інтенсивними темпами дороги будувались у 1960-1970-х роках і на момент розпаду Радянського Союзу існуюча на той час в Україні мережа автомобільних доріг була фактично побудована [18].

Наразі розвиток автомобільних доріг відстає від темпів автомобілізації країни. Протягом 1990-2010 рр. їх довжина майже не збільшувалася. Щільність автомобільних доріг в Україні у 6,7 рази менша, ніж у Франції (відповідно 0,28 та 1,84 км доріг на 1 кв. кілометр площі країни). Довжина швидкісних доріг (автомагістралей) в Україні становить 0,28 тис. км, у Німеччині – 12,5 тис. км, у Франції – 7,1 тис. км, а рівень фінансування одного кілометра автомобільних доріг в Україні відповідно у 5,5 - 6 разів менший, ніж у зазначених країнах.

Майже всі автомобільні дороги України проходять через населені пункти, що не відповідає вимогам до міжнародних транспортних коридорів, адже призводить до обмеження швидкості руху автомобільного транспорту.

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг: 51,1% їх не відповідає вимогам за рівністю покриття, 39,2% – за міцністю дорожнього одягу. Середня швидкість руху автомобільними дорогами України у 2-3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах.

Це пояснюється зокрема тим, що тягар на утримання мережі автомобільних доріг на одну людину в Україні є більшим порівняно з європейськими країнами через відносно невелику густоту населення (76 чел. на 1 кв. кілометр), низьку купівельну спроможність громадян (1/5 купівельної спроможності населення Єврозони), порівняно невеликий парк автомобілів щодо великої території України.

Автомобільні дороги загального користування поділяються на автомобільні дороги державного та місцевого значення (рис. 1.1). Мережа автомобільних доріг державного значення включає (рис. 1.2): міжнародні дороги, національні дороги та регіональні дороги. Автомобільні дороги місцевого значення складають левову частку мережі доріг (148,4 тис. км або 87,6% загальної довжини), поділяються на (рис. 1.3): територіальні дороги, обласні дороги та районні дороги.

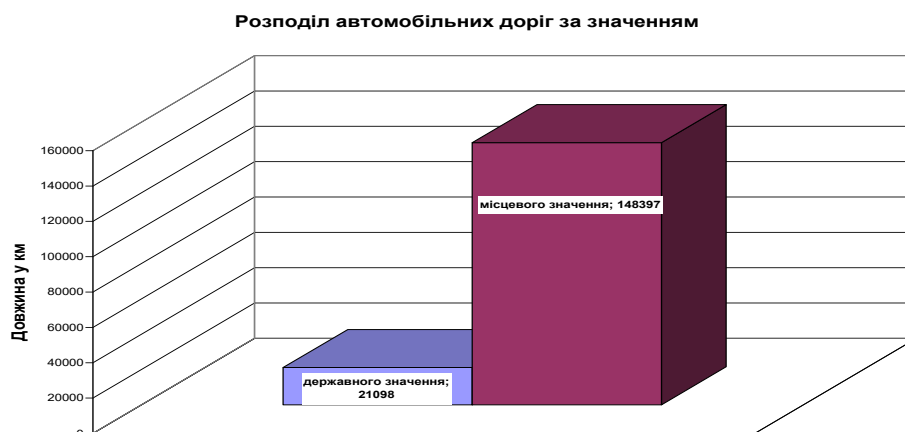


Рисунок 1.1 – Розподіл автомобільних доріг загального користування за значенням

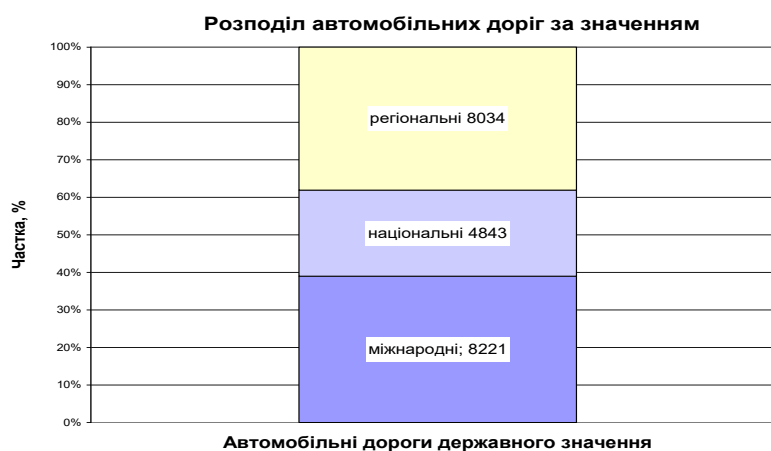


Рисунок 1.2 – Поділ мережі автомобільних доріг державного значення

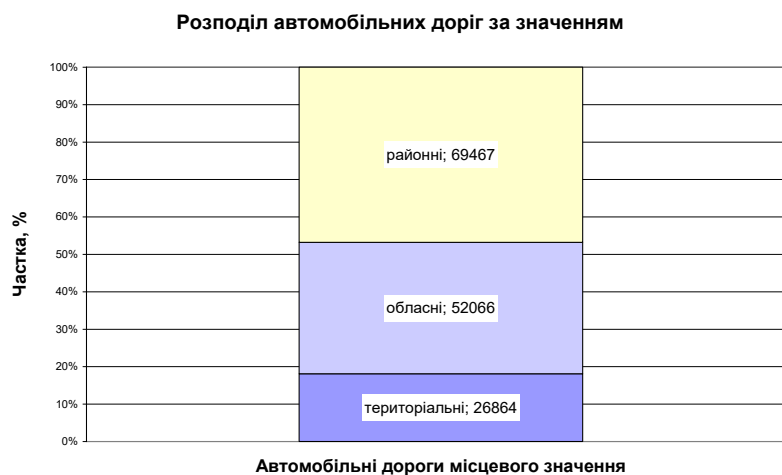


Рисунок 1.3 – Поділ мережі автомобільних доріг місцевого значення

За покриттям розрізняють: з твердим покриттям і ґрунтові дороги. З твердим покриттям – це автомобільні дороги з одношаровим чи багатшаровим дорожнім покриттям, яке складається з різних видів ущільнених дорожніх сумішей або кам'яних матеріалів (щебінь, гравій, шлак), оброблених або не оброблених в'язучими сумішами. Вони поділяються на: цементобетонні; асфальтобетонні;

чорні шосе; білі щебеневі, гравійні шосе; бруківка. Ґрунтові – це дороги, проїзна частина яких поліпшена введенням каркасних добавок (гравію, шлаку та ін.). Це нижчий тип покриття, який потребує постійного вирівнювання.

81% автомобільних доріг державного значення мають асфальтобетонне покриття, 8,7% – цементобетонне та 10,2% – чорне шосе.

Автомобільні дороги місцевого значення в переважній більшості (45,1%) – це чорні шосе. Асфальтобетонними є 51,1 % територіальних доріг і 23,8 % районних. Сільські дороги на 42,4% складаються з чорних шосе, на 26,6% – з білих щебеневих, гравійних, на 19,8% – з асфальтобетонних.

Окремо слід розглянути розподіл загальної довжини мережі автомобільних доріг за категоріями, які, через урахування інтенсивності руху, найбільше відповідають або не відповідають задоволенню вимог з боку користувачів доріг. На рис. 1.4 - 1.6 подані частки автомобільних доріг за категоріями.

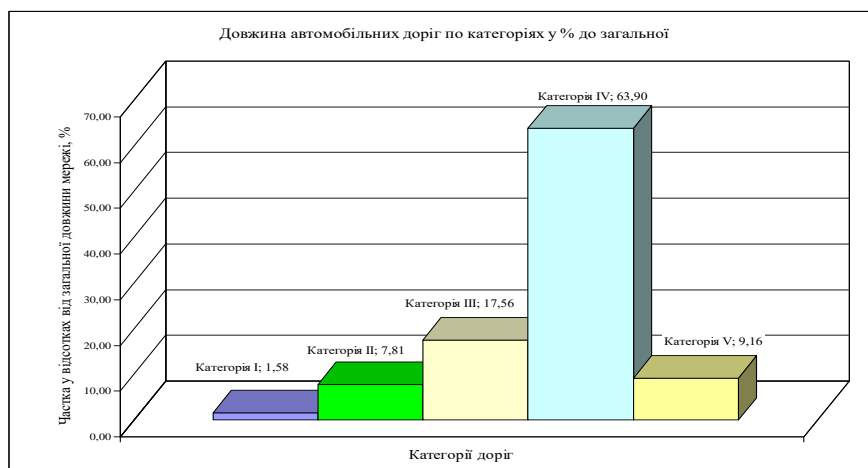


Рисунок 1.4 – Довжина автомобільних доріг по категоріях у %

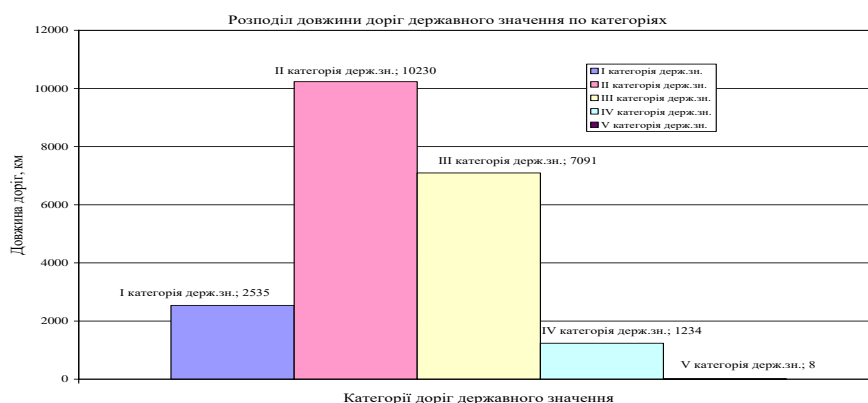


Рисунок 1.5 – Розподіл довжини доріг державного значення по категоріях

Країни, що раніше входили до СРСР, за історичними умовами відстають від розвинутих країн світу за довжиною та транспортно-експлуатаційними якостями автомобільних доріг. Це призводить до високої собівартості автоперевезень, що

зменшує попит споживачів на користування автомобільними дорогами. Транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг безпосередньо впливає на ВВП, рівень цін, доходи державного бюджету, рівень зайнятості населення та ін. Здатність автомобільних доріг забезпечувати доставку вантажів автомобільним транспортом «від дверей до дверей» перетворює їх у найбільш ринково-орієнтовану складову транспортно-дорожнього комплексу.

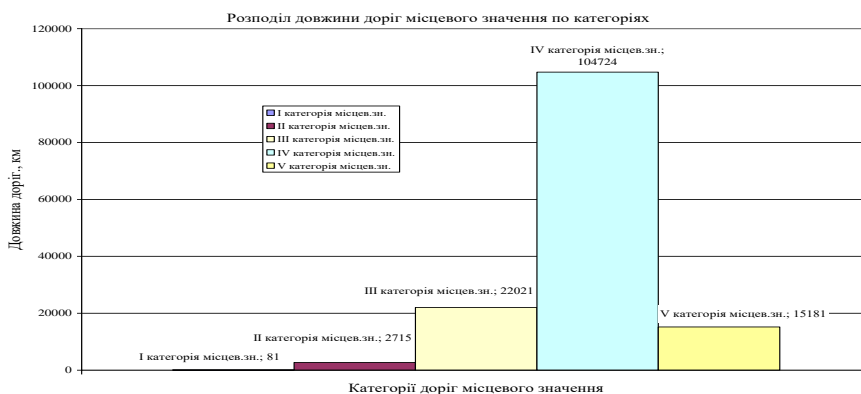


Рисунок 1.6 – Розподіл довжини доріг місцевого значення по категоріях

Одним із напрямків усіх успішно проведених на Заході реформ був пріоритетний розвиток транспортних комунікацій, і, щонайперше, автомобільних доріг. Разом із тим, транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг в Україні є катастрофічним і вимагає невідкладного посилення для швидкого виходу країни з кризи та забезпечення її економічного розвитку. Без надійно працюючої, ефективною та безпечною мережі автомобільних доріг, орієнтованою на інтереси окремих користувачів і економіки країни в цілому, неможливими є процеси радикальної перебудови економічної та соціальної сфери України.

Останнім часом, незважаючи на кризу, кількість зареєстрованих в Україні транспортних засобів збільшується щорічно на 400-500 тис. одиниць. При зростанні виробництва приріст буде більшим. Це свідчить про особливе місце автомобільного транспорту в транспортній системі України та велике значення автомобільних доріг у соціально-економічному розвитку нашої країни.

Аналізуючи такі показники, як довжина мережі автомобільних доріг та її щільність, слід відзначити, що забезпеченість України автомобільними дорогами загального користування значно менше, ніж у більшості країн світу (табл. 1.4).

Показник щільності автомобільних доріг дорівнює в Україні 0,28 км/ км<sup>2</sup>, а в подібній за територією й чисельністю населення Франції – 1,46 км/ км<sup>2</sup> [18]. Аналогічна ситуація спостерігається і в інших країнах Європи. Так, у Німеччині показник щільності дорівнює 2,0 км/км<sup>2</sup>, у сусідній Польщі – 1,15 км/км<sup>2</sup>, у

Великій Британії – 0,87 км/км<sup>2</sup>.

Таблиця 1.4 - Забезпеченість позаміськими автомобільними дорогами

Країна	Щільність доріг, км на 1000 км <sup>2</sup>
Німеччина	1995
Японія	1890
Франція	1459
Польща	1153
Велика Британія	870
США	650
Україна	285

Окрім того, структура мережі автомобільних доріг не відповідає сучасним вимогам. Так, довжина автомобільних доріг I категорії складає приблизно 2 тис. км, тобто 1,2% від довжини автомобільних доріг з твердим покриттям. Це значно менше від потреби (близько 15 тис. км).

Інтеграція України як незалежної держави в європейську транспортну інфраструктуру вимагає розвитку мережі автомобільних доріг, особливо на маршрутах міжнародних транспортних коридорів (МТК). Унікальне географічне розташування України дозволяє прогнозувати отримання коштів від транзитних міжнародних перевезень через нашу державу на рівні 3,0 - 3,5 млрд. доларів на рік за умов створення та забезпечення нормального функціонування відповідної мережі МТК.

Мережа автомобільних доріг загального користування України в основному була сформована у сімдесяті-вісімдесяті роки минулого століття [18]. У 1990-і роки відмічено зниження об'ємів фінансування дорожнього господарства України і відповідне зменшення об'ємів введення в експлуатацію нових доріг (рис. 1.7).

В останні роки об'єм введення в експлуатацію нових доріг не перевищує 0,2 - 0,3% від загальної довжини мережі автомобільних доріг. Отже, в найближчі 20 років основний об'єм перевезень вантажів і пасажирів буде виконуватися мережею існуючих автомобільних доріг.

Тому, насамперед, актуальними є питання збереження мережі автомобільних доріг, покращення їхніх транспортно-експлуатаційних властивостей та підвищення безпеки дорожнього руху. Потрібно зазначити, що дійсним багатством України, поки ще не усвідомленим, є автомобільні дороги. Не випадково, що цивілізація нашої країни починалася з великого шляху «із варяг у греки». Тому необхідно надати автомобільним дорогам особливе значення, усвідомлюючи їх важливу якість – транзитний характер території, визначений історією.

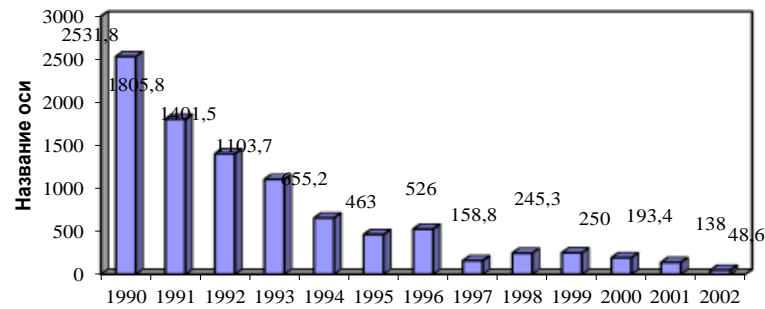


Рисунок 1.7 – Введення в експлуатацію нових автомобільних доріг

## 1.4 Аналіз існуючих методів управління будівництвом, ремонтами та утриманням автомобільних доріг

### 1.4.1 Існуючі підходи щодо управління транспортно-експлуатаційним станом мережі автомобільних доріг

Питання, чому уряд проводить неефективну й непослідовну політику щодо будівництва, ремонтів та утримання автомобільних доріг, є непростим. Незважаючи на значні регіональні та місцеві розходження у даному питанні, існують деякі загальні моменти. Головні проблеми лежать в інституційному устрої, що сковують ініціативу. Всесвітній банк у своїй доповіді ще у 1994 р. [19] привів дані про ситуацію, що склалася в 44 країнах світу з цього питання. Головними проблемами в області інфраструктури були: замалі фінансові ресурси, недостатня оплата праці співробітників, невизначеність мети і недостатня автономія управлінської ланки та її недосконала звітність.

Системи управління станом автомобільних доріг розробляються в багатьох країнах світу понад тридцять років. Про актуальність цієї проблеми в сучасних умовах свідчить постійне удосконалення системи Світового банку *HDM*, одній з модифікацій якої приділялась велика увага на XX Міжнародному дорожньому конгресі (Малайзія, 1999 рік) [20].

Основу всіх відомих систем складають моделі прогнозування транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, які повинні враховувати особливості експлуатації та економічний стан країни. Тому для умов України існуючі системи неефективні. На підставі аналізу систем управління станом доріг (*PMS*, *HDM-III*,

*HDM-4* та інших) виявлено, що більшість країн має власні моделі прогнозування стану доріг, які враховують особливості у своїх кліматичних умовах експлуатації, конструкціях дорожніх одягів, транспортних навантаженнях, ефективності експлуатаційних заходів. Найчастіше такі моделі ґрунтуються на результатах спостережень тільки за станом доріг і не мають відповідної наукової основи. Відомі моделі не в повній мірі враховують особливості експлуатації автомобільних доріг за умов обмежених ресурсів, коли ремонтні роботи виконуються несвоєчасно і не в повному обсязі, а стан доріг наближається до критичного. Таким чином, для розробки моделі прогнозування необхідно виконати дослідження закономірностей зміни основних показників транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг в сучасних умовах їх утримання.

Щодо оптимізації розподілу обмежених ресурсів на дорожні роботи найбільш відомими є роботи вчених у країнах, що вийшли з СРСР, які переважно присвячені розробці методик планування ремонтних робіт при обмежених ресурсах.

Уперше таку методику запропонував к.т.н. Кизима С.С. [21]. Вибір оптимального варіанту ремонтних робіт за обмеженнями по ресурсах здійснювався за критерієм мінімальних витрат на ремонт і утримання доріг, перевезення вантажів та пасажирів. Такий підхід є найбільш вірним при плануванні робіт з утримання автомобільних доріг за умов функціонування планової економіки. Але закономірності зміни стану доріг, по-перше, потребують уточнення, оскільки зараз стан доріг значно погіршився, по-друге, змінилися умови господарювання.

За результатами багаторічних досліджень російських вчених під керівництвом д.т.н. Васильєва О.П. [22] розроблено систему планування дорожньо-ремонтних робіт за умов обмежених ресурсів, що дає можливість визначити на мережі доріг ділянки, які підлягають ремонту, вид ремонтних робіт, черговість їх виконання та вартість. В основу визначення пріоритетів дорожньо-ремонтних робіт покладено впроваджену в Росії та деяких країнах СНД систему діагностики стану доріг за показниками забезпеченості розрахункової швидкості, які в Україні не використовують. Крім того, умови експлуатації доріг в різних країнах відрізняються.

Демішканом В.Ф. у 2000 р. [23] зроблена спроба удосконалити систему управління транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг за умов обмежених ресурсів на дорожні роботи. Основу удосконалення системи складають модель прогнозування транспортно-експлуатаційного стану та економіко-математична модель оптимізації розподілу ресурсів. Основним недоліком роботи



слід вважати застосування критерію мінімуму дорожньо-транспортних витрат, що є недоцільним у сучасних умовах господарювання, коли головним показником вважається досягнення максимального прибутку від діяльності будь-якого підприємства. Залучення експертів до визначення окремих показників привносить у роботу значну частку суб'єктивності. Окрім того, будь-який оптимізаційний підхід із застосуванням показника мінімуму витрат приводить до думки, що якщо зовсім нічого не робити, що й буде мінімумом якихось витрат, а це є методологічно невірним.

#### **1.4.2 Аналіз ефективності управління функціонуванням мережі автомобільних доріг**

Частина дорікань на незадовільне утримання автомобільних доріг полягає у недоліках системи управління їх функціонуванням. Остання не побудована на принципах ринкових відносин, де в основі усього є складна цінова динаміка. Не існує чіткої оцінки послуг, що надають автомобільні дороги суспільству. Витрати на утримання автомобільних доріг фінансуються із загальних податкових надходжень, крім того, дорожні організації не підкоряються суворим законам ринкової дисципліни. Усе це приводить до незадовільного управління.

Управління функціонуванням автомобільних доріг здійснюється за аналогією із соціальними службами, що мають різні цілі. Користувачі автомобільних доріг платять прямі та непрямі податки, однак ці надходження практично завжди трактуються як загальні податкові надходження і зараховуються в державний бюджет. З іншого боку, автомобільні дороги замість того, щоб фінансуватися за рахунок платежів користувачів, фінансуються шляхом прямих бюджетних асигнувань. Дані асигнування слабо пов'язані як із потребами у фінансуванні дорожніх робіт, так і з бажаннями користувачів автомобільних доріг.

У такій системі немає стійких зв'язків між доходами та витратами, ціна не варіюється в залежності від попиту (чи хочуть користувачі доріг мати якусь послугу, чи ні), а витрати не є об'єктом для серйозних іспитів ринковими умовами (скільки можна витратити на забезпечення ефективного функціонування мережі автомобільних доріг).

Користувачі не платять безпосередньо за користування автомобільними дорогами, через це вони не зацікавлені ані в особливому виборі свого маршруту, ані у контролі витрачених коштів дорожніми організаціями.

Через слабкий контроль і без тиску користувачів доріг, дорожні організації не

прагнуть ефективно використовувати наявні ресурси.

Уряд не визначає конкретні цілі, керівники не виявляють ініціативу в мінімізації витрат, тому що зниження витрат просто призводить до зниження рівня фінансування з державного бюджету. Відсутні досить тверді санкції, штатних співробітників складно привчити до дисципліни, тому керівництво дуже рідко карає їх за погану роботу. У зв'язку з перерахованим виникає задача прищепити ефективну етику використання продукції та усіх видів ресурсів.

Великою проблемою управління є професійна незбалансованість. У дорожніх організаціях високим рівнем технічних знань володіють зазвичай інженери, але вони недостатньо володіють політичними та управлінськими навичками для спостереження за цією, досить складною, системою.

Отже, потрібним є перегляд ролі держави в усіх секторах економіки, включаючи функціонування мережі автомобільних доріг. Ці зміни мають супроводжуватися професійним навчанням співробітників проектуванню та економічному аналізу, управлінню та нагляду за виконанням контрактів і визначенням пріоритетів у роботі. Також необхідним є ознайомлення з новими технологіями та технікою.

Ефективність управління функціонуванням мережі автомобільних доріг потребує періодичного збору та аналізу інформації про фізичний (технічний) та фінансовий її стан. На даний момент багато дорожніх департаментів у світі не мають ніякої інформаційної системи управління, навіть у зародковому стані.

Фінансовий облік часто не в змозі надати навіть мінімум інформації, що є необхідною для прийняття виважених рішень. Зазвичай не існує обліку доходів, а, отже, й обліку про рух наявних коштів. Облік ґрунтується на принципі наявності коштів, інвестиції списуються як наявні кошти. Крім цього, дорожні організації не мають балансу та амортизованих основних засобів. Система бухгалтерського обліку часто використовує одиничний облік із показниками, що варіюються. Такі позиції як «адміністративні витрати», «оренда приміщень», «електропостачання та механізми» зазвичай покривають декілька функцій. Не існує методик щодо визначення, які саме з цих витрат пов'язані з утриманням автомобільних доріг.

Багато дорожніх організацій не володіють даними, скільки вони витрачають на утримання доріг, тому що частина витрат на поточний ремонт та утримання покривається з поточного бюджету, а частина – із бюджету на розвиток. Розділити витрати на робочу силу, устаткування, ремонт покриття проїзної частини та його

прибирання не уявляється можливим. Така неефективна система обліку робить майже не виконуваною для керівництва задачу по встановленню послідовної політики пріоритетів у витратах. Лише деякі дорожні організації керуються шляхом управління ресурсами, що дозволяє їм досягти ефекту від вкладених коштів. Інші утримують автомобільні дороги на дуже низькому рівні, що є результатом малого бюджету. Вони надто сподіваються на використання внутрішніх резервів (працівників та обладнання). Ця ситуація є типовою для організацій з низьким рівнем ринкової дисципліни та звітності керівництва.

Утримання автомобільних доріг на контрактній основі може підвищити якість робіт. Хоча контрактна система не є панацеєю, дорожні організації неохоче розстаються зі своїм правом розпоряджатися великою за обсягом робочою силою. Система контрактів може працювати ефективно при добре налагодженому матеріально-технічному постачанні, розвинутій місцевій будівельній індустрії та стабільному надходженні коштів, необхідних для оплати праці підрядників. Також дорожнім організаціям необхідний кваліфікований персонал, що є здатним укладати контракти, контролювати роботи і здійснювати арбітражні дії – задачі, у рішенні яких співробітники дорожніх організацій не мають досвіду.

Неефективні державні підприємства також є симптомом низької ринкової дисципліни. Більшість дорожніх організацій має устаткування вартістю в мільйони гривень. Це устаткування використовується на 20 - 30%, а у приватному секторі – на 80 - 90%. Економічні втрати від цього складають мільйони гривень.

Низький рівень використання техніки викликаний неефективними управлінням і системою обліку, дефіцитом пального та запасних частин, а також не завжди кваліфікованим персоналом. Це призводить до економічних і суспільних втрат. Дорожні організації не діятимуть ефективно, якщо не дотримуватимуться правил ринкової дисципліни. Конкуренція є ключовим фактором, що спонукає до зменшення витрат, підвищення продуктивності та ефективного використання ресурсів. Однак часто виникають небажані наслідки. Якщо зниження собівартості робіт досягається шляхом підвищення продуктивності, то це призводить до зменшення бюджетних асигнувань на наступний рік, що, у свою чергу знижує зацікавленість керівництва в підвищенні ефективності робіт.

Так, станом на 18 квітня 2011 р. за матеріалами аудиту Рахункової палати на початок 2011 року «Укравтодор» мав боргів на загальну суму 19,8 млрд. гривень. При цьому, на будівництво та капітальний ремонт доріг виділялося лише 5% коштів.

Залишок непогашених кредитів, залучених Укравтодором за станом на 1 січня 2011 року склала 19,8 млрд. грн. Відповідно до прес-релізу, зараз нараховується 17 діючих договорів між Укравтодором та міжнародними банківськими установами. Рахункова палата також вказує на неефективне використання коштів на дорожні роботи у 2009-2010 рр. Так, «з 18,9 млрд. грн., що були заплановані законами «Про державний бюджет» на 2009 и 2010 роки на розвиток мережі та утримання автомобільних доріг витрат, виділено тільки 14,3 млрд. грн. З них 36,8% витрачені на утримання доріг, 41,6% – на погашення кредитів і тільки 5% – на будівництво нових доріг та капітальний ремонт», - говориться у повідомленні. У прес-релізі відмічається, що у 2009 році в Україні було побудовано 33 км нових доріг і капітально відремонтовано 79,4 км. У 2010 році капітальний ремонт не проводився, а було побудовано 31,7 км. Згідно із повідомленням, балансова вартість мережі автомобільних доріг за останні два роки зменшилась на 7,2%, а рівень зношення виріс на 16%. Вартість незавершеного будівництва збільшилась з 30 до 39,2% (7,5 млрд. грн.) балансової вартості, а довжина доріг з незавершеним будівництвом – у два рази. Далі цитуємо матеріали «Українських новин»: «Головна причина не в грошах чи їхньої нестачі, а як вони використовуються. Необхідно у корні змінити сам механізм спрямування та використання фінансових ресурсів. Не дивлячись на те, що «Укравтодор» для держбюджету залишається однією з найбільш витратних статей, очевидною є тенденція зниження ефективності у галузі та віддачі від фінансових вкладень до неї. На сьогодні смисл існування «Укравтодору», як бачимо з матеріалів аудиту, не капітальний ремонт автодоріг і створення нових магістралей, а зведення дебету з кредитом», - цитує прес-служба Рахункової палати її голову Валентина Симоненка. Наразі із перерахованого можна зробити такий висновок. Із усіма позиціями аудиту можна погодитися окрім одного – у Рахункової палати України немає механізму оцінки ефективності функціонування мережі автомобільних доріг України.

Але наостанок слід зауважити, що у ході підготовки до Євро-2012 у 2011 р. рівень поновлення мережі автомобільних доріг став більш помітним. Було відремонтовано і реконструйовано більше 1700 км доріг загального користування.

#### **1.4.3 Існуючі проблеми щодо належного фінансування будівництва та утримання автомобільних доріг**

Фінансування дорожнього господарства не задовольняє потреб у будівництві, реконструкції, ремонті та утриманні автомобільних доріг. Рівень фінансування

дорожніх робіт у декілька разів нижчий, ніж у розвинених країнах і навіть у наших сусідів – Російській Федерації та Білорусі. «Удосконалення» системи фінансування на законодавчому рівні без відповідного обґрунтування приводить до зменшення фінансових ресурсів на дорожні роботи. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг через недофінансування і, як наслідок, зменшення обсягів дорожніх робіт, закономірно погіршуються. Через це перевізники пасажирів і вантажів, держава загалом, мають значні збитки [8].

Через недостатнє фінансування мережі автомобільних доріг та їх незадовільний стан щорічно економіка держави втрачає до 12% ВВП [9]. За таких умов особливе значення має проведення довгострокової технічної політики щодо збереження та розвитку мережі автомобільних доріг країни. Основу цієї політики має складати надійне фінансування дорожнього господарства. Транспортно-експлуатаційний стан доріг, насамперед, залежить від рівня його фінансування. Саме цим можна пояснити відмінний стан доріг у розвинених країнах. Отже, необхідні обсяги фінансування є передумовою удосконалення функціонування мережі доріг.

Слід зауважити, що в останні роки фінансування дорожнього господарства в розвинутих країнах постійно збільшувалося. Так, за останні 10 років бюджет дорожніх фондів збільшився в США – в 1,25 разів, у Великій Британії – в 1,36 разів, в Швеції – у 2,25 разів, в Німеччині – у 2,54 разів, в Японії – у 2,72 рази [14]. В Україні спостерігалася протилежна тенденція – обсяги фінансування дорожнього господарства катастрофічно падають. У 1998 р. на дорожнє господарство були витрачені близько 650 млн. \$, у 1999 р. – 350 млн. \$, у 2000 році – 240 млн. \$, у 2001 році – 160 млн. \$. Такий підхід негативно впливав на розвиток економіки всієї держави, не сприяв її розбудові. Останнім часом поступово ситуація почалася виправлятися: у 2002 р. – 317,7 млн. \$, у 2003 р. – 487,8 млн. \$, що краще, ніж у 2001 р., але гірше ніж до 1998 р. Таким чином, обсяги фінансування дорожнього господарства в Україні не відповідають сучасним вимогам. Питомі витрати на 1 км автомобільних доріг загального користування в 15 - 50 разів менше, ніж у розвинених країнах, і в 5 разів менше, ніж у Росії. У значній мірі такий підхід склався через існуючі підходи щодо фінансування дорожнього господарства.

Як встановила Колегія Рахункової палати (журнал «Власть денег», № 16-17, 2001 р.), керівні рішення посадових осіб Мінфіну привели до стагнації вітчизняного дорожнього господарства. Мінфін не подбав про поповнення спецфонду держбюджету, з якого має фінансуватися утримання та розвиток

автомобільних доріг. У 2009 р. недоотримані 37,4% податкових надходжень, а у 2010 р. план цих надходжень був виконаний за рахунок того, що його п'ять разів переглядали у бік зниження.

Майже усі країни відчувають недостатнє фінансування щодо утримання існуючих доріг та інвестицій у їхнє будівництво. Недостатнє фінансування призводить до виникнення заторів у дорожньому русі, а часто – до закриття окремих смуг руху через ремонт зруйнованого покриття проїзної частини.

*Короткостроковий результат* недостатнього фінансування характеризується збільшенням втрат, викликаних заторами руху транспортних потоків, підвищенням вартості автомобільних перевезень, зростанням витрат на утримання автомобільних доріг, забрудненням навколишнього середовища, а також збитків від ДТП. *Довгострокові втрати* призводять до зниження промислової та сільськогосподарської конкурентоздатності продукції на міжнародних і регіональних ринках, а також до загального зниження темпів економічного розвитку країни. Без достатнього та стабільного фінансування політика утримання автомобільних доріг буде непослідовною. Витрати на утримання автомобільних доріг практично у всіх країнах значно нижче рівня, необхідного для підтримки мережі автомобільних доріг у стабільному стані протягом тривалого часу. Ці витрати складають, як правило, менше половини необхідного фінансування, а в деяких країнах, менше третини. Ця тенденція є характерною як для країн, що розвиваються, так і для розвинутих країн.

Крім того, фінансування доріг не є постійним. Бюджетні асигнування часто відкликаються через складне фінансове становище, кошти рідко асигнуються вчасно, а їх реальний обсяг часто є значно нижчим за обіцяні суми. Як результат, дорожні організації не можуть ефективно планувати роботи, підрядники не одержують оплату за виконану роботу і розоряються, поточний ремонт замінює капітальний, сільські дороги в період дощів стають непроїзними і заборгованість із їхнього утримання продовжує зростати.

Недооцінка значення автомобільних доріг призвела до драматичних змін у світовій транспортній системі, в основному, за рахунок залізниць. Це викликано тим, що при корегуванні попиту не враховувалася цінова політика. Автомобільні дороги мають бути комерціалізовані. В основу цього потрібно покласти принцип свободи послуги, й управляти роботою автомобільних доріг необхідно як підприємством. Останнє надає можливість краще управляти попитом.

Те, що в існуючих умовах дорожній фонд розглядається як частина державного бюджету України, представляє додаткову складність. За відсутності правильної системи оцінки фінансових потреб, запити на утримання автомобільних доріг ґрунтуються на історичній вартості, а не на існуючій ситуації. Кожне міністерство має конкурувати з іншими за фонди під час переговорів по складанню державного бюджету на наступний рік. Процес одержання бюджетних асигнувань складний і політизований. Найчастіше міністерства, що запитують великі суми, програють у бюджетних дебатах.

Недостатність коштів на утримання доріг не призводить до негайних, катастрофічних наслідків. Політична підтримка з метою одержання даних асигнувань дуже слабка, а роботи з утримання доріг завжди можуть бути відкладені з надією на кращі фінансові часи, що, утім, так поки що не настають. Усвідомлюючи дану проблему, деякі індустріально розвинуті країни звернулися до досвіду створення резервів із метою забезпечити стабільні надходження для фінансування автомобільних доріг.

Однією з причин недостатнього фінансування дорожніх робіт є занадто великий розмір інвестицій, що викликає неправильний розподіл коштів. *Нестаток ринкової дисципліни дозволяє уряду мінімізувати свої власні витрати на утримання мережі автомобільних доріг, не приймаючи до уваги ефект, що впливає на всю мережу автомобільних доріг недостатнім фінансуванням робіт із їхнього утримання.* Утримання автомобільних доріг фінансується з річного бюджету, де ресурсів зазвичай не вистачає. Контракти на будівництво автомобільних доріг є кращими для виконання, тому що вони більше контрактів на утримання і, відповідно, із політичної точки зору, є більш помітними. Однак такі інвестиції не варто вважати виправданими для ситуації, коли мережа автомобільних доріг не насичена транспортними потоками.

#### **1.4.4 Аналіз впливу незадовільного стану мережі автомобільних доріг на макроекономічні показники**

Дослідження закордонних вчених, що ґрунтуються на аналізі взаємозв'язку величини валового внутрішнього продукту країни та щільності автомобільних доріг, переконливо доводять, що *ці показники знаходяться у прямій залежності* [14]. Недооцінка ролі доріг в економіці й відставання у розвитку мережі автомобільних доріг є однією з причин економічних труднощів і негативних суспільних процесів.

Через низький технічний рівень, невідповідність параметрів автомобільних

доріг вимогам транспортних потоків, перевантаження їх окремих ділянок середня швидкість руху ними складає 30 км/г, що призводить до збільшення собівартості автомобільних перевезень на 20-25%. Через вплив рівності покриття проїзної частини, що на більшій частині наших доріг оцінюється як задовільна, вартість перевезень додатково зростає на 30-50%. За даного технічного стану доріг автомобіль витрачає в 1,5 рази більше пального, ніж у розвинених країнах. У поганих дорожніх умовах вартість обслуговування автомобілів зростає у 2,5-3,4 рази, термін служби покришок скорочується в 1,15-1,8 рази, термін служби автомобіля скорочується на 30%, а його продуктивність значно падає.

Щорічно на дорогах країни відбуваються тисячі ДТП, у яких гине у середньому більше за 7 тис. чоловік, у т. ч. через незадовільні дорожні умови – більше за 2,5 тис. чоловік, травмуються – близько 30 тис. чоловік. Через бездоріжжя в сільській місцевості під колесами гине до 15% косовиць і до 5% зернових.

Загальна оцінка щорічних втрат від незадовільного стану автомобільних доріг обертається астрономічною цифрою, що оцінюється сумою близько 20 млрд. грн. на рік і може бути порівняна з масштабами найбільших катастроф [23].

Через нестаток фінансування дорожніх робіт продовжують витратитися кошти на виробництво та ремонт транспортних засобів, придбання пального й оплату витрат, пов'язаних із зростанням собівартості автомобільних перевезень.

Економічні розрахунки показують, що на дорозі із середньою інтенсивністю руху, одна гривня, призначена на ремонт та утримання автомобільних доріг, дає користувачеві до 3-х гривень економії. Економія коштів, що мають бути витрачені на дорожні роботи обертається збитками користувачів автомобільних доріг і є однією з причин зuboжіння держави. Незадовільний стан мережі автомобільних доріг країни має не тільки економічні, але й величезні соціальні наслідки.

Бездоріжжя є однією з головних причин слабого розвитку суспільної інфраструктури села й падіння продуктивності сільського господарства. За останні десять років із 50 зниклих сіл 48 знаходилися на ґрунтових дорогах, 4 – на гравійних і жодного – на дорогах з удосконаленим асфальтобетонним покриттям.

Низька транспортна доступність та незадовільні транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг є причиною негативних соціальних наслідків, включаючи: підвищену смертність населення через несвоєчасне надання допомоги; затримку у розвитку культури та освіти у важкодоступних регіонах; скорочення вільного часу за рахунок збільшення часу перебування в дорозі до місця роботи,



відпочинку, торгових центрів і т.д.; зниження якості та збільшення вартості товарів через труднощі їх доставки; зниження рухливості населення й збільшення безробіття; високу смертність у ДТП та велику кількість людей, що стають інвалідами, тривалий час перебування на лікуванні у лікарнях; зниження сільськогосподарського виробництва та зменшення доходів його працівників; збільшення шкідливих вихлопів і шумового впливу від автомобілів через низьку якість роботи автомобільних доріг, додаткове знищення рослинності у зв'язку утворенням об'їздів на ґрунтових дорогах; зростання злочинності через зниження мобільності органів МВС.

Для порівняння прийнятий за базовий 2000 р., який може вважатися переламним для соціально-економічного розвитку України. Проведемо порівняльний аналіз даних про вантажні автомобільні перевезення (табл. 1.5) [16], валову додану вартість по регіонах (табл. 1.6) [15], валову додану вартість у розрахунку на особу по регіонах (табл. 1.7) [15], довжину мережі автомобільних доріг по регіонах (табл. 1.8) [17]. Порівняльні дані наведені у табл. 1.9.

За показником валової доданої вартості на 1 особу перевагу мають області: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Київська, Одеська, Харківська і м. Київ.

Питомі вантажні автомобільні перевезення на 1 км є найбільшими для тих же індустріальних областей України, окрім того до них приєднуються Полтавська та Черкаська обл. Високий показник Полтавської області вказує на її розташування в центральній частині України та характеризує як транзитну область країни (як і Черкаську). Окрім того, аналіз даних щодо розподілу вантажних автомобільних перевезень по економічних районах України показує, що найбільша їхня частка припадає саме на найбільш індустріальні області країни (рис. 1.8).

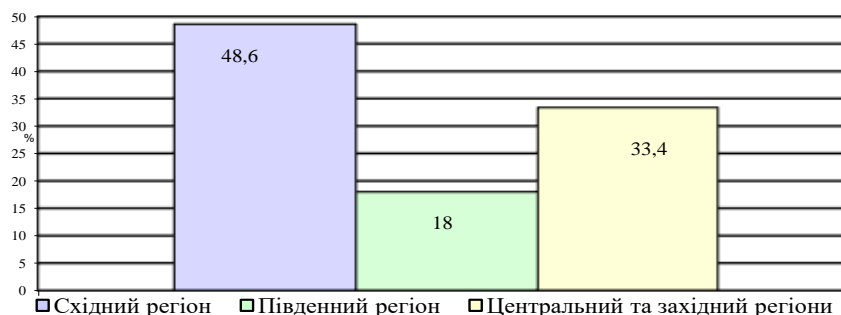


Рисунок 1.8 – Розподіл вантажних автомобільних перевезень по регіонах України

Таблиця 1.5 – Перевезення вантажів автомобільним транспортом по регіонах України (млн. т)

	1990	1995	1998	1999	2000	2001
Україна	4896,5	1816,4	1081,3	955,3	938,9	957,2
Автономна						
Республіка Крим	208,7*	46,0	21,5	17,9	17,0	18,1
області						
Вінницька	177,0	63,9	39,4	32,1	28,3	28,1
Волинська	66,2	17,0	10,4	9,0	7,6	4,8
Дніпропетровська	836,2	308,9	226,3	189,1	234,9	229,8
Донецька	574,9	211,8	122,5	123,4	125,3	132,4
Житомирська	154,5	55,1	37,6	29,3	29,3	33,5
Закарпатська	78,3	16,0	12,2	11,6	10,8	11,7
Запорізька	191,8	57,2	48,1	60,9	40,0	36,8
Івано-Франківська	86,5	32,1	16,4	14,2	13,1	10,8
Київська	171,7	114,9	45,8	39,4	36,3	38,5
Кіровоградська	167,5	41,9	22,6	18,3	16,3	18,9
Луганська	240,8	65,3	34,8	29,7	26,1	37,3
Львівська	229,9	62,7	33,7	31,7	29,6	27,2
Миколаївська	140,2	32,4	18,6	16,4	13,6	19,2
Одеська	145,0	37,0	25,3	27,0	24,9	33,5
Полтавська	236,7	200,1	107,0	91,9	95,3	89,7
Рівненська	112,2	34,3	19,8	18,4	15,5	15,2
Сумська	99,9	35,8	25,1	20,4	19,4	18,5
Тернопільська	105,7	35,0	18,3	15,7	13,0	12,8
Харківська	199,4	61,0	36,7	31,3	27,8	29,2
Херсонська	108,7	43,0	23,6	15,9	13,2	15,1
Хмельницька	158,3	82,4	38,0	31,4	25,3	25,8
Черкаська	154,1	57,6	33,4	34,5	33,9	27,3
Чернівецька	58,6	15,8	8,2	5,5	5,7	6,8
Чернігівська	91,2	52,9	25,3	16,1	13,2	13,3
м. Київ	102,5	25,0	21,9	17,2	16,4	16,2
м. Севастополь	...	11,3	8,8	7,0	7,1	6,7

Таблиця 1.6 – Валова додана вартість по регіонах

*(у фактичних цінах. млн. грн.)*

	1997	1998	1999	2000
Україна	77650	82834	103847	137993
Автономна Республіка Крим	2437	2586	3350	4085
Області				
Вінницька	2298	2439	2828	3802
Волинська	1096	1190	1504	2195
Дніпропетровська	7048	7656	9575	13163
Донецька	9165	9828	12711	17278
Житомирська	1827	1892	2255	2835
Закарпатська	1025	1138	1563	2151
Запорізька	4247	4687	5952	7568
Івано-Франківська	1600	1778	2309	3117
Київська	3278	3527	4233	5926
Кіровоградська	1353	1417	1675	2159
Луганська	3784	3866	5010	6403
Львівська	3132	3362	4248	5850
Миколаївська	1891	1953	2412	3314
Одеська	3997	4190	5381	7072
Полтавська	3322	3655	4543	5712
Рівненська	1501	1594	1988	2513
Сумська	2099	2180	2526	3495
Тернопільська	1147	1243	1473	1853
Харківська	4893	5309	6505	8271
Херсонська	1612	1578	1856	2348
Хмельницька	2010	2028	2383	2949
Черкаська	2205	2245	2546	3179
Чернівецька	918	917	1067	1313
Чернігівська	1837	1933	2388	3073
м. Київ	7541	8268	11114	15715
м. Севастополь	387	375	452	654

Таблиця 1.7 – Валова додана вартість у розрахунку на одну особу по регіонах

*(у фактичних цінах, грн.)*

	1997	1998	1999	2000
Україна	1532	1647	2081	2788
Автономна Республіка Крим	1124	1205	1576	1937
Області				
Вінницька	1239	1326	1551	2104
Волинська	1024	1117	1417	2077
Дніпропетровська	1858	2036	2568	3562
Донецька	1799	1952	2552	3509
Житомирська	1249	1304	1567	1987
Закарпатська	796	884	1216	1677
Запорізька	2071	2305	2955	3795
Івано-Франківська	1092	1216	1583	2142
Київська	1751	1899	2301	3255
Кіровоградська	1124	1190	1424	1860
Луганська	1389	1437	1885	2439
Львівська	1141	1229	1560	2159
Миколаївська	1425	1484	1849	2563
Одеська	1563	1651	2136	2828
Полтавська	1936	2149	2696	3423
Рівненська	1259	1338	1671	2118
Сумська	1524	1600	1876	2631
Тернопільська	980	1066	1269	1605
Харківська	1610	1763	2180	2799
Херсонська	1288	1271	1507	1925
Хмельницька	1347	1371	1624	2028
Черкаська	1485	1526	1747	2203
Чернівецька	976	978	1142	1411
Чернігівська	1385	1475	1845	2407
м. Київ	2868	3146	4227	5965
м. Севастополь	968	951	1157	1682

Таблиця 1.8 – Довжина мережі автомобільних доріг по регіонах (2001 р.)

№ пп.	Найменування організацій	Довжина мережі доріг державного значення, км	Довжина мережі доріг місцевого значення, км	Загальна довжина мережі доріг, км
	<b>ОБЛАВТОДОРИ</b>			
1	АР Крим	998,8	5300,1	6298,9
2	Вінницький	481,0	9034,0	9515,0
3	Волинський		5553,0	5553,0
4	Дніпропетровський	622,5	8430,0	9052,5
5	Донецький	504,7	7529,0	8033,7
6	Житомирський	88,1	7300,9	7389,0
7	Закарпатський	4,7	2444,8	2449,5
8	Запорізький	397,8	6582,0	6979,8
9	Івано-Франківський	376,0	3641,0	4017,0
10	Київський	8,3	7050,5	7058,8
11	Кіровоградський	688,0	6427,0	7115,0
12	Луганський	407,8	5359,0	5766,8
13	Львівський	646,1	7592,0	8238,1
14	Миколаївський	587,0	4100,0	4687,0
15	Одеський	683,0	7474,0	8157,0
16	Полтавський	583,6	8455,3	9038,9
17	Рівненський	573,0	4419,0	4992,0
18	Сумський	361,0	6907,0	7268,0
19	Тернопільський	340,0	4721,0	5061,0
20	Харківський	545,0	8844,0	9389,0
21	Херсонський	408,0	4711,0	5119,0
22	Хмельницький	425,0	6661,0	7086,0
23	Черкаський	578,0	5460,0	6038,0
24	Чернігівський	476,0	6844,0	7320,0
25	Чернівецький	195,0	2809,0	3004,0
	<b>Всього</b>	<b>10978,4</b>	<b>153648,6</b>	<b>164627,0</b>
	<b>УПРДОРИ</b>			
1	Упрдор 8	335,4	519,5	854,9
2	Упрдор 9	498,7	427,2	925,9
3	Упрдор 10	439,0	307,4	746,4
4	Упрдор 12	565,1	284,8	849,9
5	Севастопольський	67,4	270,1	337,5
6	ШЕД 639	198,1	5,5	203,6
	<b>Всього по упрдорах</b>	<b>2103,7</b>	<b>1814,5</b>	<b>3918,2</b>
	<b>Разом</b>	<b>13082,1</b>	<b>155463,1</b>	<b>168546,0</b>

Таблиця 1.9 – Порівняльний аналіз впливу стану мережі автомобільних доріг на соціально-економічний розвиток країни

Порівняльний аналіз регіонів за питомими показниками	Валова додана вартість, млн. грн.	Валова додана вартість на особу, грн.	Вантажні перевезення, млн. т	Довжина мережі доріг регіону, км	Питома валова додана вартість на 1 км, грн.	Питомі вантажні перевезення на 1 км, т	Питомі витрати на ремонті 1 км, грн.
Україна	137993	2788	938,90	168546	818 726,05	5 570,59	8,58
АР Крим	4085	1937	17,00	6298,9	648 525,93	2 698,88	8,95
Області							
Вінницька	3802	2104	28,30	9515	399 579,61	2 974,25	5,89
Волинська	2195	2077	7,60	5553	395 281,83	1 368,63	7,46
Дніпропетровська	13163	3562	234,90	9052,5	1 454 073,46	25 948,63	6,13
Донецька	17278	3509	125,30	8033,7	2 150 690,22	15 596,80	9,50
Житомирська	2835	1987	29,30	7389	383 678,44	3 965,35	8,44
Закарпатська	2151	1677	10,80	2449,5	878 138,40	4 409,06	15,81
Запорізька	7568	3795	40,00	6979,8	1 084 271,76	5 730,82	6,09
Івано-Франківська	3117	2142	13,10	4017	775 952,20	3 261,14	10,32
Київська та м. Київ	21641	4610	52,70	7058,8	3 065 818,55	7 465,86	33,88
Кіровоградська	2159	1860	16,30	7115	303 443,43	2 290,93	6,56
Луганська	6403	2439	26,10	5766,8	1 110 321,15	4 525,91	7,90
Львівська	5850	2159	29,60	8238,1	710 115,20	3 593,06	7,61
Миколаївська	3314	2563	13,60	4687	707 062,09	2 901,64	8,92
Одеська	7072	2828	24,90	8157	866 985,41	3 052,59	6,43
Полтавська	5712	3423	95,30	9038,9	631 935,30	10 543,32	5,90
Рівненська	2513	2118	15,50	4992	503 405,45	3 104,97	10,34
Сумська	3495	2631	19,40	7268	480 875,07	2 669,24	5,48
Тернопільська	1853	1605	13,00	5061	366 133,18	2 568,66	6,57
Харківська	8271	2799	27,80	9389	880 924,49	2 960,91	6,76
Херсонська	2348	1925	13,20	5119	458 683,34	2 578,63	8,91
Хмельницька	2949	2028	25,30	7086	416 172,73	3 570,42	7,35
Черкаська	3179	2203	33,90	6038	526 498,84	5 614,44	7,31
Чернівецька	1313	1411	5,70	3004	437 083,89	1 897,47	23,89
Чернігівська	3073	2407	13,20	7320	419 808,74	1 803,28	3,46
м. Севастополь	654	1682	7,10	337,5	1 937 777,78	21 037,04	24,97

## 1.5 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності інвестиційних пропозицій

### 1.5.1 Моделі інвестування в основні виробничі фонди та їхній аналіз

Методи визначення економічної ефективності капітальних вкладень в СРСР регламентувалися Типовими методиками, які затверджувалися авторитетними науковими установами та відомствами. З періодичністю у декілька років з'являлися

методики, що були додатковими що до основної, або її нові версії.

У процесі теоретичного розроблення економічної реформи кінця 1950-х років у колишньому СРСР були висунуті три концепції, що зробили найвагомійший внесок у формування системи оцінок народногосподарської ефективності окремих господарських заходів. Повно й послідовно ці концепції висвітлено у працях Т.С.Хачатурова, В.В.Новожилова, Л.А.Ваага [25 - 30, 32, 33].

Відповідно до концепції Т.С.Хачатурова розподіл за галузями народного господарства визначається планом, виходячи з об'єктивних вимог пропорційності розвитку з урахуванням максимальних темпів зростання виробництва. Намічений на початку фінансування розподіл капіталовкладень між галузями має уточнюватись та перерозподілятися з урахуванням ефективності різних варіантів. Це дозволяє вивільнити капітальні вкладення й спрямувати їх у розвиток виробництва.

Концепція Т.С.Хачатурова передбачає такі процедури розподілу капітальних вкладень, планування виробництва та використання показників оцінки ефективності:

- на першому етапі на підставі заданих темпів зростання економіки з урахуванням того, які склалися міжгалузеві пропорції, народногосподарський фонд капіталовкладень разом із завданням на виробництво розподіляється між галузями. Для визначення макроекономічних параметрів використовувалися показники народногосподарської абсолютної ефективності;

- на другому етапі найкращі технічні та організаційні засоби отримання заданого обсягу й структури продукції окремої галузі оцінюються за народногосподарським критерієм порівняльної ефективності;

- на третьому етапі план аналізується на відповідність цим критеріям;

- на четвертому етапі при об'єднанні галузевих планів відбувається корекція народногосподарського плану: обсяг капіталовкладень і завдання на виробництво.

Ця концепція лягла в основу трьох типових методик визначення ефективності капіталовкладень у нову техніку, починаючи з 1959 р., що діяли у 1961-1977 рр. Таким чином, у цій концепції закладено жорсткий централізований народногосподарський механізм, що був характерний для економіки СРСР.

Відповідно до концепції Л.А. Ваага [31] питання про те, що виробляти, приймаються спільно підприємством і державою, а поняття абсолютної та порівняльної ефективності не розділяються. За критерій прийняття рішень прийнято максимум прибутку. Ціна та повні витрати визначаються як сума поточних витрат і

нормативного прибутку. Ця модель тільки формально подібна до ринкових критеріїв прийняття рішень.

В підґрунтя концепції В.В. Новожилова [32, 33] покладено ідею про принципову невимірність та невідповідність різних результатів або вигод – соціальних, виробничих, політичних та економічних. Приймалося, що неекономічні результати є непорівнянними через різні одиниці виміру, а економічні поширюються в народному господарстві завдяки розгалуженим економічним зв'язкам і тому були несумірними. В.В.Новожилов намагався розробити досконалішу планову форму народногосподарського розрахунку витрат та вигод, де б моделювались ринкові процеси. Відповідно до закону вартості в основу було покладено рівність ціни попиту та пропозиції, що прирівнювали працю, потрібну для споживання та виробництва. Ці ідеї були покладені в основу ціноутворення, але в умовах монополії реальні ціни були далекими від оптимальних.

Незважаючи на це, модель В.В. Новожилова була основою для впровадження у 1977 р. показників порівняльного народногосподарського ефекту новинок. Ці показники були введені паралельно діючій системі розрахунку ефективності без зміни усієї системи економічних нормативів, ціноутворення та оподаткування. На початку 1980-х років ця модель упроваджувалась у проекті комплексної методики оцінки економічної ефективності господарських заходів.

У сучасних ринкових умовах економісти користуються визначенням ефективності, яку називають «ефективністю за Парето» [34 - 37].

Ресурси розподілені оптимально за Парето тоді, коли ніхто не може поліпшити положення без того, щоб у результаті для когось воно не погіршилось. Під ресурсами потрібно при цьому розуміти матеріальні засоби, цінності, запаси, кошти, що їх, у разі потреби, можна використати (наприклад, природні ресурси, економічні ресурси, фінансові ресурси тощо). Таким чином, оптимальність за Парето пропонує критерій, який водночас підказує, чи є в конкретній ситуації витрати (втрати), чи ні. Проте сам по собі критерій не визначає, як слід розподіляти ресурси. Крім того, він залишає осторонь питання, кому слід пропонувати послуги. За Парето ресурси можуть бути ефективно розподілені навіть у ситуаціях нерівності, коли одні голодують, а інші живуть у розкоші.

Відповідь на питання, як розподіляти ресурси, дає теорія граничної корисності та граничних витрат. Відповідно до теорії граничної корисності [38, 39] споживач буде



прагнути отримати максимум корисності від споживання благ і розподілятиме свій бюджет, прирівнюючи відношення граничних корисностей різних благ до їхніх цін. Відповідно до теорії граничних витрат [40 - 42] економічний суб'єкт має обирати такі заходи, при яких граничні витрати дорівнюватимуть граничному доходу.

Отже, у ринкових умовах раціональнішим є використання поняття ефективності за Парето, що констатує, що будь-який економічний процес (у тому числі, й транспортний) буде ефективним за виконання таких умов: виробник за умов мінімальних витрат виробляє товари (надає послуги) за такою ціною, що має принести максимальний прибуток (вигоду); споживач (користувач) отримує товар (послугу) за мінімальною ціною, що дасть йому отримати максимальне задоволення.

### **1.5.2 Аналіз методик визначення економічної ефективності, що діяли в умовах централізованої планової економіки**

В умовах планової економіки радянські економісти розробляли підходи й методики для економіки, де форма власності була державною, а великі підприємства були монополістами у своїй галузі. Ці методики ураховували специфіку економічного стану країни, розроблялись не тільки для народного господарства у цілому, а й для окремих галузей. Залежно від тих чи інших обставин вони змінювались. Такі підходи та методики розглянуто у [25 - 39, 44 - 78] і перераховано у табл. 1.10.

Типова методика визначення економічної ефективності капіталовкладень і нової техніки в народне господарство СРСР [76]. Економічна ефективність визначалась досягнутим на основі капіталовкладень річним зростанням фізичного обсягу валового доходу за відрахуванням витрат. За показник економічної ефективності капіталовкладень у народне господарство був узятий коефіцієнт загальної (абсолютної) ефективності, а у підприємства – показник рентабельності. Порівнювались собівартість продукції, питомі капітальні витрати та строк окупності. На доповнення до основних вартісних показників ефективності капітальних витрат урахувались також натуральні показники, що характеризували продуктивність праці, витрати ресурсів, використання обладнання та виробничих площ. До показників економічної ефективності впровадження нових технічних заходів входять: питомі капітальні витрати; строк окупності; собівартість річного випуску продукції; річний обсяг виробництва; річна економія за зведеними витратами. Визначався нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності.

Таблиця 1.10 – Методики оцінки економічної ефективності капіталовкладень, що діяли в умовах централізованої планованої економіки

Назва методики	Рік
Типова методика визначення економічної ефективності капіталовкладень і нової техніки в народне господарство СРСР	1960
Методика визначення економічного ефекту від упровадження нової техніки	1961
Типова методика визначення економічної ефективності капіталовкладень	1969
Типова методика (основні положення) визначення економічної ефективності використання в народному господарстві нової техніки, винаходів та раціоналізаторських пропозицій	1977
Аналіз фактичної ефективності нової техніки капіталовкладень у народне господарство УРСР	1978
Аналіз фактичної ефективності нової техніки за кінцевими результатами	1986
Пофакторний аналіз абсолютної ефективності капіталовкладень	1986
Методичні рекомендації щодо комплексної оцінки ефективності заходів, спрямованих на прискорення науково-технічного прогресу	1988
Створення плану відновлення основних виробничих фондів	1989
Методика визначення ефективності капіталовкладень	1990

Методика визначення річного економічного ефекту від упровадження нової техніки [79]. Річний економічний ефект визначався порівнянням початкових показників за собівартістю і витратами на збільшення основних виробничих фондів із показниками після упровадження заходів щодо нової техніки та множення одержаних результатів на річний обсяг виробництва. Водночас припускалось, що всі вартісні показники не змінювалися протягом розрахункового періоду; не враховувалася зміна вартості грошей у часі; не було чіткого переліку поточних витрат; не розглядався процес формування чистого прибутку; не враховувались фінансові, технічні, комерційні, екологічні, соціальні та інші аспекти.

Методика визначення економічної ефективності капітальних витрат [78]. Визначалась абсолютна ефективність, а при виборі варіантів вирішення господарських або технічних завдань – порівняльна економічна ефективність. За критерій економічної ефективності брався приріст національного доходу відносно капітальних витрат. Не враховувалася зміна вартості грошей у часі; не було чіткого переліку поточних витрат; не описувався процес формування чистого прибутку. Не враховувались технічні, комерційні, екологічні та соціальні аспекти.

Типова методика (основні положення) визначення економічної ефективності використання в народному господарстві нової техніки, винаходів та

раціоналізаторських пропозицій [77]. Ця методика діяла майже без змін до 1990 р.

Аналіз фактичної ефективності капітальних витрат у народне господарство УРСР [64] рекомендувалось проводити за допомогою показників оновлення виробничих фондів, коефіцієнтів їхнього вибуття та спрацювання. Визначались показники: абсолютна економічна ефективність капітальних витрат і строк окупності.

Аналіз фактичної ефективності нової техніки за кінцевими результатами [66].

За показники ефективності прийнято: чистий прибуток за розрахунковий період; строк окупності; рентабельність. Формувались динамічні ряди витрат і прибутків, які давали змогу аналізувати в динаміці всі складові процесів за роками їхньої реалізації на основі порівняння витрат з одержаними результатами.

Факторний аналіз абсолютної ефективності капітальних витрат [74]. Методика виявляла внутрішні зв'язки між показниками ефективності, що застосовувались. На першому етапі факторного аналізу кількісно визначались чинники, що впливали на зміну фондівіддачі в останньому році періоду порівняно з останнім роком періоду, який передував. На другому етапі кількісно визначались чинники, які впливали на зміну фондівіддачі в останньому році звітного періоду порівняно з останнім роком базового періоду. На третьому етапі визначались чинники, що впливали на зміну приросту фондівіддачі у звітному періоді порівняно з базовим. На четвертому етапі визначались чинники, які впливали на зміну відношення приросту середньорічної вартості основних виробничих фондів на одну грошову одиницю капітальних витрат у звітному періоді порівняно з базовим. На п'ятому етапі визначались чинники, що впливали на зміну ефективності капітальних витрат у звітному періоді порівняно з базовим завдяки змінам приросту фондівіддачі, а також приросту середньорічної вартості основних фондів на одну грошову одиницю капітальних витрат.

Методичні рекомендації щодо комплексної оцінки ефективності заходів, спрямованих на прискорення науково-технічного прогресу [69]. Оцінювались фінансові, економічні, соціальні й екологічні аспекти. Враховувалася зміна вартості грошей у часі. Не враховувались технічні, комерційні аспекти. Вводився норматив для обліку зміни вартості грошей у часі.

Створення плану відновлення основних виробничих фондів [44]. Розглядались різні варіанти фінансування за рахунок власних та позичкових фінансових ресурсів. Припускалось, що всі вартісні показники не змінювались.

Методика визначення ефективності капітальних витрат [75]. Оцінювались

фінансові, економічні, соціальні та екологічні аспекти. Зміна вартості грошей у часі враховувалася. Визначалась економічна ефективність. Не враховувались технічні, комерційні, інституціональні аспекти. Вводився норматив для обліку зміни вартості грошей у часі, а також нормативи ефективності для їх перегляду раз на 5 років. На основі розглянутих методик розроблені методики розрахунку економічної ефективності капітальних витрат і нової техніки для автотранспорту. Всі вони мали ті самі недоліки та переваги, що й базові методики.

Розрахунок економічної ефективності впровадження нової техніки в автомобільний транспорт [55]. У методиці наводився перелік першочергових капітальних витрат. Ефективність проекту визначалась строком окупності, рентабельністю, економією від прискорення обігу коштів, зниженням витрат на перевезення вантажів. Ураховувались соціальні аспекти. Розрахунок проводився порівнянням основних і допоміжних показників, забезпечених заходами, що впроваджувались, із показниками початкової бази. Методика припускала, що всі вартісні показники не змінювались протягом розрахункового періоду; не було чіткого переліку поточних витрат; не описувався процес формування доходів та чистого прибутку; не планувалося проводити маркетингові дослідження. До показників ефективності не належали показники, які характеризували розмір чистого прибутку від реалізації проекту.

Планування капітальних витрат в автомобільний транспорт [60]. В методиці враховувалася зміна вартості грошей у часі, диференціювались показники загальної ефективності та строку окупності, а також розраховувались деякі показники, специфічні для автотранспорту, зокрема, зменшення трудомісткості, енергоємності та матеріаломісткості виконуваних робіт. До недоліків методики можна віднести те, що всі вартісні показники не змінювались протягом усього розрахункового періоду. Коефіцієнт, яким враховувалася зміна вартості грошей у часі, був нормативним і не змінювався з роками. Пропонувався вартісний коефіцієнт ефективності для збиткових підприємств, що суперечить саме поняттю «ефективність». Основним показником оцінки планування був показник «зведені витрати»; не було переліку поточних витрат; не описувався процес формування доходів.

Розрахунок економічної ефективності впровадження нової техніки на автотранспортних підприємствах [59]. Методика враховувала технічні, організаційні, соціальні, економічні та фінансові аспекти. До недоліків методики

відноситься: усі вартісні показники не змінювались протягом розрахункового періоду; не враховувалася зміна вартості грошей у часі; не було чіткого переліку поточних витрат; не описувався процес формування доходів і чистого прибутку; не проводилися маркетингові дослідження; не враховувались екологічні та інституціональні аспекти. Показники ефективності ґрунтувались на порівнянні розрахункових значень із плановими та нормативними. До показників ефективності не належали показники, що характеризували розмір прибутку від реалізації проекту.

Ефективність використання капітальних витрат в автотранспорт [59]. У методиці враховуються соціальні й економічні аспекти. Увага приділяється розрахунку ефективності капітальних витрат у розрізі народного господарства. Розраховується показник порівняльної ефективності капітальних витрат.

Порівняльний аналіз розглянутих методик показав, що у радянський час питанням ефективності капітальних витрат приділялося багато уваги. Було запропоновано багато підходів та методик, які постійно оновлювались. Головними недоліками методик є: вартісні показники враховувалася без зміни вартості грошей у часі; не було чіткого переліку поточних витрат; не описувався процес формування доходів і чистого прибутку; недостатньою мірою враховувались технічні, комерційні, екологічні та інституціональні аспекти, а також ризик інвестування. Ці методики є актуальними для планової економіки за умови незмінності всіх натуральних і вартісних показників, однак жодна з них не може бути прийнятною для умов функціонування ринкової економіки.

### **1.5.3 Аналіз положень і методик оцінки ефективності інвестиційних проектів, розроблених для умов ринкової економіки**

В умовах ринкової економіки одним із ключових елементів організації виробництва є система управління фінансовими ресурсами підприємства.

Фінансовий менеджмент сформувався недавно, хоч окремі його розробки велись ще до другої світової війни. Зокрема, велику популярність дістали дослідження Дж. Вільямса та Г. Марковиця [40], які розробили модель оцінки вартості фінансового активу й обґрунтували методологію прийняття рішень щодо інвестування фінансових активів. Ці ідеї, як і математичний апарат, мали значною мірою теоретичний характер, однак практичного втілення не знайшли.

Пізніше Уїльям Шарп [80] запропонував спрощений та практичний варіант математичного апарату, який дістав назву однофакторної моделі. Цей апарат дав

змогу ефективніше управляти великими фінансовими активами.

Подальший розвиток цей напрям дістав у дослідженнях, які були присвячені ціноутворенню цінних паперів, створенню концепції ефективності ринку капіталу, моделей оцінки ризику і доходності фінансових активів, яка пов'язала систематичний ризик із доходністю портфеля. Однак модель критикувалась за різними аспектами. Через це були розроблені кілька альтернативних підходів: арбітражного ціноутворення, ціноутворення опціонів та преференцій станів в умовах невизначеності.

У другій половині 1950-х років проводились дослідження з теорії структури капіталу та ціни джерел фінансування, а також вибору інвестиційної політики. Від прикладної мікроекономіки відокремився самостійний напрям, який дістав назву теорії фінансів. У межах цієї теорії пізніше сформувався фінансовий менеджмент як наука, присвячена методології та техніці управління фінансами підприємства.

Інвестиції у фінансові активи – зовсім новий і мало поширений в Україні підрозділ фінансового менеджменту. Основні положення цього розкрито у [80].

У ринкових умовах підходи до визначення оптимального фінансування підприємств є дуже актуальними. Складність полягає у тому, що крім економічної оцінки варіанта необхідно брати до уваги мету, яка впливає з інвестиційної політики підприємства – закріплення позицій на ринку, поліпшення стану підприємства, впровадження нових ідей, надійності роботи, спрощення управління. Проте при багатоваріантності різних складових мети головною з них – максимізація прибутку є основою формування інвестиційної політики. З цим пов'язані розвиток підприємства, забезпечення його постійною діяльністю, закріплення економічного стану та збереження незалежності.

Слабкою стороною управління капітальними витратами є їх контроль. Водночас важливою є його роль у підвищенні ефективності капітальних витрат. З цим пов'язана інша проблема – загальна оцінка результатів інвестиційної діяльності підприємства. Для виробництва характерними є зростаючі капіталомісткість та роль довготривалих чинників. Щоб підприємство мало змогу успішно функціонувати, вдосконалювати обслуговування населення, знижувати витрати, розширювати виробничі потужності, його керівництво повинно навчитися вигідно вкладати капітал з урахуванням ризику.

Існують різні підходи до аналізу та оцінки ефективності інвестицій в умовах ринку, що знайшли вияв у різних положеннях і методиках [33, 73, 80 - 156].

Визначення інвестицій на основі дисконтування потоку надходжень [34] проводиться з використанням розрахунку ефективності капіталовкладень за показниками чистого зведеного доходу, строку окупності, рентабельності. Інвестиційний процес моделюється на основі побудови й аналізу його чутливості. Для спрощення розрахунків дисконтний множник береться з таблиць. Розрахунок строку окупності виконується для різних варіантів залежно від того, як розподіляються доходи, а розрахунок рентабельності – залежно від того, як вкладаються інвестиції. Моделювання дає змогу поділити інвестиційний процес за змістом. Сценарний підхід згладжує відтінок невизначеності. Аналіз чутливості моделі дає можливість визначити динаміку результатів функціонування системи залежно від кожного вхідного параметра. Перевага методики: використані показники ґрунтуються на дисконтуванні потоку надходжень. До недоліків методики відносяться: відшукування дисконтного множника за таблицями ускладнює розрахунки; складними в розрахунках є формули для визначення терміну окупності; відсутні попередня та експертна оцінка інвестиційних проектів; не аналізується фінансовий стан діючого підприємства; не враховується ризик інвестицій.

Оцінка загальної вартості інвестицій [111]. Методика дає змогу розрахувати середньозважений очікуваний дохід від інвестицій, що використовується для визначення вартості інвестиційного проекту. Методика ґрунтується на тому, що очікуваний прибуток має включати оцінку ризику грошових потоків. Погоджується застосування дисконтної ставки і грошових потоків. Показник середньозваженого очікуваного доходу відображає дві частини фінансування: через кредит і за рахунок капіталу акціонерів. Для цих випадків можливими є різні дисконтні ставки. Вартість інвестиційного проекту має три варіанти розрахунків: розрахунок середнього очікуваного доходу; визначення поточної вартості; вартість грошових потоків. Ця методика не позбавлена недоліків: основні її принципи не відображені у вигляді формул, що ускладнює кількісну оцінку їх впливу на вартість капіталу; розраховується тільки прибуток для різних варіантів фінансування проекту, а розрахунки безпосередньо ефективності інвестицій не виконуються.

Оцінка доцільності капіталовкладень [148]. Методика має етапи. Спочатку описується доцільність капіталовкладень без урахування ризику за допомогою середньої ставки доходу (ССД), строку окупності, чистої теперішньої вартості (ЧТВ), індексу прибутковості та внутрішньої ставки доходу (ВСД). Далі аргументується

доцільність капіталовкладень з урахуванням ризику на основі методу еквівалента впевненості, аналізу доцільності реагування й моделювання оцінки капітальних активів. ССД припускає, що інвестиції амортизуються кожний рік рівномірно. Всі розрахунки при визначенні ЧТВ ведуться, виходячи із грошових потоків з урахуванням зміни вартості грошей у часі. Простим є спосіб розрахунку ВСД. Індекс прибутковості дає змогу деякою мірою визначити пріоритетність альтернативних проєктів. Метод еквівалента впевненості дає можливість розрахувати ефективність проєкту, виділяючи ту частину доходів, які реально очікуються в майбутньому й дисконтуються за безпечною ставкою. Розрахунок чутливості реагування дає змогу виділити ризикові проєкти. ССД проєкту з урахуванням ризику пов'язує доходність проєкту з його ризикованістю. Основні недоліки методики: ССД не враховується зміна вартості грошей у часі; при розрахунку ССД використовуються балансові доходи, а не грошові потоки, чим ігноруються амортизаційні відрахування як джерело грошового потоку; не враховуються зміни вартості обладнання, а облік його ліквідаційної вартості може зменшити початкові інвестиції або збільшити грошові потоки в майбутньому.

Аналіз інвестиційної привабливості [149, 150]. Ґрунтується на використанні статистичних методів. Серед показників ефективності інвестицій є: розрахунковий рівень доходу, термін окупності проєкту, ЧТВ, індекс прибутковості, внутрішній коефіцієнт рентабельності. Аналіз має таку структуру. Спочатку оцінюється фінансовий стан підприємства за рентабельністю, платоспроможністю, ліквідністю та ефективністю обороту надходжень. Запропоновані імітаційні моделі, сценарний підхід і оцінка чутливості проєкту в умовах високої інфляції можна віднести до динамічних методів. Методика передбачає аналіз фінансового стану. Розрахунок точки беззбитковості (ТБ) дає змогу визначити не тільки потрібний обсяг продажу, що забезпечує покриття витрат та одержання прибутку, і залежність прибутку від зміни ціни, змінних та постійних збитків, а також частку кожного продукту в покритті загальних витрат. Перевага методики – аналіз чутливості дає можливість оцінити ризик проєкту, а також розробити безпечні й ефективні способи його реалізації. Недоліки методики: визначення розрахункового рівня доходу не враховує майбутні надходження до поточного періоду.

Аналіз беззбитковості інвестиційних проєктів [151-154]. Згідно з цією методикою приймається рішення про доцільність інвестування, якщо буде знайдено



алгебричний результат ТБ, накреслено графік для її визначення, виконано розрахунок рівня беззбитковості з використанням вартісних показників, визначено її рівень для грошових вкладень, здійснено нелінійний аналіз беззбитковості. Методика дає змогу визначити оптимальні виробничі потужності та час для реалізації проекту. Методика враховує недоліки лінійного аналізу беззбитковості інвестиційних проектів.

Методика має недоліки: вона може застосовуватись тільки для невеликих проектів. Лінійний аналіз ґрунтується на тому, що ціни реалізації, середні змінні збитки, якість продукції будуть стабільними. Для виконання нелінійного аналізу треба мати значну кількість даних, часу, ресурсів, які не завжди є на стадії оцінки інвестицій. Як критерій оцінки їх ефективності пропонується тільки рівень продажу.

Економічний аналіз ефективності запланованих капіталовкладень [157]. Оцінка інвестиційної пропозиції виконується за допомогою розрахунку чистої поточної вартості, окупності капіталовкладень і рентабельності. Після порівняння вибирають найкращий варіант за вірогідними доходами. Методика використовує ймовірнісний математичний апарат для визначення ефективності інвестицій. Для різної тривалості проектів наводяться варіанти розрахунку розмірів грошового потоку та чистої зведеної вартості. Недоліки методики: немає аналізу ризику, не враховується думка експертів, немає фінансового аналізу, не передбачені маркетингові дослідження.

Визначення структури капіталовкладень та ефективності їх використання [155]. Методика дає змогу оцінити капіталовкладення з погляду структури капіталу. Ефективність використання активів характеризується дохідністю капіталовкладень. Вплив збитків на ефективність інвестицій аналізується нормою вкладень. Облік впливу чинника часу проводиться розрахунком сучасної ціни капіталу. Методика дає можливість визначити внутрішню норму доходу, а також порівняти її з показниками середньозваженої вартості капіталу. Методика не дає змоги проаналізувати капіталовкладення з позиції інвестора. Доходність капіталовкладень не враховує ні структури інвестицій, ні податків. Відсутній зв'язок з інвестиціями показників ефективності. Не передбачено проведення аналізу фінансового стану та чутливості. Є тільки один показник, пов'язаний з грошовими потоками – чинник часу.

Розробка капітального бюджету [146]. За методикою проводиться ранжирування варіантів інвестування з урахуванням і без урахування ризику. Наводяться формули, пов'язані з ефективністю капіталовкладень. Розглядаються додаткові доходи та витрати від реалізації капіталовкладень при комплексній оцінці варіантів.

Застосовується аналіз різниці з формуванням таблиці, де порівнюються доходи з витратами. Отже, методика дає змогу комплексно оцінити варіанти капіталовкладень. Методика має недоліки: немає експертної оцінки й аналізу фінансової діяльності.

Оцінка ефективності інвестиційних проектів [41, 81-87]. Методика дає змогу перевірити стійкість проекту, скоригувати його параметри й економічні нормативи, формалізувати опис невизначеності, розрахувати ТБ та оцінити очікуваний інтегральний ефект. Для цього пропонується розрахувати загальні показники ефективності: чистий дисконтований доход, індекс дохідності, внутрішню норму дохідності, а також строк окупності. Проводиться оцінка комерційної ефективності на основі розрахунку реальних грошей, строку повного погашення заборгованості й частки окремого учасника в загальному обсязі інвестицій. Показується бюджетна ефективність капіталовкладень, інтегрального бюджетного ефекту, внутрішньої норми ефективності, строку окупності витрат та ступеня фінансової участі держави в реалізації проекту. Далі визначаються показники економічної ефективності капітальних вкладень, аналізуються особливості оцінки ефективності проектів з урахуванням ризику й невизначеності.

Таким чином, методика дає змогу визначити не тільки загальні показники ефективності проекту, а й ефективності комерційної, бюджетної, економічної з урахуванням ризику та невизначеності. Для розрахунку загальних показників ефективності підведена теоретична база з розрахунку цін і дисконтування потоків платежів. Під час обґрунтування комерційної ефективності наводиться перелік показників, що використовуються при складанні переліку потоку реальних грошей від інвестиційної, операційної, фінансової діяльності на стадії ліквідації об'єкта. Крім сценарних підходів рекомендується організувати координаційний центр, який синхронізує дії учасників за значних змін умов реалізації проекту. Для оцінки бюджетної та економічної ефективності капіталовкладень пропонується перелік доходів і витрат бюджету. Незважаючи на ці переваги, методика має недоліки: немає аналізу фінансового стану підприємства; немає експертної оцінки; не пропонуються розрахунки для аналізу процесу утворення соціальних та екологічних наслідків.

Оцінка інвестиційних проектів, до реалізації яких залучаються іноземні інвестори [88-101]. За цією методикою проводиться попередня експертиза, а далі аналізуються інвестиційні проекти, включаючи загальну оцінку, а не тільки аналіз їхньої фінансової частини. Але в методиці немає аналізу фінансового стану

підприємства і не розглядається можливість використання експертної оцінки.

Планування капітальних витрат [101, 102]. Методика містить два розділи. У першому приймається рішення про інвестування на основі розрахунку таких коефіцієнтів, як період окупності, ЧТВ, внутрішній граничний рівень доходності. У другому розділі проводиться постаудит, що включає порівняння фактичних результатів із прогнозованими та пояснення причин їх різниці. Крім цього до переваг можна також віднести те, що в ній введено показник модифікованого внутрішнього граничного рівня доходності. Цей показник припускає, що грошові потоки реінвестують за вартістю капіталу, завдяки чому вирішується проблема нестандартних та взаємовиключних проектів.

Проведення неформальних процедур відбору та оцінки інвестиційних проектів [102 - 123]. Методика дає змогу відібрати інвестиційні проекти за критеріями. Процедура відбору включає формування переліку проектів, їхній вибір, визначення верхньої межі можливих витрат, розрахунок критеріїв якості, створення спеціалізованих організаційно-інституціональних структур, відбір проектів. Недоліками методики є: немає кількісних показників; аналіз за допомогою неформальних процедур можливий тільки із залученням експертів-аналітиків високої кваліфікації.

Експертиза інвестиційних проектів за окремими аспектами [124 - 127]. Цю методику розроблено Європейським банком реконструкції та розвитку. В ній розглядаються майже всі аспекти аналізу інвестиційних проектів. Кожний аспект оцінки їх включає як кількісні, так і якісні показники. За значущістю екологічний аналіз займає одне з перших місць. Ураховуються соціальні наслідки впровадження проектів. До недоліків методики можна віднести відсутність попередньої оцінки й недоцільність її використання для дрібних проектів.

Визначення організаційних аспектів управління інвестиційним процесом [128-135]. Методика включає вибір критеріїв ефективності, експертизу проектів, складання анкети експерта. Тут інвестиційний процес розглядається з позицій управління. До недоліків методики можна віднести те, що про основну та заключну експертизу тільки нагадується, а отже, дослідникові доведеться самостійно вибирати ці методи.

Оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів (для автотранспортних підприємств) [142]. Методика включає вимоги до

методологічної бази для оцінки ефективності проектів, визначено ключові моменти механізму інвестування: розмір інвестицій, ставки відсотка, прийняття рішень про фінансування з урахуванням різної масштабності проектів. Недоліки методики: немає обґрунтування інвестицій в умовах ризиків; не наводяться індекс рентабельності інвестиції, внутрішня норма прибутку, порівняльна характеристика аналізу критеріїв; не оцінюються проекти з неординарними грошовими потоками; відсутня побудова безризикового еквівалентного грошового потоку.

Аналіз сучасних методик оцінки ефективності інвестицій показав, що ці методики не повністю враховують особливості функціонування мережі автомобільних доріг в економічних умовах України. Жодна з них не може бути рекомендована для оцінки ефективності інвестицій з урахуванням ризиків у розвиток мережі автомобільних доріг. В методиках використовувалися вартісні характеристики – собівартість, капітальні вкладення, окупність, рентабельність та ін. Ці показники тісно пов'язані з товарно-грошовими, ринковими відносинами і тільки при їх наявності можуть ефективно «працювати». Але реальних ринкових відносин при функціонуванні автомобільних доріг загального користування не існує, таким чином, не можна застосовувати такі показники у чистому вигляді.

Отже, для оцінки ефективності функціонування мережі автомобільних доріг потрібною є розробка показників, що характеризують процеси забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків ними.

## **1.6. Висновки за розділом 1, мета та задачі дослідження**

Аналіз стану та перспективи розвитку транспортної системи України довів усе зростаючу її роль для економіки та громадян нашої країни. Розгляд мережі автомобільних доріг за їх значенням та категоріями показав, що приголомшуючу перевагу в ній за довжиною займають дороги місцевого значення III, IV та V категорій, транспортно-експлуатаційний стан яких є катастрофічним, що породжує ситуацію порушення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами України. Отже, страждає транспортна доступність різних її територій. Окрім того, потрібним є удосконалення дорожніх умов у більшій мірі за характеристиками категорій автомобільних доріг через їхню класифікацію за критерієм величини інтенсивності

руху. Це є ближчим до визначеної мети функціонування мережі доріг – забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами.

Для вирішення проблемної ситуації проаналізовані існуючі методи управління функціонуванням та розвитком автомобільних доріг через:

- аналіз існуючих нормативно-правових відносин у сфері функціонування автомобільних доріг загального користування України;
- визначення мети функціонування мережі автомобільних доріг і системних понять, що дозволяють досліджувати процеси, які відбуваються при цьому, а також правомірність застосування терміну «функціонування автомобільних доріг»;
- аналіз існуючих підходів щодо управління транспортно-експлуатаційним станом мережі автомобільних доріг;
- аналіз ефективності управління функціонуванням мережі доріг;
- визначення існуючих проблем із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами України, а також належного ресурсного забезпечення будівництва та утримання автомобільних доріг загального користування.

Проведений аналіз довів, що ефективність функціонування та можливість розвитку мережі автомобільних доріг значним чином впливає на транспортну систему України, елементом якої вона є, від цього безпосередньо залежить соціально-економічний розвиток країни та окремих її регіонів. До найзначніших ефектів від забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху з метою підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг також відносяться: скорочення числа загиблих і поранених у ДТП; скорочення шумових впливів та емісії шкідливих речовин; скорочення числа померлих через несвоєчасне надання медичної допомоги; сприяння освоєнню й розвитку нових територій та природних ресурсів; підвищення культурного рівня життя населення; сприяння більш раціональному заселенню території; зниження наслідків надзвичайних ситуацій і зміцнення обороноздатності країни.

Порівняльний аналіз методик оцінки ефективності інвестицій, розроблених для умов ринкової економіки, показав, що ці методики не враховують особливості функціонування мережі автомобільних доріг у соціально-економічних умовах України. Тому жодна з них не може бути рекомендована для оцінки ефективності з

урахуванням ризиків інвестування у розвиток мережі автомобільних доріг. У формулах цих методик використовуються вартісні параметри і співвідношення – собівартість, капітальні вкладення, окупність, рентабельність та ін. Ці показники тісно пов'язані з товарно-грошовими, ринковими відносинами і тільки при їх наявності можуть ефективно «працювати». Але реальних ринкових відносин при функціонуванні автомобільних доріг не існує, отже, для останніх не можна застосовувати такі показники у чистому вигляді. Через це при визначенні ефективності функціонування мережі доріг, має бути використана методологія оцінки та забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху транспортних потоків із необхідним ресурсним забезпеченням виконання відповідних дорожніх робіт та інших потрібних заходів, а також низка показників макрорівня аналізу функціонування мережі автомобільних доріг загального користування та результати його впливу на показники функціонування економіки та суспільства України.

Отже, для оцінки ефективності функціонування мережі автомобільних доріг потрібна розробка нових показників, що характеризують процеси забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків цією мережею доріг. Прийняття такої концепції оцінки ефективності функціонування та збільшення на її основі необхідних обсягів дорожніх робіт з урахуванням можливого ресурсного забезпечення впливатиме на стабілізацію й зростання економіки. Більше половини коштів, спрямованих на будівництво і ремонт доріг, витратиметься на оплату продукції та послуг інших галузей (будівельної індустрії, дорожнього машинобудування, нафтопереробної промисловості), і створюватиме умови для їх розвитку, а також сприятиме залученню інвестицій.

Таким чином, метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг на основі прогнозування попиту користувачів доріг на умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, урахування вартості та термінів будівництва і витрат на утримання доріг, специфіки роботи дорожнього господарства, показників розвитку суспільства та економіки країни, а також розробка методу формування системи управління функціонуванням і розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні задачі дослідження:

- 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 як підприємства 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 розвитку мережі автомобільних доріг на основі системного аналізу її функціонування через досягнення умов пропорційності та збалансованості;

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

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

Набір зазначених задач визначив структуру дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел, а також трьох додатків.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТА ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Обмеженість природних, виробничих і трудових ресурсів не дозволяє досягти ідеального стану життєдіяльності суспільства. Сукупність усіх матеріальних потреб людства перевищує продуктивні можливості всіх наявних ресурсів. Через це абсолютний матеріальний достаток є недосяжним.

Отже, існує проблема ефективного використання обмежених ресурсів або управління ними з метою максимального задоволення матеріальних потреб суспільства. При цьому аналіз функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі України може виявити їх ефективність не тільки з боку поліпшення показників матеріального виробництва, але й вирішення багатьох соціальних питань, що виникають у суспільстві. Корені зазначеного криються у проблемі ефективного використання обмежених ресурсів [158].

У розділі 2 досліджується саме функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як елемента транспортної системи України, причому як елемент складної системи мережа автомобільних доріг може розглядатися як транспортна система під час її функціонування, що має на меті забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами загального користування України.

#### **2.1 Змістовний опис функціонування мережі автомобільних доріг як елемента транспортної системи України**

##### **2.1.1 Робоча гіпотеза, методологія дослідження, припущення та абстракції**

На відміну від визначення ефективності функціонування мережі автомобільних 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 аудиту (мікрорівень аналізу функціонування її як



елемента транспортної системи України), а й з позицій суспільства у цілому (макрорівень аналізу функціонування її як елемента економічної системи України).

Прийняття цієї робочої гіпотези дослідження дозволяє отримати суспільно-економічні узагальнення поведінки транспортної системи, що аналізується, та її елементів.

Загальне уявлення про поведінку транспортної системи, що формується на підставі суспільно-економічних підходів, може бути використане для розробки соціально-економічної політики на етапі синтезу моделей раціонального функціонування і необхідного розвитку мережі автомобільних доріг, її окремих ланок – автомобільних доріг та їхніх ділянок, іншими словами, заходів і рішень, що усуватимуть існуючі проблеми із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків ними.

Важливим питанням є ефективне використання обмежених ресурсів шляхом управління ними з метою досягнення максимального задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства [159].

При побудові узагальнень у дослідженнях показників макrorівня функціонування мережі автомобільних доріг потрібним є використання припущення «за інших рівних умов». Таким чином, усі інші перемінні, за виключенням тих, що аналізуються на цей момент, залишаються незмінними. Цей метод спрощує процес аналізу шляхом виокремлення досліджуваного зв'язку.

Суспільно-економічні підходи або теорії неминуче стають абстракціями. Вони не в змозі відобразити усі спектри реальності, але у дійсності такі теорії є практичними саме тому, що вони уявляють собою абстракції. Запропонована у цій роботі суспільно-економічна теорія – це макромодель досліджуваної мережі автомобільних доріг як транспортної системи, що має на меті забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, та її взаємодія з економічною системою й суспільством. Така модель дозволяє краще сприймати реальність через те, що вона ігнорує деякі деталі реальності, які збивають з пантелику.

Мікрорівень і макrorівень аналізу (див. 2.3) функціонування досліджуваної транспортної системи належать до різних рівнів аналізу системи, на підставі яких можна вивести закономірності функціонування мережі доріг загалом та її окремих ланок – автомобільних доріг загального користування України.

Так, функціонування мережі автомобільних доріг як системи відноситься до

макрорівня аналізу функціонування, тому що вона є однією з підсистем транспортної системи України [160], а надалі ще й економічної системи, як системи більш високого рівня, або агрегованим показником (агрегатом). Агрегат – це сукупність специфічних господарчих одиниць, які аналізуються так, ніби вони складають єдність. Таким чином, за допомогою макрорівня аналізу досліджується функціонування мережі автомобільних доріг у цілому, а також вивчається її значення для суспільства, а не робота окремих автомобільних доріг.

Мікрорівень аналізу функціонування цієї транспортної системи має справу з детальним дослідженням роботи окремих автомобільних доріг загального користування щодо забезпечення ними умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків. Через мікрорівень аналізу функціонування вивчається потреба у кількості та якості ресурсів для ефективної роботи автомобільних доріг, цінність конкретного суспільного продукту – задоволення вимог транспортних потоків щодо забезпечення відповідної якості дорожніх умов, витрати та вигоди, у тому числі, від роботи автомобільних доріг по наданню суспільних послуг із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків.

Слід зазначити, що багато питань щодо вирішення проблеми забезпечення умов руху транспортних потоків мають бути розглянуті як на мікрорівні, так і на макрорівні аналізу функціонування мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України.

### **2.1.2 Мережа автомобільних доріг та її роль у транспортній системі України**

Прискорення автомобілізації та виникнення на автомобільних дорогах транспортних потоків високої інтенсивності вимагають поліпшення їхніх транспортно-експлуатаційних властивостей і подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування. Останнє стримується високою вартістю дорожнього будівництва та усе зростаючою цінністю зайнятих автомобільними дорогами земель. Особливо актуальним, у зв'язку з цим, є питання відповідного розподілу вкладень матеріальних, трудових і фінансових ресурсів у функціонування та розвиток автомобільних доріг, спрямованих на забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху [161].

Мережа автомобільних доріг є капіталом суспільства. Побудована одного разу, вона значний період свого існування приносить користь економіці країни. Але час від часу виникає потреба у ремонтах і реконструкції цієї мережі при постійному

утриманні доріг із належними транспортно-експлуатаційними властивостями.

Великовантажні автомобілі, рухаючись автомобільними дорогами, завдають останнім пошкодження, які потрібно виправляти за рахунок усього суспільства. Таким чином, виникає класична проблема «безбілетника». Функціонування автомобільних доріг – це підгалузь неринкової діяльності, тобто такої діяльності, витрати на яку не покриваються за рахунок продажу товару чи послуги на ринку. Неринкова діяльність відрізняється від ринкової тим, що на неї не встановлюється ціна на ринку і вона не продається за рахунок прямого переходу коштів.

Автомобільним транспортом виконується майже 50% від загального обсягу перевезень. Таким чином, можна зробити висновок: функціонування мережі автомобільних доріг як елемента її транспортної системи відіграє значну роль в економіці України. Процеси автомобілізації в Україні мають тенденцію до стійкого зростання, передусім через зміну структури розвитку економіки, зокрема, легкої промисловості, виробництва товарів народного споживання та інших галузей, які є споживачами послуг автомобільного транспорту. Відсутність значних інвестицій, неефективність функціонування мережі автомобільних доріг стримують розвиток економіки. Сучасний транспортно-експлуатаційний стан мережі автомобільних доріг не завжди може забезпечити умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів на значні відстані, у тому числі, туристичне та екскурсійне сполучення, а прикордонні переходи не відповідають міжнародним стандартам. Середня відстань автомобільних перевезень в Україні становить близько 21 км, тоді як у США – більше 500 км.

Треба підкреслити, що сусідні країни намагаються активно конкурувати з транспортною системою України, розпочавши роботи зі створення транспортних коридорів через свої території в обхід нашої країни.

Прогнози свідчать про наявність в Україні умов для розвитку агропромислового та металургійного комплексу, машинобудування, а також можливості створення якісних міжнародних транспортних коридорів (МТК). Поняття «міжнародний транспортний коридор» включає три види транспорту: автомобільний, залізничний та водний. Ефект інвестицій у розвиток МТК відіб'ється на розширенні замовлень іншим галузям економіки. Крім того, створення сучасної транспортної інфраструктури поліпшить якість доставки продукції до її споживачів, скороченню супутніх витрат, тобто має сприяти

прискореному розвитку економіки регіонів, через які проходитимуть автомобільні магістралі, а також зменшенню негативного впливу автомобільного транспорту на прилеглі території. Створення МТК відіграє значну роль у соціально-економічному розвитку прилеглих територій. Впливу можуть підлягати смуги територій завширшки 150 - 200 км. Будівництво автомагістралей, створення сучасної сервісної інфраструктури на них забезпечить роботою сотні тисяч чоловік. На виконанні різних робіт буде задіяна велика кількість підприємств промисловості. Буде надано поштовх розвитку підприємств машинобудування.

Європейським союзом визначено дев'ять МТК, розташованих у Європі. Вигідне географічне положення України на фоні перевантаження європейських транспортних вузлів створює передумови для інтеграції її в міжнародну транспортну систему, а наявність розвиненої промисловості дозволить інтегруватися у сферу виробництва та ремонту сучасної дорожньої техніки, що призначається для будівництва, ремонтів та утримання автомобільних доріг.

Отже, можна зробити висновок: інтеграція транспортної системи України у міжнародну транспортну систему не тільки сприятиме приросту валютних надходжень у країну за рахунок зростання експортних послуг, але й сприятиме позитивному ставленню до країни з боку потенційних партнерів та інвесторів.

Україна планує увійти в загальноєвропейську транспортну мережу. Вона має прийняти принципи Європейської транспортної політики, адаптувавши їх до українських умов. Головна мета цієї політики – створення єдиного ринку транспортних послуг, удосконалення роботи підприємств транспорту, поліпшення умов руху транспортних потоків автомобільними дорогами. Інвестиції необхідно спрямовувати на розширення локалізованих і дуже специфічних пропускних потужностей у місцях перетину кордону, але у зв'язку з поточною ситуацією в Україні здійснення такої політики лише за державні кошти неможливо. Таким чином, необхідно вишукувати кошти для будівництва автомобільних магістралей, які входять до транс'європейських коридорів.

Населення України зменшується, джерела природних ресурсів майже вичерпані. Отже, різко зростає значення існуючого капіталу, який є головним джерелом розширення виробничих можливостей. Збільшення щільності мережі автомобільних доріг і підвищення ефективності її функціонування є значною інвестицією в економіку нашої країни.

### 2.1.3 Мережа автомобільних доріг як транспортна інфраструктура країни

У літературі минулих років використовувався термін «інфраструктура» без визначення «транспортна» [162]. Мова йшла про військову, виробничу, суспільну інфраструктуру. Так, під терміном «військова інфраструктура» розуміли комплекс галузей, що забезпечують дії збройних сил. З цього виходило, що інфраструктура – підпорядковане, обслуговуюче утворення, покликане забезпечувати ведення військових дій, а у мирний час – підтримувати обороноздатність держави.

Таке тлумачення поширилося також на все народне господарство. Типовим було трактування інфраструктури або як комплексу галузей, що обслуговують промисловість і сільське господарство, тобто базові сфери планової економіки, або як сукупності об'єктів та інститутів, необхідних для функціонування галузей матеріального виробництва й забезпечення умов життєдіяльності суспільства. У цьому випадку в складі інфраструктури виділяють дві підсистеми: виробничу (транспортні комунікації, у тому числі, автомобільні дороги і мости, канали, порти, аеродроми, склади, енергетичне господарство, зв'язок, засоби сполучення, водопостачання і каналізація) та соціальну (освіта, наука, охорона здоров'я, культура).

Правомірність трактування інфраструктури як комплексу галузей, що обслуговують економічну (матеріальне виробництво) та соціальну сфери життєдіяльності суспільства, не викликає особливих заперечень стосовно до того періоду, коли основу розвитку цивілізації складало матеріальне виробництво у вигляді його головних галузей – промисловості та сільського господарства. Орієнтована на гіпертрофований розвиток матеріального виробництва та військово-промислового комплексу адміністративно-командна система управління створювала й відповідну інфраструктуру, покликану обслуговувати матеріальне виробництво та військово-промисловий комплекс із метою рішення стратегічних завдань.

Трактування транспортної інфраструктури для умов функціонування соціально-орієнтованої ринкової економіки має бути іншим.

По-перше, в сучасних умовах значення невиробничих галузей уже не можна застосувати до виконання допоміжних функцій як «обслуговування», оскільки в розвинутих країнах так званий «третинний сектор» вже перетворився у головну сферу зайнятості, перевершуючи матеріальне виробництво як за кількістю працюючих, так і за часткою у ВВП.

По-друге, під час аналізу інфраструктури як такої варто відійти від галузевого

принципу, що зводиться до виділення «головних» і «другорядних» галузей. Транспортна інфраструктура може бути правильно класифікована тільки на основі аналізу функціонування на макрорівні. Відповідно до такого підходу, інфраструктура в економічній системі не обслуговує, а забезпечує нормальне функціонування всієї економіки.

По-третє, характеризуючи транспортну інфраструктуру, варто виходити з того, що на розвиток економіки впливають не тільки об'єктивні, але й суб'єктивні чинники, при цьому роль останніх зростає.

Щоб підійти до визначення саме транспортної інфраструктури, необхідно виходити з поняття інфраструктури як такої. Будь-яка складна система (як природна, так і суспільна) певним чином структурована й містить у собі ряд підсистем. Система в цілому та окремі її підсистеми виконують сукупність підпорядкованих функцій. Функції взагалі – це засіб відображення сутності системи або її окремих підсистем. Існує цільова функція всієї системи, що виражає загальну спрямованість її розвитку, та інші важливі функції, що характеризують її існування й розвиток як єдиного цілого. При цьому окремі підсистеми виконують свої специфічні функції в залежності від ієрархії їхньої взаємодії із системою в цілому та поміж собою. Система характеризується наявністю своїх об'єктів, суб'єктів та їх взаємодії, що забезпечує функціонування та розвиток системи.

Транспортна інфраструктура, як підсистема в економічній системі, має забезпечити функціонування взаємозв'язків між елементами самої системи, до яких відносяться її об'єкти та суб'єкти. Саме в цьому полягає її основна функція, що, очевидно, є *пасивною*.

Крім функції, що забезпечує, транспортна інфраструктура одночасно виконує регулюючу функцію, певним чином упорядковуючи взаємодію елементів самої системи. Ця функція є *активною*.

Отже, транспортна інфраструктура – це сукупність елементів, що забезпечують безперебійне багаторівневе функціонування інформаційних і ресурсних взаємозв'язків, взаємодію суб'єктів економіки та суспільства і регулюють рух матеріальних (пасажирів, вантажів) потоків. Результатом такої взаємодії є цілком певний синтетичний ефект, що можна визначити як оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків.

У процесі забезпечення й регулювання товарно-грошових потоків

транспортна інфраструктура сприяє досягненню відповідності між суспільними потребами у товарах (послугах) та здатністю виробництва задовольняти їх у необхідних кількостях. Саме цим забезпечується спряженість у реалізації обох функцій, досягається пропорційність у розподілі ресурсів, що, у свою чергу, веде до мінімізації витрат, пов'язаних із розподілом виробленої продукції. Отже, транспортна інфраструктура, завдяки своїм функціям, має забезпечувати ефективність функціонування економічної системи, причому в тій мірі й через ті механізми, що властиві тільки їй. Цю частину економіки як системи можна назвати схованою ефективністю, оскільки до неї прямо й безпосередньо не можуть бути застосовані методи зіставлення витрат та вигод. Прикладом останнього є вплив незадовільного стану сільськогосподарських доріг на процес збору врожаю.

Ринкові інститути зазвичай орієнтовані на переважну взаємодію або з товарними, або з грошовими потоками. Товарні потоки циркулюють між виробниками, а також між виробниками і споживачами. До числа основних інститутів транспортної інфраструктури у цій частині економічної системи відносяться: дороги (автомобільні та залізничні); порти (річкові та морські); аеродроми; вантажний і пасажирський транспорт (автомобільний, залізничний, морський, річковий, повітряний, трубопровідний, метрополітен), у тому числі в містах; склади, у тому числі митні, тощо.

Характер цієї частини інститутів транспортної інфраструктури робить можливим не тільки їх військове використання державою при потребі (звідси – зацікавленість держави в їхньому розвитку), але й їхнє комерційне використання.

Постійним чинником розвитку транспортної системи є об'єктивна необхідність зняти подібні напруженості, ліквідувати витрати, реалізувати нові можливості. Невикористання таких можливостей відчувається як диспропорція, що потребує негайного усунення за допомогою науково-технічних та організаційних заходів. Оцінка вигод від задоволення об'єктивних потреб суспільства – ключова категорія орієнтації аналізованої транспортної системи на ефективний розвиток.

Кількісним вимірювачем, загальним знаменником потреб і відповідних заходів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування транспортної системи, є суспільна її складова. У рамках цього підходу соціальна сфера стає на один рівень з економічною. Цим може бути подоланий не виправданий поділ ефективності на економічну та соціальну, а також їх протиставлення, що має лише вузьке

комерційне (фінансове) значення. У суспільно неефективній транспортній системі є неможливим досягнення економічної ефективності.

Вузьке трактування ефективності як «віддачі» фондів, матеріалів і праці була застосована в рамках вартісних пропорцій і вимірів. Техніко-економічний аналіз мав характер, що реєструє, й був спрямований на вивчення ситуацій та рішень, що відбулися. Очікує свого рішення проблема удосконалення методики розрахунку показників ефективності, особливо, її суспільних аспектів. Щоб досягти необхідної точності, потрібно найбільш повно охопити всі складові ефекту та всі складові витрат на його отримання. Оскільки ними можуть бути, насамкінець, витрати праці, то ефективність можна зводити до ефективності роботи – живої й матеріалізованої (наприклад транспортної), особливо на суспільному рівні.

Широкий підхід до проблеми визначення суспільно-економічної ефективності передбачає перспективу, іншими словами, вивчення напрямів і засобів активного впливу на ефективність із боку як внутрішнього (на мікрорівні аналізу функціонування автомобільних доріг), так і зовнішнього (на макрорівні аналізу функціонування мережі автомобільних доріг) результату.

Зараз теоретики та практики переносять свою увагу з показників виробництва на визначення умов найбільш раціонального зв'язку різних сфер, процесів відтворювального ланцюга в економіці та суспільстві країни. При цьому важливе значення має вивчення індивідуальних і суспільних потреб та отриманого ефекту, вироблення надійних засобів їх виміру в різному вираженні, чітке визначення на цьому підґрунті суспільно-економічних цілей транспортної системи України та її підсистеми – мережі автомобільних доріг загального користування.

## **2.2 Транспортно-дорожній комплекс, його місце і значення для суспільства та економічної системи країни**

У розділі 1 було зазначено, що одним із видів сучасного транспорту є дорожній транспорт (чільне місце у його складі займає автомобільний транспорт), який разом з автомобільними дорогами утворює єдину підгалузь народного господарства – транспортно-дорожній комплекс. Загалом «комплекс» у перекладі з латинської означає «зв'язок», «сполучення». У світі все взаємозалежно, але одного



взаємозв'язку для розуміння системи недостатньо, тут потрібно виділити конкретну специфіку взаємодії елементів сукупності. Комплексність тільки грань системності [6]. Отже, далі визначимо поняття транспортно-дорожнього комплексу та його системної приналежності.

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: підвищення її транспортно-експлуатаційних властивостей, зростання загальної довжини мережі автомобільних доріг та її щільності, а також забезпечення ними умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків.

Разом з цим, технічний розвиток рухомого складу автомобільного транспорту не може проходити відокремлено від функціонування та розвитку мережі доріг. Транспортно-експлуатаційний стан мережі автомобільних доріг – важлива вихідна передумова для створення та розвитку рухомого складу автомобільного транспорту.

У системному розумінні автомобільний транспорт уявляє собою складну систему, яка включає транспортні засоби, шляхи сполучення, ремонтні підприємства та станції техобслуговування, спеціальні служби, що виконують визначені функції в процесах, які мають місце на автомобільному транспорті [164].

Складність управління автомобільним транспортом як системою підвищується через децентралізацію цієї системи. Рухомий склад та шляхи його сполучення (автомобільні дороги) підпорядковані різним власникам, причому рухомий склад використовується його власниками у різних цілях, що обумовлює різні вимоги до його експлуатації та різні показники роботи окремих власників.

Продукцією автомобільного транспорту є перевезення вантажів і переміщення людей, а головним виробничим процесом – рух транспортних засобів. Останній може бути реалізований тільки при наявності шляхів сполучення, від кількості та розміщення, а також довжини яких у багатьох випадках залежать продуктивність праці на автомобільному транспорті та інші показники його роботи, наприклад такі, як показники головного виробничого транспортного процесу – дорожнього руху.

Для визначення системності процесів, що відбуваються при функціонуванні мережі автомобільних доріг загального користування як складової транспортної системи України, потрібним є розгляд її формалізованої схеми (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Формалізована схема системності процесів, що відбуваються при функціонуванні мережі автомобільних доріг як елемента транспортної системи України

Якою б не була причина використання окремих автомобілів, важливим є те, що всі вони на автомобільній дорозі включаються в загальний транспортний потік. І, як тільки автомобіль став частиною загального потоку, водій його, як правило, керується мотивами економії часу і відстані, а також безпеки руху. Це головні фактори, що обумовлюють дії водія. Знаходячись у транспортному потоці, водій у звичайних умовах постійно вирішує задачу: наскільки безперервним, безпечним, тривалим і зручним є його рух. Отже, незалежно від приналежності автомобілів, останні, виїжджаючи на дорогу, створюють єдиний транспортний потік, усередині якого діють загальні для всіх транспортних засобів закономірності.

Таким чином, із загальної системи автомобільного транспорту разом із

шляхами його сполучення (Транспортно-дорожній комплекс країни) може й повинна бути виділена окрема транспортна система «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (*АДДМ-НМТП*), в якій виконується головний виробничий процес – рух транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування.

Рух національних і міжнародних (враховуючи необхідність інтеграції України в міжнародну транспортну систему) транспортних потоків (*НМТП*) мережею автомобільних доріг державного та місцевого значення (*АДДМ*), не зважаючи на існуючі Правила дорожнього руху, відбувається дещо стихійно, без потрібного контролю через те, що відсутній сам апарат контролю. Виключенням є Державна автомобільна інспекція (ДАІ), яка виконує контроль за технічним станом рухомого складу, дотриманням водіями правил дорожнього руху, розслідуванням ДТП. Однак це є недостатнім.

Активне управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* відкриває перспективи для обґрунтованого забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху через удосконалення існуючих дорожніх умов, підвищення ефективності витрат суспільства на дорожні роботи, загальне підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування.

Процеси функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг мають піддаватися управлінню, у зв'язку з чим значний інтерес викликає пошук варіанту оптимального управління. Основою оптимального управління є перетворення інформації в управляючих системах.

При оптимізації управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* можна намагатися досягти різних цілей (критеріїв оптимальності) і, в залежності від цих цілей, розглядати різні задачі оптимального управління.

Першим етапом розрахунку ефективності функціонування будь-якої мережі доріг служить оцінка майбутнього використання розглянутого об'єкта, тобто об'ємів транспортних потоків, рух яких вона має забезпечити протягом доцільного терміну служби [165]. Оцінка об'ємів транспортних потоків уявляє собою неформалізоване мистецтво, однак ця стадія необхідна. Через те, що багато об'єктів інвестицій на транспорті характеризуються значними потенційними термінами служби (до двадцяти років і більше), рішення про здійснення таких капітальних вкладень відноситься до сфери довгострокового прогнозування.

Найпростішим методом прогнозування об'ємів транспортних потоків є

екстраполяція тенденцій, що відбулися, при урахуванні необхідних для прогнозування факторів, які можуть вплинути на зміну цих тенденцій.

Екстраполяція є досить грубим методом, але відносно недорогим і таким, що дає обґрунтовані результати за стабільних умов. Однак вона не може бути використана, коли фактори, що визначають транспортні потоки, швидко змінюються чи можуть змінюватися внаслідок поліпшення самих умов руху, як у випадку будівництва автомобільної дороги, що забезпечує сполучення з новими територіями [166]. У такій ситуації процес прогнозування транспортних потоків поділяється на три стадії. *Перша стадія* включає визначення перспективних обсягів і територіальної структури виробництва продукції та споживання ресурсів по різних галузях економіки, включаючи експорт та імпорт. Необхідним при цьому є прогноз величини населення. На *другій стадії* обсяги виробництва та дані про населення трансформуються в показники транспортних потоків – об'єми руху, пункти відправлення та призначення. На *третьій стадії* транспортні потоки розподіляються по видах транспорту, що здійснять їх найбільш ефективним чином [167]. Зазначені стадії взаємозалежні, тому що регіональне виробництво та транспортні потоки частково залежать від транспортних витрат.

Майбутні транспортні потоки залежать від розвитку окремих галузей економіки та від зростання населення, тому прогноз об'ємів транспортних потоків об'єктивно не може бути точнішим, ніж прогнози в економіці та суспільстві.

Але недостатньо оцінити обсяги виробництва на рівні макроекономічних показників, тому що інвестиції у такі транспортні підсистеми, як автомобільні дороги, залізниці, а також морські та авіапорти мають територіальну прив'язку й не можуть бути перенесені на іншу територію. Тому необхідно оцінити не тільки майбутні обсяги виробництва та споживання у цілому, але й їх територіальну структуру.

Після того, як майбутні обсяги виробництва та споживання визначені, їх необхідно трансформувати в показники інтенсивності транспортних потоків. Зазвичай ця стадія виконується на основі встановлених раніше взаємозв'язків між виробництвом і споживанням, з одного боку, та потребами в транспортуванні з очікуванням на зміни, що можуть відбуватися.

Співвідношення між виробництвом і споживанням, а також об'ємами транспортних потоків залежить від цін на транспортні послуги. Слід зазначити, що знання про еластичність попиту на транспортні послуги у залежності від їх цін, є дуже обмеженими.

Зміна вантажних тарифів має менший вплив при високій ціні перевезеного товару, ніж у випадку перевезення малоцінних вантажів, оскільки транспортна складова для перших має меншу частку в повній ціні, що включає витрати на доставку. Еластичність попиту за цінами на транспортні послуги також варіюється у часі, тому що в довготривалому періоді зміни тарифів можуть привести до змін у територіальній структурі економіки (вплинути на розміщення нових підприємств).

Еластичність попиту за цінами на транспортні послуги також залежить від тарифів на послуги конкуруючих видів транспорту. Більш того, тарифи на безпосередні транспортні послуги можуть виявитися навіть менш істотним фактором, ніж інші складові сукупних витрат на доставку, що виникають від втрат часу пасажирів, затримки вантажів у дорозі та збитків від їх несхоронності.

Ще у 1960-х роках почалися створюватися математичні моделі планування транспорту, що виражають взаємозв'язки між безліччю факторів, які визначають потреби в переміщенні вантажів та пасажирів і результуючими об'ємами транспортних потоків. Більшість цих моделей була розроблена у розвинутих країнах для планування розвитку міських транспортних систем. Застосування цих моделей у країнах, що розвиваються, є обмеженим. Тут доходи і структура землекористування змінюються часто і швидко, особливо у великих містах, де статистичні дані найчастіше дуже ненадійні.

До того ж, в рамках формальних моделей важко врахувати принципові зміни транспортної політики, наприклад такі, як зміни цін на транспортні послуги. Крім того, ці моделі, як правило, недостатньо ефективні в частині врахування зворотного зв'язку між виконаною кількістю поїздок і змінами в забезпеченні (пропозиції потенціалу) транспортних послуг. Витрати на розробку і реалізацію даних моделей можуть бути дуже високими – мільйони гривень і більше, вони вимагають значних витрат часу на доведення до рівня оперативного використання, і, нарешті, вони вимагають величезної кількості вихідних даних про динаміку і територіальну структуру населення – даних, використання яких дуже обмежене в умовах швидких змін і невизначеності.

Навіть при міжміському сполученні фактори, які визначають транспортні потоки, найчастіше виявляються настільки складними та різноманітними, що побудова моделі стає важкою процедурою. Розробка моделі, яка враховувала б усі фактори, принципово можлива, але це зажадало б значного часу і зусиль [168].

Таким чином, важливішою є розробка моделей прогнозування руху

транспортних потоків альтернативними автомобільними дорогами в якості виробництва суспільних благ з урахуванням оцінки роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг по забезпеченню ефективного дорожнього руху (розділ 3). Для цього, перш за все, потрібним є проведення аналізу функціонування транспортної системи «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».

### **2.3 Аналіз функціонування транспортної системи «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»**

Окремі елементи транспортної системи *АДДМ-НМТП* (автомобільні дороги, їх облаштування, дорожні споруди, транспортні потоки, що рухаються ними), взаємодіючи між собою, мають глибокі внутрішні зв'язки, які не дозволяють поділити систему на незалежні складові та, при визначенні її характеристик, змінювати фактори, що впливають, по одному. Така складна система, розглянута в цілому, має нові якості, що не є властивими окремим її елементам. Системи зі складною поведінкою та складною структурою потоків інформації, які мають велику кількість елементів, відносять до складних систем [169-172]. Транспортна система *АДДМ-НМТП* має такі загальні ознаки, характерні для складної системи:

- 1) наявність мети або алгоритму управління;
- 2) взаємодія елементів системи із зовнішнім середовищем, що є джерелом зовнішніх збурень (зміна маршрутів транспортних перевезень, систематичні та несистематичні їх зміни, кліматичні та атмосферні впливи на дорожні умови та режими руху транспортних потоків);
- 3) необхідність вишукування умов оптимального функціонування;
- 4) управління процесами у системі на основі збору, передачі, прийому інформації та її наступної обробки;
- 5) управління процесами на основі принципів зворотного зв'язку.

В аналізованій складній системі можна виділити такі складові частини: схему, інформацію, координати, функцію. Схема відображає побудову підсистеми управління і складається з елементів, що включають усі автомобільні дороги та споруди мережі автомобільних доріг, а також і всі організації структурної схеми управління. Між ними існують визначені зв'язки, що забезпечують переробку інформації та зворотний вплив на стан будь-якого елемента для того, щоб

належним чином визначити й спрямувати режим його роботи.

У системі *АДДМ-НМТП* існує така схема (рис. 2.2), що визначає взаємний зв'язок потреб транспортних потоків у використанні автомобільних доріг для перевезень і елементів мережі доріг, що забезпечують рух транспортних потоків.

Управління системою має здійснюватися на основі інформації – збору даних про режим функціонування її елементів, передачі цих даних і подальшої їх обробки.

Стан транспортної системи *АДДМ-НМТП* характеризують координати – параметри елементів (геометричні елементи доріг і споруди на них, тип покриття проїзної частини та його стан, пропускна здатність, допустимі швидкості руху та ін.), а також і параметри режимів руху (об'єм, швидкість руху тощо). Отримуючи дані про параметри (координати), якими управляє система, вона може у відповідності зі своїми функціональними властивостями впливати сама на себе і за допомогою тих або інших заходів інших пристроїв самокеруватися.

Створення самоврядної системи потребує алгоритмізації – математичного опису, що дозволяє за схемою інформації та відповідних координат знаходити функціональну характеристику транспортної системи *АДДМ-НМТП*. Для уточнення параметрів елементів системи та математичного опису процесів, що відбуваються, необхідним є проведення експериментів методами теорії подоби, математичного та імітаційного моделювання.

Утворення й функціонування складної транспортної системи *АДДМ-НМТП* поділено на частини, пов'язані між собою: на проектування та експлуатацію [6].

При проектуванні системи, виходячи з економічно і технічно обґрунтованих понять, треба визначити оптимальну схему зв'язків, категорії автомобільних доріг у проектованій системі, врахувати усі фактори вартості доріг, що будуються або реконструюються, а також вартість перевезень, ефективність інвестицій, установити вплив мережі автомобільних доріг на окремі галузі економіки, питання надійності роботи мережі в цілому і зважити всі конкуруючі варіанти для того, щоб знайти оптимальний варіант створення транспортної системи *АДДМ-НМТП* з урахуванням розвитку країни у часі. Алгоритм має передбачати побудову системи, яка, перевіряючи велику кількість можливих рішень при оптимізації, знаходила б найкращий варіант.

При рішенні завдань утримання автомобільних доріг (на стадії експлуатації системи) задаються визначені елементи – дороги, споруди, з'їзди, якість дорожнього покриття, план і профіль дороги, режими руху.



Рисунок 2.2 – Структурна схема підсистеми управління транспортної системи АДДМ-НМТП



Потрібно у кожний момент часу визначити такий режим роботи системи, який забезпечував би її ефективність функціонування за умови заздалегідь установлених параметрів зручності дорожнього руху, умов його безперервності та рівня його безпеки. Взаємодія автомобілів у транспортному потоці між собою та з автомобільною дорогою, що збільшується із зростанням інтенсивності руху, а також характеристики самої дороги, накладають на вибір маршруту і швидкість руху певні обмеження. Водій вимушений безупинно стежити за безпекою свого руху і спрямовувати свої дії на вибір швидкості руху та здійснювати маневри згідно з Правилами дорожнього руху, вказівками пристроїв і дорожніх знаків, що регулюють дорожній рух, а також із навколишньою дорожньо-транспортною обстановкою. Інтенсивність руху в мережі автомобільних доріг, її циклічні та постійні зміни загалом не залежать від завдань, що постають перед окремими транспортними організаціями або власниками транспортних засобів, а визначаються потребами і розвитком суспільства.

Отже, із загального виробничого процесу перевезень автомобільним транспортом може і повинен бути виділений окремий виробничий процес – рух національних та міжнародних транспортних потоків автомобільними дорогами державного та місцевого значення.

Структурна схема транспортної системи *АДДМ-НМТП* зображена на рис. 2.3.

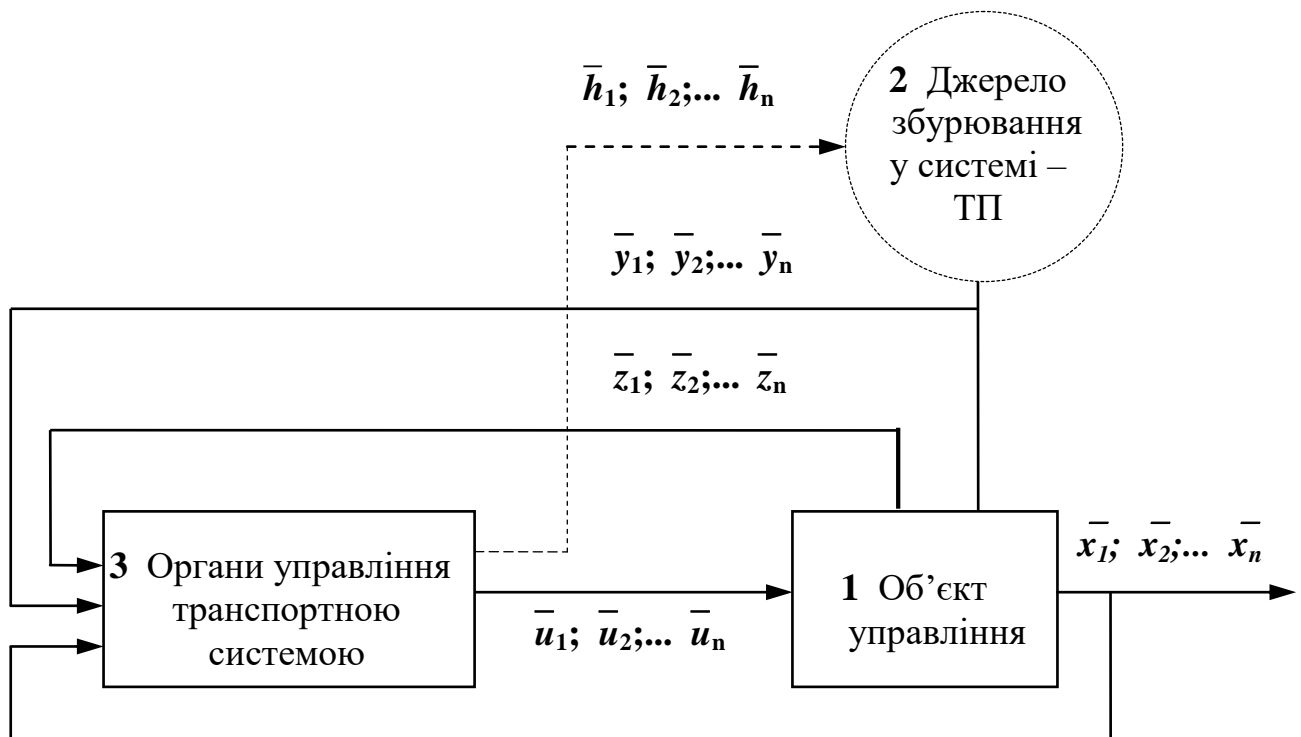


Рисунок 2.3 – Структурна схема транспортної системи *АДДМ-НМТП*

Об'єктом управління (1) системи є функціонування автомобільних доріг державного та місцевого значення разом із дорожніми спорудами, пристроями і технічними засобами організації дорожнього руху.

Джерелом збурювань у системі є транспортні потоки (2), які використовують автомобільні дороги для руху з параметрами  $\bar{y}_1, \bar{y}_2 \dots \bar{y}_3$ , що характеризують інтенсивність, склад, технічні характеристики та ін. Під впливом параметрів автомобільної дороги  $\bar{u}_1, \bar{u}_2 \dots \bar{u}_n$ , таких як геометричні розміри, криві в плані та профілі, якість дорожніх покриттів, дорожні знаки і розмітка, встановлюються режими руху  $\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots \bar{x}_n$  (швидкість, щільність, напрямок руху та інші).

Органи управління системою (3) (дорожні організації та ДАІ), одержуючи дані про стан режимів руху  $\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots \bar{x}_n$  по ланцюгу зворотного зв'язку і переробляючи їх спільно з даними  $\bar{y}_1, \bar{y}_2 \dots \bar{y}_n$  транспортних потоків і прогнозів на майбутнє, а також дані про стан доріг і споруд  $\bar{z}_1, \bar{z}_2 \dots \bar{z}_n$  впливають  $u_1, u_2 \dots u_n$  на параметри дорожніх умов шляхом утримання, ремонтів і реконструкції автомобільних доріг і дорожніх споруд, будівництва нових доріг та заходами організації руху, прагнучи привести параметри режимів руху до найкращих у цих умовах значень.

Із розглянутої схеми видно, що на розвиток мережі автомобільних доріг та рівень безпеки руху ними зараз можуть впливати тільки два відомства – Державне агентство автомобільних доріг загального користування України (Укравтодор) і Державтоінспекція (ДАІ) МВС України. У веденні ДАІ, крім регулювання руху транспортних потоків і контролю за виконанням водіями Правил дорожнього руху, входить контроль за технічним станом автомобільного транспорту комерційного призначення та підготовкою водійського складу. На рис. 2.3 цей зв'язок показаний пунктиром, але через те, що впливи  $\bar{h}_1, \bar{h}_2, \dots, \bar{h}_n$  підтримуються на необхідному рівні, то в підсистемі управління транспортною системою АДДМ-НМТП надалі її можна не розглядати.

Досліджуючи характер впливу потоків контролю  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  і  $\bar{z}$  на формування інформації про управління процесами, необхідно відзначити особливу роль інформації  $\bar{x}$  про режими руху транспортних потоків. Цей вид інформації є основним критерієм обґрунтованості ефективності та неодмінної основної складової усіх прийнятих рішень  $\bar{u}_1, \bar{u}_2 \dots \bar{u}_n$  щодо управління системою.

Дослідження зазначеної системи, дослідження можливостей і способів

управління нею вимагають, насамперед, вивчення структури системи, зв'язків між її окремими підсистемами, елементами.

Постановка задачі про оптимальне управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* припускає, що ця система є керованим об'єктом і що стосовно до неї існує деяка керуюча система. Разом з тим, керований об'єкт – транспортна система *АДДМ-НМТП* – складається з двох підсистем: *АДДМ* і *НМТП*, причому перша стосовно до другої є, головним чином, керуючою, а підсистема *НМТП* є керованим об'єктом. Дійсно, саме дорога та розташовані на ній засоби організації дорожнього руху визначають режими руху транспортних потоків, диктує водіям лінію їх поведінки в процесі руху. Первинним, початковим елементом транспортної системи *АДДМ-НМТП* є елементарна система «автомобіль – водій – дорога» [164] (рис. 2.4), в якій зворотний зв'язок «дорога – водій» проходить через органи почуттів, мускулатуру та психіку водія.

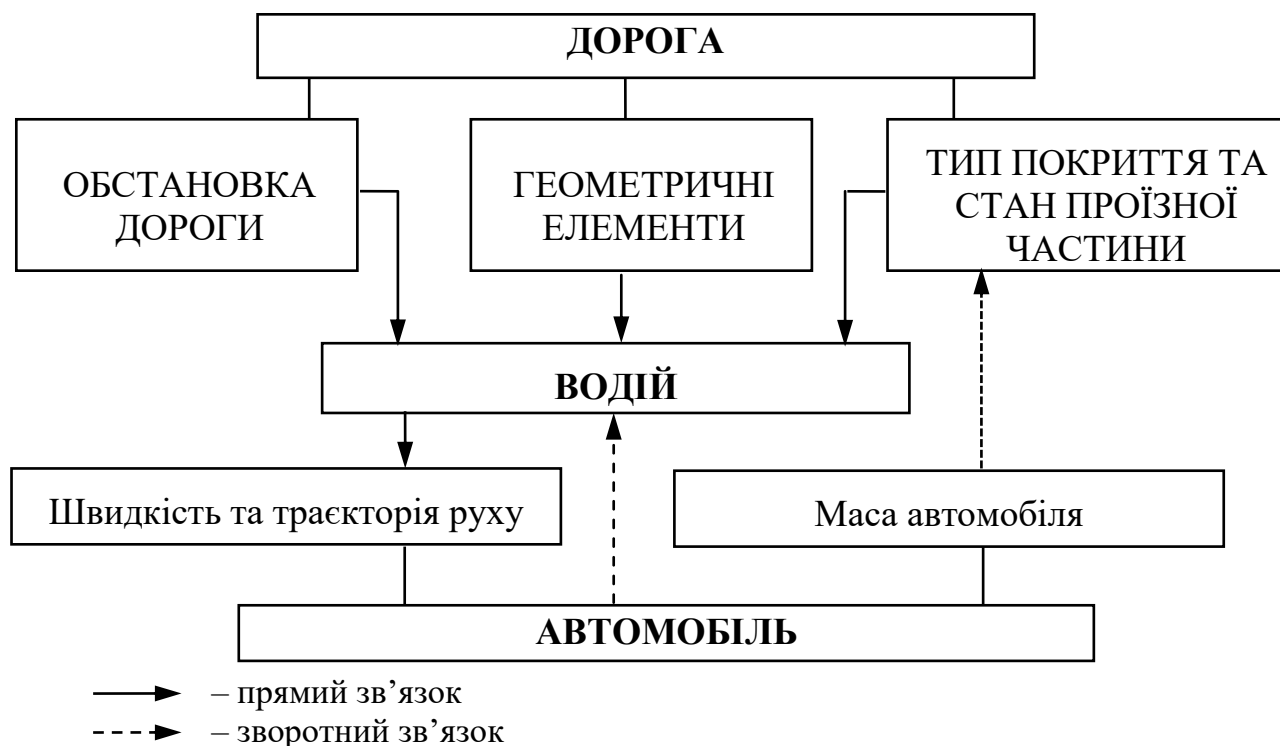


Рисунок 2.4 – Система «автомобіль – водій – дорога»

Тут водій є керуючим органом, що сприймає й переробляє інформацію про умови руху та реалізує задану дорожніми умовами програму руху автомобіля,

використовуючи для цього прямий зв'язок «водій – автомобіль». Чим більше щільність руху, тим більше число окремих систем «автомобіль – водій – дорога» розміщується на деякій ділянці дороги.

У кожній окремій системі зберігаються ті самі зв'язки, хоча характер прояву цих зв'язків може бути не однаковий у залежності від типу автомобіля й індивідуальних особливостей водіїв. Сукупність окремих систем породжує нову транспортну систему *АДДМ-НМТП*, в якій у більшій або меншій мірі зберігаються зв'язки, властиві елементарним системам, але одночасно починають діяти нові зв'язки, що виникають і міцніють по мірі зростання інтенсивності та щільності руху.

Система «автомобіль – водій – дорога» є керованою, тобто процеси в ній можуть здійснюватися завдяки волі людини, але від збільшення інтенсивності та щільності руху дії водія стають усе більше обмеженими. Обмеженість можливостей водіїв полягає в тому, що відсутній прямий зв'язок між водієм і дорогою, у результаті чого водій не в змозі регулювати умови руху [164].

Окремі автомобілі включаються в загальний потік руху заради визначених цілей. Але тут важливо не тільки те, що вони включаються саме в загальний потік. І як тільки це відбувається, водій у даній дорожній обстановці керується не стільки метою поїздки, скільки мотивами часу, відстані і безпеки руху. Таким чином, автомобілі утворюють єдиний транспортний потік, що рухається у визначених дорожніх умовах, а окремі частини системи, що утворилася, взаємодіють згідно з властивими цій системі законами.

У спрощеному вигляді зв'язки між підсистемою *АДДМ* з підсистемою *НМТП* та системою управління у системі *АДДМ-НМТП* виглядає так (рис. 2.5).

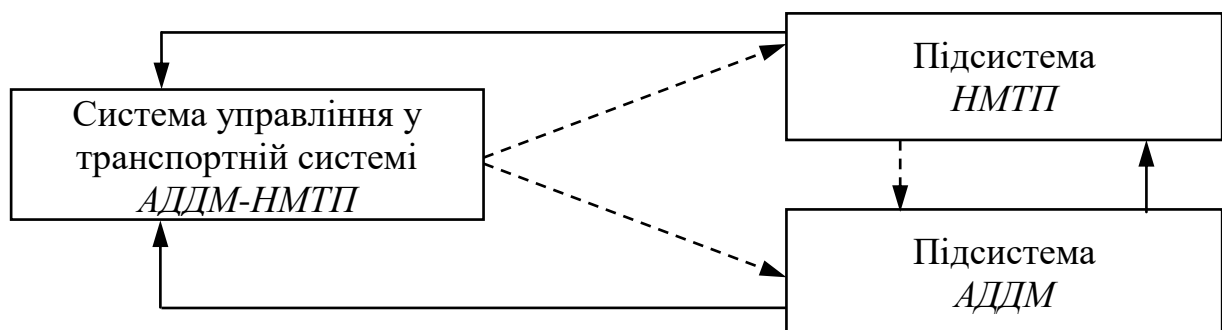


Рисунок 2.5 – Зв'язки у транспортній системі *АДДМ-НМТП*

Приведена схема показує, що від підсистеми *АДДМ* до підсистеми *НМТП* надходять команди, що реалізуються водіями автомобілів у залежності від

інтенсивності та складу руху, тобто у залежності від характеристик транспортних потоків, транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги (дорожніх умов), а також, деякою мірою, у залежності від індивідуальних особливостей водіїв. Ця обставина обумовлює ймовірнісний характер залежностей між елементами обох підсистем, чим визначає необхідність великих статистичних спостережень для встановлення цих залежностей.

Основними елементами підсистеми *АДДМ* є: геометричні елементи дороги, тип і стан дорожнього покриття, обстановка та облаштування автомобільних доріг. Основними елементами підсистеми *НМТП* є: склад руху, інтенсивність руху, щільність руху, водії, швидкість руху. Збільшення інтенсивності та щільності приводить у визначених дорожніх умовах до того, що рух стає стиснутим, неефективним і небезпечним. Водії шляхом управління окремими автомобілями вже не в змозі змінити характер руху в цілому. До того ж, дорожні умови не здатні самоудосконалитися і стати краще без утручання ззовні.

У такий спосіб система стає некерованою і приреченою на руйнування, тобто рух транспортних потоків у ній буде супроводжуватися втратами часу і збільшенням кількості ДТП, а потім, у результаті заторів, рух втратить свою безперервність і припиниться зовсім. У зв'язку з цим потрібним є створення спеціальної підсистеми управління, що повинна сприймати і переробляти інформацію про стан транспортних потоків і дорожніх умов, у результаті такої переробки оцінити стан системи в цілому, скласти прогноз про розвиток окремих елементів системи і виробити рекомендації по оптимізації її функціонування.

Відомо, що раціональне управління полягає саме у перетворенні інформації в підсистемах управління, тобто перетворення даних, якими обмінюються між собою керований об'єкт і підсистема управління, причому загальна схема циркуляції інформації має універсальний вигляд: каналом зворотного зв'язку інформація про стан керованого об'єкта передається в підсистему управління, перетворюється у ній та у перетвореному вигляді передається по каналу прямого зв'язку на керований об'єкт. Звідси походить, що підсистема управління транспортної системи *АДДМ-НМТП* є або повинна бути представлена центром по збору та переробці інформації в цій системі. Відсутність такого центру означає, що система працює без управління, а оптимізація її роботи є неможливою.

Щоб розібратися у взаємозв'язках між окремими елементами, і в шляхах

управління системою у цілому, доцільним є послідовний розгляд найбільш істотних груп елементів та їх зв'язків.

Управління функціонуванням транспортної системи *АДДМ-НМТП* потрібно починати ще зі стадії проектування автомобільної дороги, причому проектні рішення є одним з найважливіших факторів оптимізації системи. На цій стадії основні функції по управлінню системою здійснюють проектні організації: проектують автомобільні дороги згідно з технічною класифікацією та нормативами на їх проектування, а також роблять проект розвитку раціональної мережі автомобільних доріг. Останній має розроблятися проектною організацією та бути вихідною інформацією, коли питання про оптимізацію функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП* на маршруті вирішується комплексно, в ув'язуванні з умовами руху на інших маршрутах мережі автомобільних доріг.

На підставі прогнозу інтенсивності та складу руху на даному маршруті, керуючись технічною класифікацією та нормативами на проектування окремих елементів дороги, а також з урахуванням перспективи розвитку мережі у цілому, проектна організація має скласти проект, що визначає геометричні елементи, конструкцію дорожнього одягу й обстановку нової дороги. Проект автомобільної дороги містить також дані про вартість її будівництва.

На підставі проектних рішень, прогнозу про склад, інтенсивність і середню швидкість руху, а також на підставі укрупнених показників про вартість утримання та ремонтів автомобільної дороги представляється можливим розраховувати прогнозні показники стану проектованої транспортної системи.

На рис. 2.6 - 2.8 показані зв'язки між окремими елементами системи, які необхідно дослідити, щоб досить надійно прогнозувати інтенсивність руху, швидкість руху та рівень безпеки руху на автомобільній дорозі, що проектується, а також, щоб можна було визначити очікувану ефективність її функціонування. Розрахунки й аналіз названих показників дозволяють проектувальникові та організаторові руху уточнювати та поліпшувати проектні рішення так, щоб умови руху автомобільною дорогою стали оптимальними або можливо близькими до оптимальних (раціональними).

На рис. 2.6 - 2.8 до групи «критеріїв оптимальності» віднесені ефективність, рівень безпеки руху та інтенсивність руху автомобільною дорогою.

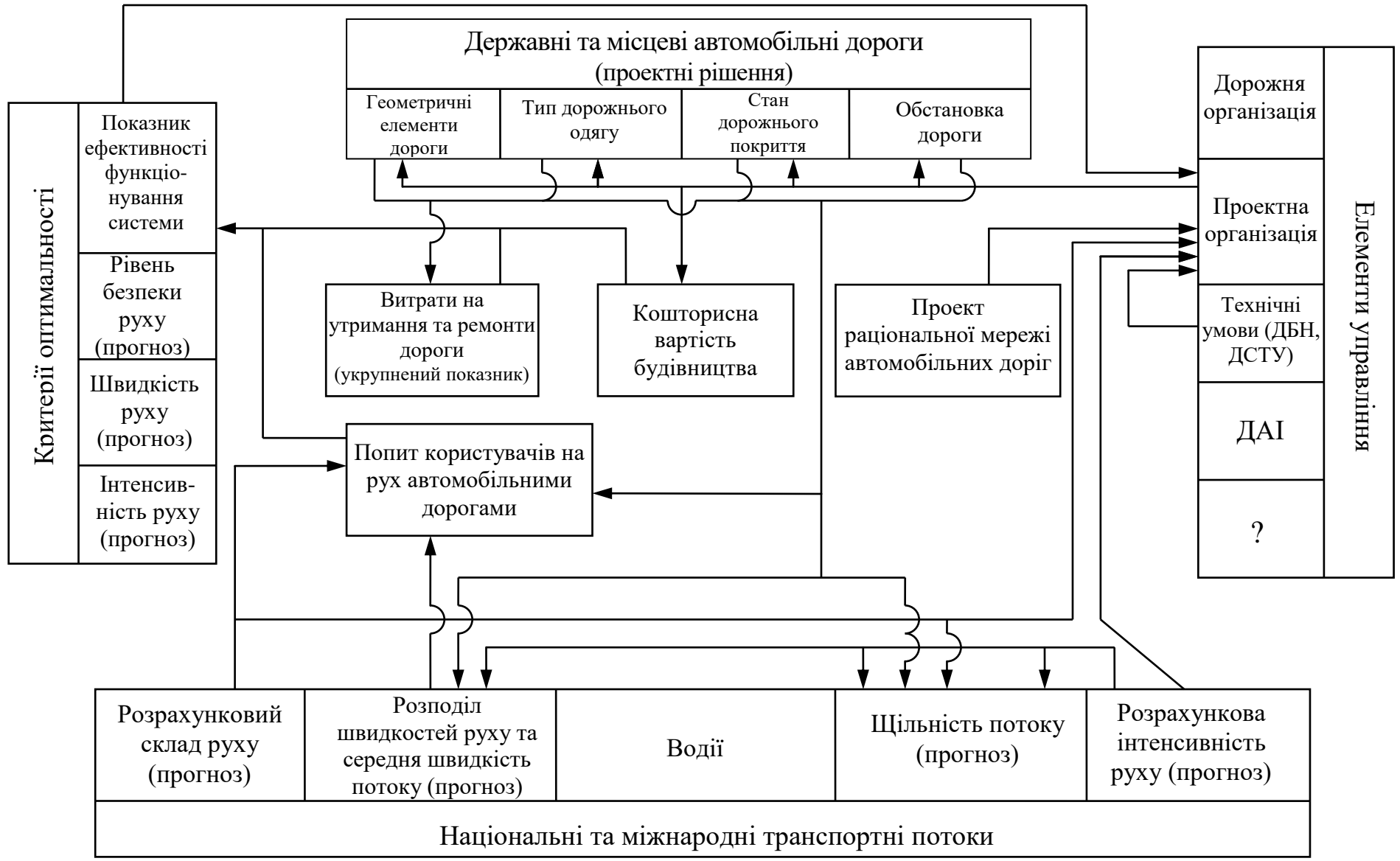


Рисунок 2.6 – Схема оптимізації за показником ефективності функціонування системи на стадії проектування

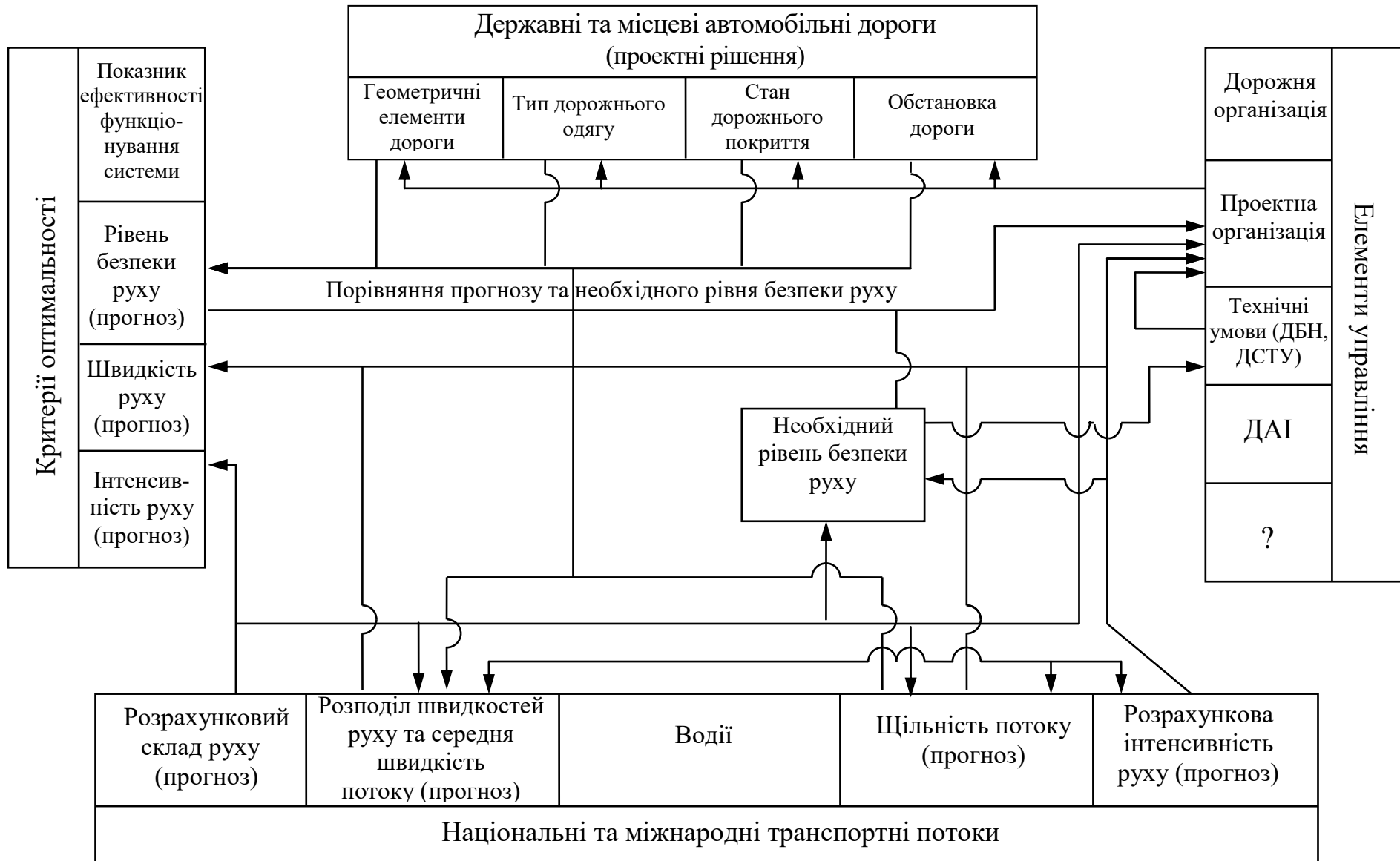


Рисунок 2.7 – Схема корегування проектних рішень відповідно до необхідного рівня безпеки руху



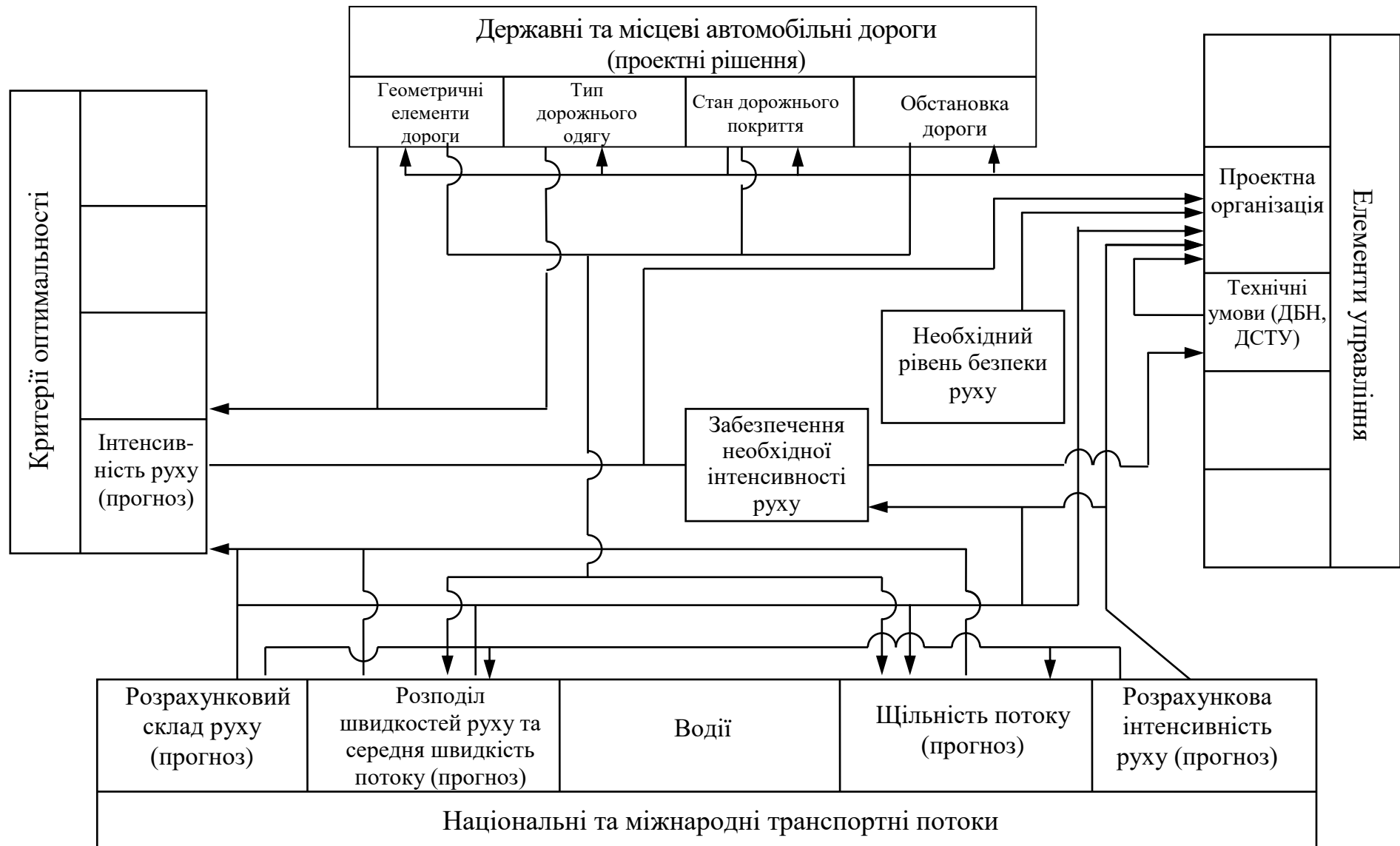


Рисунок 2.8 – Схема корегування проектних рішень щодо забезпечення руху автомобільною дорогою з необхідною інтенсивністю руху

Крім того, оптимізацію функціонування системи можна здійснювати і за швидкістю руху транспортного потоку, що є одночасно і можливим критерієм оптимальності та однією з найважливіших характеристик транспортних потоків, тому що для користувачів доріг вона визначає час їхнього перебування у дорозі та зручність дорожнього руху (див. стрілку від елемента «розподіл швидкостей і середня швидкість потоку» до групи «критерії оптимізації»).

Вище зазначалося, що для ефективного функціонування системи потрібно обрати єдиний критерій оптимальності. Таким єдиним критерієм може бути кожний з чотирьох можливих критеріїв оптимальності, але найбільш переконливим, найбільш відповідним щодо оптимізації з боку економіки та суспільства у цілому, є критерій оптимізації у вигляді продуктивності дороги (розділ 2.4). Інші показники в групі «критерії оптимальності» мають використовуватися для завдання обмежень, які необхідно враховувати в процес оптимізації.

За допомогою схеми, поданої на рис. 2.6, розглянемо умови, необхідні для оптимізації системи за критеріями ефективності функціонування транспортної системи на стадії проектування автомобільної дороги. На підставі проекту раціональної мережі автомобільних доріг установлюється доцільність будівництва окремих ділянок мережі, тобто окремих доріг. Саме проект раціональної мережі автомобільних доріг містить у собі прогноз інтенсивності руху та його складу. У випадку відсутності такого проекту дані про перспективні об'єми руху та прогноз складу руху можуть бути отримані шляхом відповідних обстежень. Проектувальник, керуючись класифікацією автомобільних доріг і виходячи з прогнозу інтенсивності та складу руху, установлює категорію даної дороги, що й припускає відповідні норми на проектування [173].

У процесі проектування встановлюють геометричні елементи дороги, тип і конструкцію дорожнього одягу, облаштування дороги, її кошторисну вартість. Для визначення ефективності функціонування системи необхідно мати інформацію про вартість утримання і ремонтів дороги та про прогнозований транспортний попит з боку користувачів автомобільної дороги на рух за напрямком, що в даний час існує у вигляді укрупнених показників.

Із поданої на рис. 2.6 схеми видно, що оптимізація функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП* на стадії проектування доріг можлива, але за умови, що укрупнені показники вартості утримання та ремонтів дороги, собівартості перевезень, а також кошторисна вартість будівництва досить близькі

до реальних, а класифікація автомобільних доріг і нормативи на їх проектування досить обґрунтовані економічно, у тому числі, із боку суспільної складової. Будемо вважати, що вартісні показники досить надійні.

Що стосується технічних умов, то не для класифікації, не для норм на проектування не існує надійних техніко-економічних обґрунтувань. Технічні умови не містять такого важливого елемента, як положення про стадійне будівництво. При проектуванні дорожніх умов функції управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* виконує проектна організація, переробляючи інформацію за допомогою вказівок, які нормуються технічними умовами на проектування.

Разом з тим, недосконалість класифікації автомобільних доріг, недостатня надійність прогнозування об'ємів руху і складу транспортних потоків, слабка вивченість залежності швидкості та щільності руху, незадовільна розробка питань про забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху свідчать про те, що для удосконалення функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП* потрібним є проведення додаткових досліджень.

Аналіз структури і зв'язків у транспортній системі *АДДМ-НМТП* свідчить, що оптимізація її на стадії експлуатації вимагає організації спеціальної служби.

Як правило, питання організації та безпеки руху на автомобільних дорогах вирішуються шляхом прогнозування окремих показників, на основі спостережень і наукових досліджень. У свою чергу, на підставі прогнозування виробляються конкретні рекомендації конструктивного, організаційного або іншого характеру. Прогнозування зміни показників системи дозволить вибрати ті рекомендації та вкаже на ті заходи, реалізація яких приведе або наблизить показники системи до її оптимального функціонування, а також до встановлення обмежуючих умов.

На стадії експлуатації системи її оптимізація може бути досягнута за рахунок удосконалення дорожніх умов у процесі утримання та ремонтів доріг, а також за рахунок організації руху транспортних потоків шляхом управління ними. Для управління транспортними потоками можуть бути використані регулюючі пристрої, раціонально продумане облаштування, дорожні знаки та розмітка.

На рис. 2.9 показано, що на сьогодні відсутній центр аналізу функціонування та управління підсистемою *АДДМ*. На місці такого «центру» в групі «елементів управління» проставлений знак питання. Зв'язки, наявність і реалізація яких необхідні для оптимізації системи, але сьогодні фактично відсутні, показані на рис. 2.10 - 2.11 пунктиром.

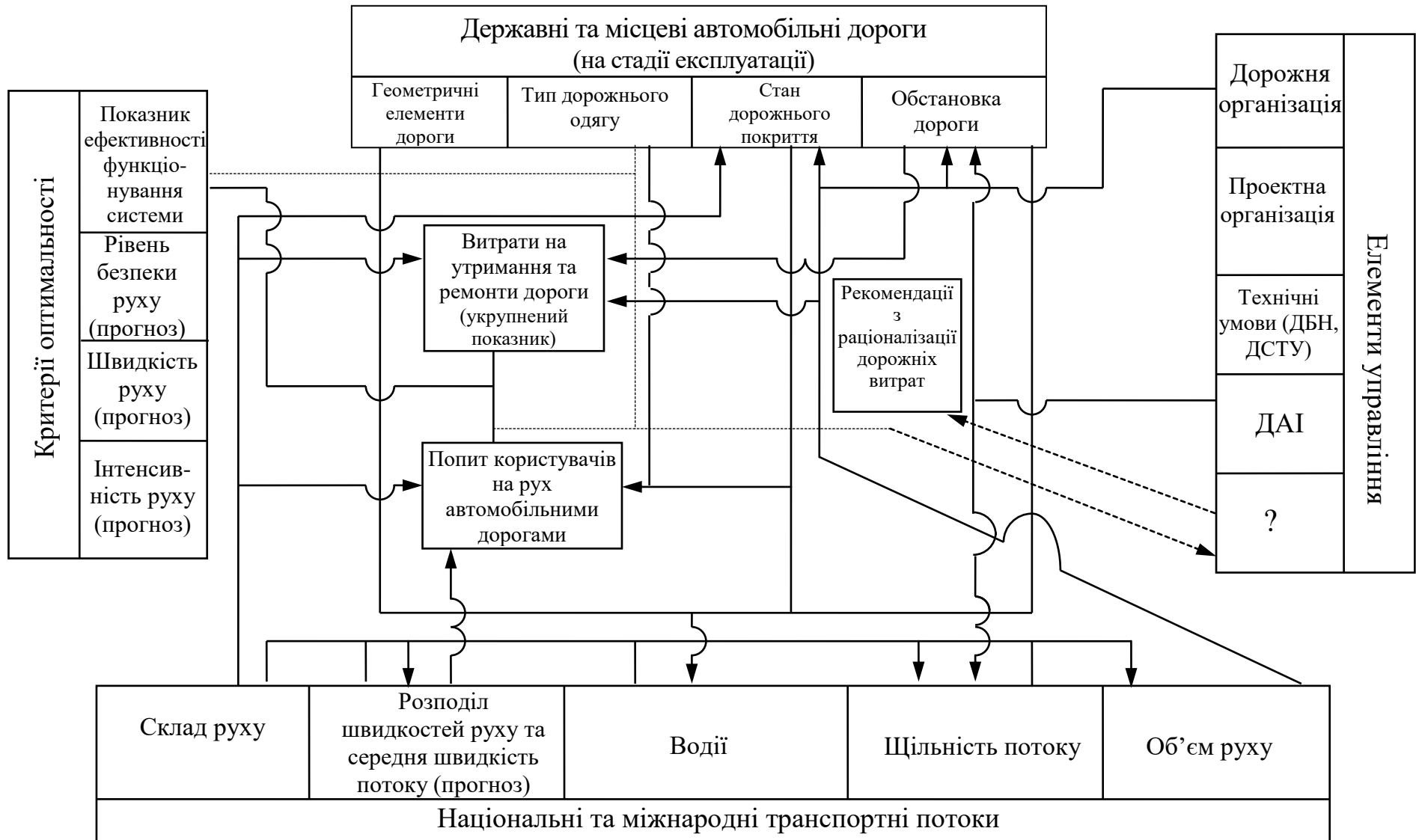


Рисунок 2.9 – Схема оптимізації за показниками ефективності функціонування системи на стадії експлуатації

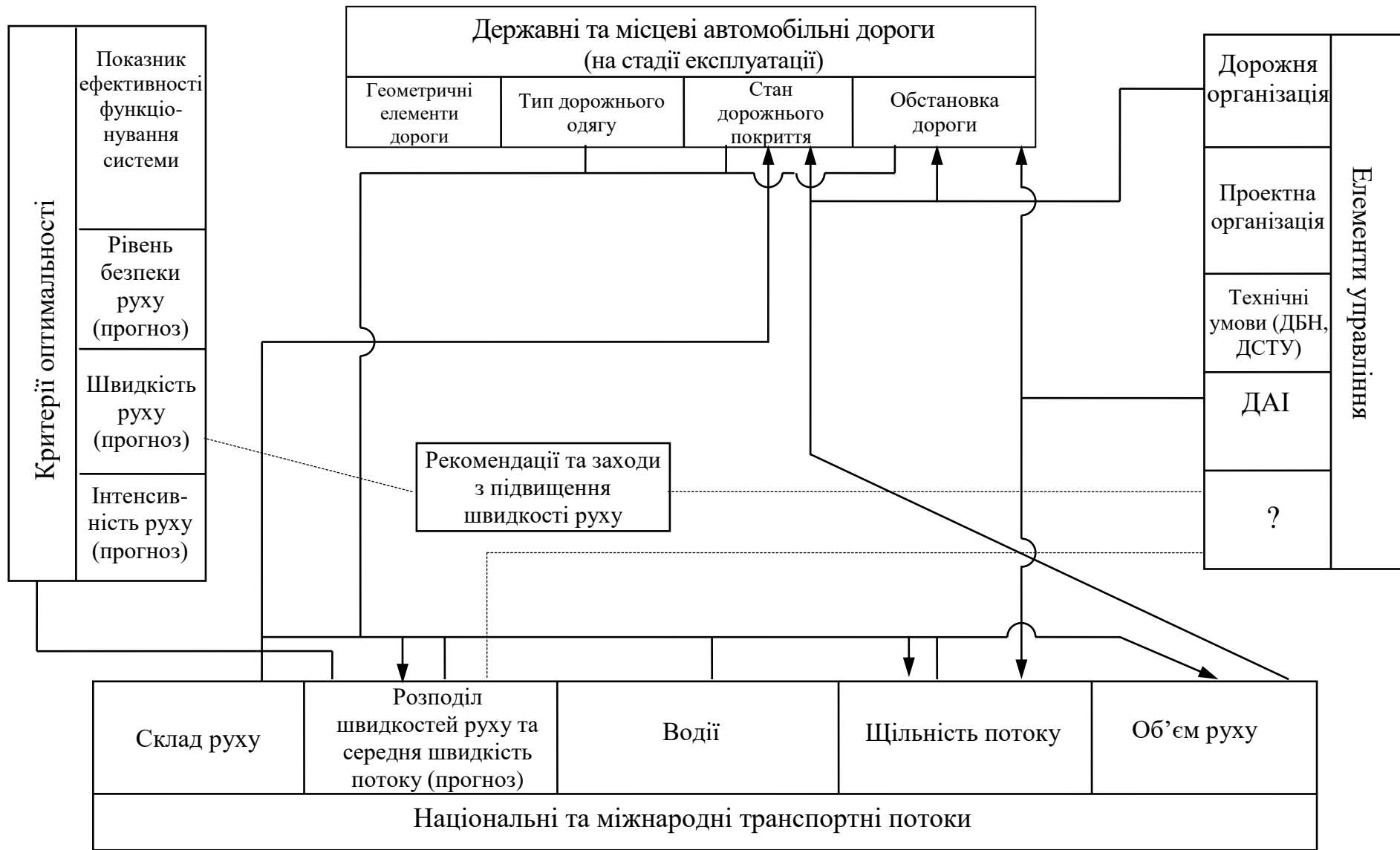


Рисунок 2.10 – Схема управління системою за показником швидкості руху на стадії експлуатації

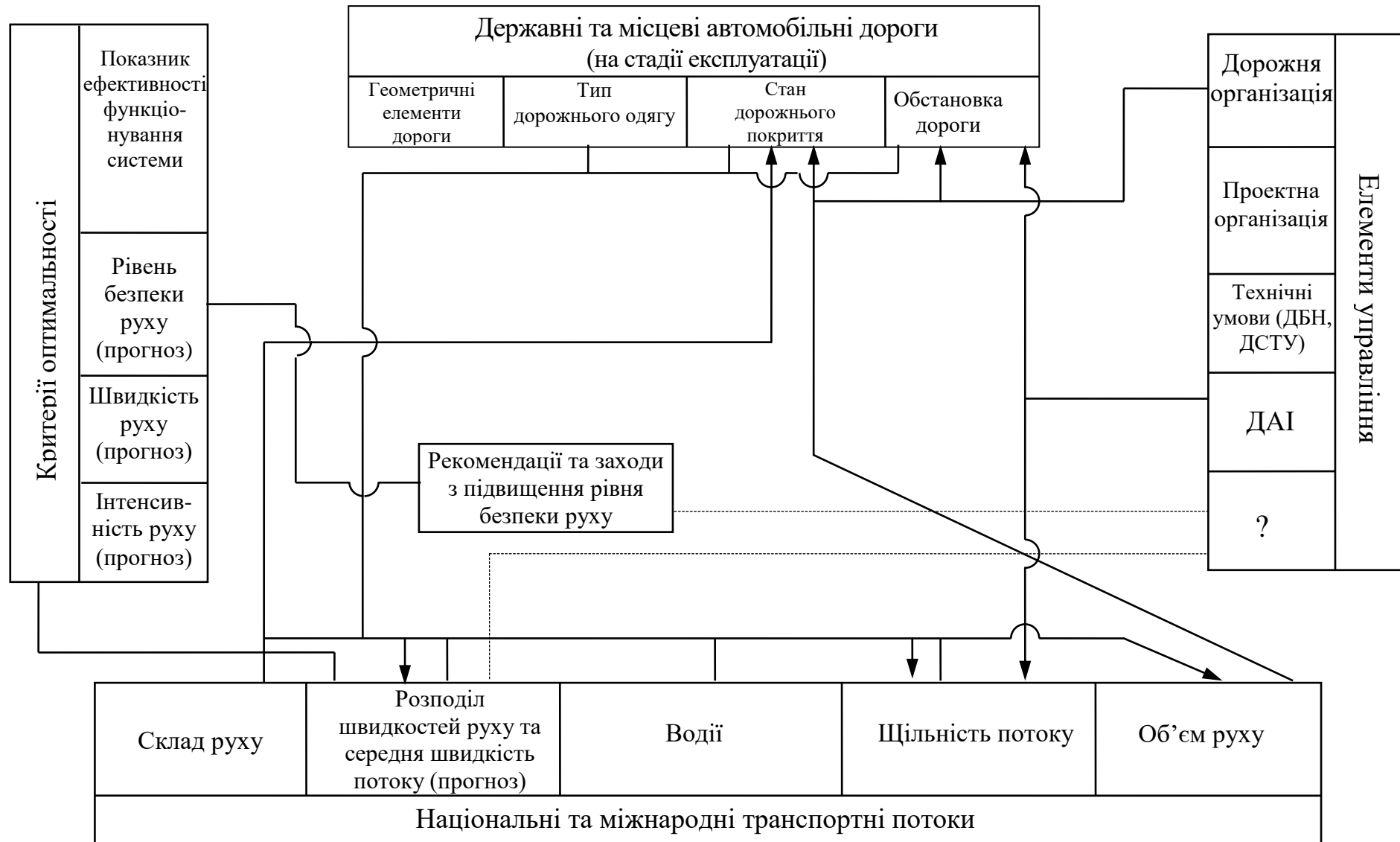


Рисунок 2.11 – Схема управління системою за показником рівня безпеки руху на стадії експлуатації

Управління транспортною системою за показником швидкості руху (рис. 2.10) не здійснюється. Як наслідок (одночасно це є й причиною), дані про швидкість руху, а, отже й про продуктивність доріг зараз ніхто не збирає і не аналізує.

Таким чином потрібно оптимізувати управління транспортною системою регіону *АДДМ-НМТП* із визначенням потрібних критеріїв управління (розділ 2.4).

## **2.4 Оптимізація управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»**

### **2.4.1 Визначення критеріїв оптимальності управління**

Аналіз мікрорівня функціонування мережі автомобільних доріг загального користування слід обмежувати границями окремих регіонів України через різноманітність адміністративних, економічних і соціальних чинників, що властиві окремим областям нашої країни, а також через фактори природно-кліматичного та дорожньо-транспортного характеру. Далі розглянуті питання, що стосуються можливості управління транспортною системою «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» саме для регіону (області або району).

При оптимізації управління транспортною системою регіону *АДДМ-НМТП* (мікрорівень аналізу функціонування мережі автомобільних доріг загального користування) можна прагнути досягнення різних цілей (критеріїв оптимальності), і, в залежності від цих цілей, розглядати різні завдання раціонального управління функціонуванням цієї транспортної системи. На автомобільному транспорті, включаючи в це поняття мережу його шляхів сполучення (автомобільні дороги), найважливішими вважалися такі завдання [173]:

- забезпечення найменшого часу сполучення при обмежених і заздалегідь заданих дорожніх витратах;
- забезпечення заданого (розрахункового) часу сполучення при можливо найменших дорожніх витратах;
- забезпечення найменших транспортних витрат при обмеженому (заданому) рівні дорожніх витрат;
- забезпечення найменших дорожніх витрат при обмеженому (заданому) рівні

транспортних витрат;

- забезпечення максимально можливого рівня безпеки руху при обмеженому (заданому) рівні дорожньо-експлуатаційних витрат;
- забезпечення заданого (необхідного) рівня безпеки руху при найменших можливих дорожньо-експлуатаційних витратах;
- досягнення мінімуму дорожньо-експлуатаційних витрат при забезпеченні заданого обсягу перевезень (руху), заданої швидкості та необхідної безпеки руху;
- забезпечення максимальної пропускної здатності дороги при обмеженому (заданому) рівні дорожньо-експлуатаційних витрат.

За своїми параметрами транспортна система *АДДМ-НМТП* відноситься до складних систем, основними характеристиками функціонування яких є: показник ефективності; стійкість; перешкодозахищеність; надійність. Далі під надійністю функціонування системи слід розуміти забезпечення необхідного рівня безпеки дорожнього руху, під перешкодозахищеністю – забезпечення безперервності руху, а під стійкістю – досягнення необхідної швидкості руху.

Отже, для управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* потрібними є дослідження та розробка наступних завдань:

- оцінка та прогнозування інтенсивності руху і складу транспортних потоків;
- оцінка та прогнозування швидкостей руху транспортних потоків;
- оцінка дорожніх умов;
- оцінка та прогнозування умов безперервного руху;
- оцінка та прогнозування рівнів безпеки руху;
- оцінка та прогнозування умов зручного руху;
- оцінка та прогнозування дорожніх витрат на поліпшення умов руху;
- оцінка та прогнозування продуктивності роботи автомобільних доріг;
- розробка системи збору і переробки інформації з метою оцінки та прогнозування роботи транспортної системи *АДДМ-НМТП*; це питання включає також розробку технічних засобів для збору та переробки інформації;
- організація системи управління з оцінкою та прогнозуванням показників функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП*.

У якості показника ефективності транспортної системи *АДДМ-НМТП* має бути обраний максимум об'єму та швидкості руху, з якими справляється система за умови, що рівні безпеки та зручності руху не нижче, а дорожні витрати забезпечують досягнення показником ефективності відповідної величини.



Маючи значення показника ефективності та допустимі межі зниження рівня ефективності при незадовільних умовах функціонування системи (відмови, перешкоди тощо), можна запропонувати обґрунтовані вимоги до надійності, стійкості, перешкодозахищеності, якості управління, інших властивостей системи, а також можливого ресурсного забезпечення її функціонування.

Для розрахунків, пов'язаних з визначенням вимог до складних систем, і, безпосередньо, до системи *АДДМ-НМТП*, необхідно використовувати методи математичного моделювання. При розрахунку окремі елементи складних систем замінюються спрощеними еквівалентними схемами (алгоритмами). Побудована так статистична модель використовується для визначення ефективності різних варіантів структури та набору параметрів, а також вибору оптимального варіанту.

Для забезпечення ефективного функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП* потрібно є організація спеціального органу управління – служби з оцінки та прогнозування показників функціонування системи *АДДМ-НМТП* (рис. 2.12).

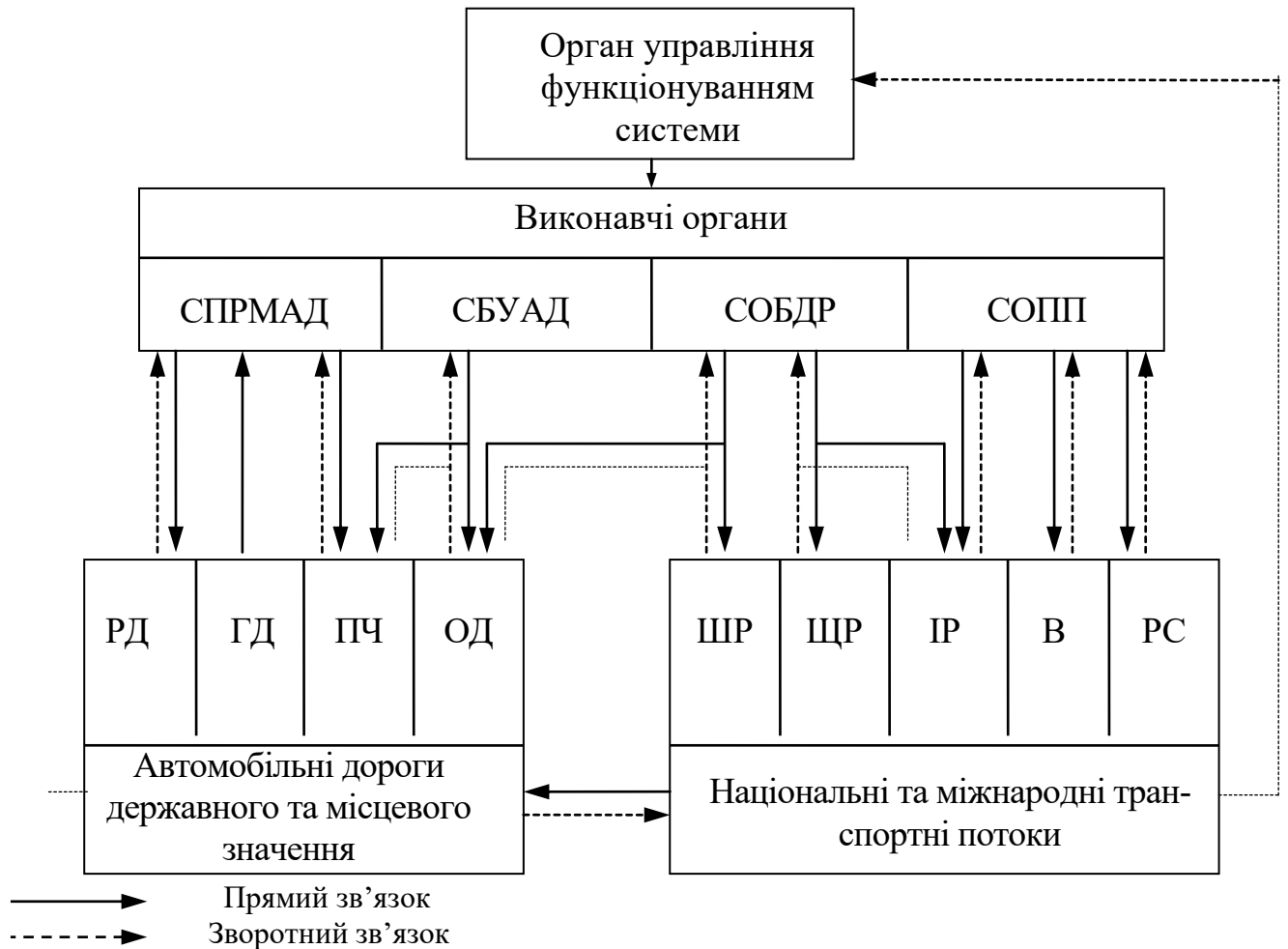
Автомобільні дороги є первинним елементом благоустрою, що активно виникає на територіях, які вводяться у планування будь-якого регіону, незалежно від ступеня їх загальної архітектурно-планувальної підготовки.

Існують території, на яких будуються автомобільні дороги, що вже мають якусь мережу доріг. Така існуюча мережа доріг обмежує проектну діяльність. При цьому доводиться обмежувати область можливих варіантів інженерно-планувальних рішень, пристосовуючи їх до існуючої мережі автомобільних доріг, або ж повністю чи частково змінювати нарис мережі, прокладаючи нові дороги та винищуючи старі дороги або переводячи їх у категорію автомобільних доріг місцевого значення.

Слід підкреслити, що підвищення об'ємів руху призводить до необхідності збільшення ширини проїзних частин і щільності мережі автомобільних доріг.

На конфігурацію мережі автомобільних доріг регіону також впливають:

- функціональне зонування території регіону;
- розміщення вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих пунктів у регіоні;
- напрямок і потужність зовнішніх та внутрішніх транспортних зв'язків;
- характер і розміщення туристичних маршрутів та зон відпочинку у регіоні;
- природно-кліматичні, гідрологічні та гідрогеологічні умови регіону;
- роль і зона впливу міст-центрів (промислових, адміністративних, культурних), що обслуговують жителів окремих областей у регіонах, які розглядаються.



СПРМАД – служба планування розвитку мережі автомобільних доріг; СБУАД – служба будівництва та утримання автомобільних доріг; СОБДР – служба організації та безпеки дорожнього руху; СОПП – служба з оцінки і прогнозування показників функціонування системи АДДМ-НМТП; РД – розміщення доріг; ГД – геометрія доріг; ПЧ – проїзна частина; ОД – обстановка дороги; ШР – швидкість руху; ЩР – щільність руху; В – водії; ІР – інтенсивність руху; РС – рухомий склад

Рисунок 2.12 – Виконавчі органи із забезпечення функціонування системи АДДМ-НМТП

Отже, формалізована схема аналізу функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП складається з п'яти рівнів-принципів аналізу (рис. 2.13):

1) перший рівень-принцип «Обстановка, що склалася історично» – розгляд соціально-економічних умов регіонів, які історично склалися:

- населення регіону, тис. чол.;
- площа регіону, кв. км;
- середній радіус віддаленості кордонів регіону від автомобільних доріг державного значення, км;
- щільність мережі автомобільних доріг (окремо – державного та місцевого значення) у регіоні, км / кв. км;

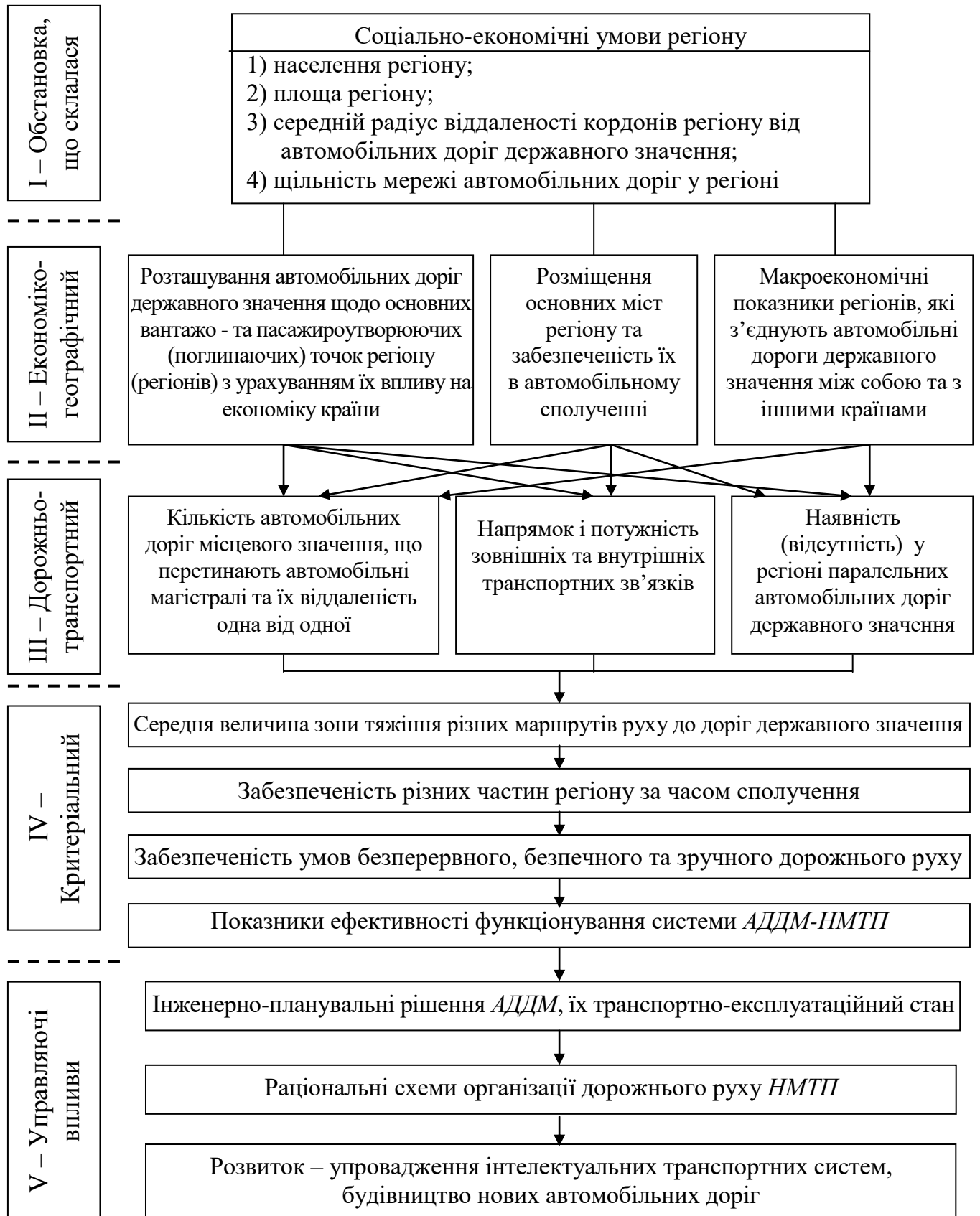


Рисунок 2.13 – Формалізована схема функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*

2) другий рівень-принцип «Економіко-географічний»:

- розташування автомобільних магістралей щодо основних вантажо- та пасажироутворюючих, вантажо- та пасажиропоглинаючих точок регіону з урахуванням їх впливу на економіку регіону та країни;

- розміщення міст регіону та забезпеченість їх автомобільним сполученням;

- макроекономічні показники регіонів, які з'єднують автомобільні магістралі між собою та з іншими країнами;

3) третій рівень-принцип «Дорожньо-транспортний»:

- кількість автомобільних доріг місцевого значення, що перетинають автомобільні дороги державного значення та їх віддаленість одна від одної;

- напрямки і потужність зовнішніх і внутрішніх транспортних зв'язків;

- наявність паралельних автомобільних доріг державного значення;

4) четвертий рівень-принцип «Критеріальний» (фактори керовані):

- визначення середньої величини зони тяжіння різних маршрутів руху до мережі автомобільних доріг державного значення;

- забезпеченість різних частин регіону за часом сполучення;

- забезпеченість необхідного рівня безпеки дорожнього руху;

- забезпеченість необхідного рівня зручності дорожнього руху;

- визначення ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*;

5) п'ятий рівень-принцип «Управляючі впливи»:

- удосконалення інженерно-планувальних рішень автомобільних доріг, у тому числі: удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, уширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;

- підвищення транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, у тому числі: удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;

- упровадження раціональних схем організації дорожнього руху, у тому числі: удосконалення облаштування автомобільних доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, встановлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень,

обладнання перехідно-швидкісних смуг, майданчиків для стоянки автомобілів біля придорожніх споруд дорожнього сервісу, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, будівництва пішохідних доріжок і т.д.;

- упровадження інтелектуальних транспортних систем на автомобільних магістралях, а також будівництво нових автомобільних доріг;

Напрямки стрілок на рис. 2.13 указують порядок розгляду та залежність нижче розташованих рівнів та їх факторів від розташованих вище. При цьому перший та другий рівні-принципи аналізу є однаковими за значимістю.

Перші три рівня-принципи є вихідними для четвертого та, особливо, п'ятого рівня-принципу аналізу системи, як визначальних щодо ефективного функціонування та розвитку транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

Необхідно зупинитися на двох останніх рівнях-принципах формалізованої схеми аналізу функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*. Для фактичного обґрунтування удосконалення інженерно-планувальних рішень автомобільних доріг і раціональних схем організації дорожнього руху ними національних і міжнародних транспортних потоків, необхідно користуватися принципом забезпеченості різних регіонів за часом сполучення:

$$T_{АДДЗ} \leq T_{АДМЗ}, \quad (2.1)$$

де  $T_{АДДЗ}$  – час руху з використанням автомобільної дороги державного значення;

$T_{АДМЗ}$  – час руху мережею автомобільних доріг місцевого значення регіону.

При цьому рух з використанням автомобільної дороги державного значення передбачає рух безпосередньо нею та окремим під'їздом до неї:

$$T_{АДДЗ} = T_n + T_{АМ}, \quad (2.2)$$

де  $T_n$  – час руху за напрямком під'їзду до автомобільної дороги державного значення;

$T_{АМ}$  – час руху безпосередньо автомобільною дорогою державного значення (автомобільною магістраллю).

Випускаючи проміжні розрахунки, мінімально необхідна швидкість руху автомобільною дорогою державного значення (автомагістраллю), виходячи із зазначених вище співвідношень, має бути

$$V_{AM} \geq \frac{V_{ADM3}(L_n + L_{AM})}{L_{ADM3}}, \quad (2.3)$$

але не менше наперед заданої швидкості руху відповідно до показника ефективності транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

Для існуючих автомобільних магістралей зворотною дією можна знайти зони району (регіону), транспортне використання якої тяжіє до використання автомобільної дороги державного значення:

$$L_n = V_n \left( \frac{L_{ADM3}}{V_{ADM3}} - \frac{L_{AM}}{V_{AM}} \right). \quad (2.4)$$

Користуючись знаннями зони тяжіння до автомобільної магістралі, можна визначити нижню межу середньої швидкості сполучення з використанням мережі автомобільних доріг державного значення.

Вищезазначеними критеріями (через визнання зони тяжіння до автомобільної магістралі та час руху маршрутом з її використанням) перевіряється ув'язка функціонування мережі доріг державного значення із планувальною структурою регіону та вплив на його транспортну забезпеченість.

Таким чином, умовно можна при районуванні периферійної мережі автомобільних доріг виокремити три зони:

- 1) де рух відбувається безпосередньо під'їзною дорогою місцевого значення з виходом на автомобільну дорогу державного значення;
- 2) де необхідно частину шляху подолати мережею автомобільних доріг місцевого значення до виходу на автомобільну дорогу державного значення;
- 3) де рух є раціональним тільки мережею доріг місцевого значення.

Останнє може бути визначене після розрахунку всіх варіантів для можливих напрямків руху з урахуванням територій регіону, що склалися.

Зазвичай (за роботами проф. Сільянова В.В.) вважають, що найкращим чином автомобільна дорога функціонує, коли швидкість і щільність руху є оптимальними з умов максимального об'єму руху або, іншими словами, пропускну здатності дороги. При цьому розраховують рівні зручності, значенню кожного з яких відповідають визначені діапазони трьох коефіцієнтів: завантаження рухом,

швидкості руху та насичення рухом. У роботі [174] ця методика проаналізована і, таким чином, встановлено, що оцінка умов руху існуючими коефіцієнтами не дозволяє визначити можливості автомобільної дороги з обслуговування транспортних потоків, а також виявити наявність резерву. Цей метод не може бути використаним для управління рухом та отримання оцінки умов руху у конкретний момент часу. Окрім того, незрозуміло, як удосконалення умов руху можна пов'язати з необхідним ресурсним забезпеченням виконання дорожніх робіт.

Також слід підкреслити, що при досягненні максимального значення інтенсивності рух будь-якою дорогою стає колонним. Імовірність зміни смуги при колонному русі дуже мала. Зупинка якогось з транспортних засобів, що намагається змінити смугу руху, призведе до короткочасного затору.

Отже, для аналізу ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування на мікрорівні аналізу функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* є необхідною розробка нового системного підходу з визначенням продуктивності роботи кожної автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг по забезпеченню безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху.

#### **2.4.2 Транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг як їхні споживчі характеристики та вимоги до них з боку користувачів доріг**

Автомобільні дороги загального користування є складовою транспортної системи України, яка задовольняє потреби в автомобільних пасажирських і вантажних перевезеннях [1].

Складовими автомобільної дороги загального користування у межах смуги відведення є такі інженерні та допоміжні споруди, а також інженерно-транспортне облаштування: земляне полотно; дорожній одяг проїзної частини; дорожній водовідвід (бокові канами, водовідвідні канами, нагірні канами, випарювальні басейни, водопропускні споруди – труби та малі мости, відкриті та закриті дренажні системи); штучні споруди (мости, шляхопроводи, естакади, віадуки, тунелі, надземні та підземні пішохідні переходи, наплавні мости та поромні переправи, розв'язки доріг на одному і різних рівнях, підпірні стінки, галереї, паралельні об'їзні дороги, уловлюючі з'їзди, снігозахисні споруди та насадження, протилавинні і протисельові споруди); інженерно-транспортне облаштування (дорожні знаки, інформаційні табло, дорожня розмітка, напрямні пристрої,

сигнальні стовпчики, транспортні та пішохідні огорожі, світлофорне обладнання, спеціально відведені місця для зупинки маршрутних транспортних засобів, майданчики для стоянки, майданчики відпочинку, видові майданчики, захисні та декоративні насадження, засоби освітлення і технологічного зв'язку, вагові комплекси для контролю за ваговими параметрами транспортних засобів); дорожні комплекси і лінійні споруди для виконання поточного ремонту та утримання дороги, майданчики для складування дорожньо-будівельних матеріалів.

Автомобільні дороги складаються, таким чином, із багатьох елементів та облаштування різного призначення і характеризується значною кількістю параметрів. Ось чому для оцінки їхньої якості та стану застосовують широку номенклатуру простих, групових і комплексних показників. В абсолютній формі ці показники більше розкривають фізичну сутність параметрів, що оцінюються, але утруднюють порівняльну оцінку. У відносній формі відразу ж робиться висновок про відповідність того або іншого параметра встановленим вимогам.

Якість функціонування автомобільної дороги забезпечується її технічним станом, інженерним обладнанням та облаштуванням, а також рівнем утримання.

Показники технічного рівня залежать від постійних параметрів дороги, що визначені на стадії проектування і нечасто змінюються у процесі її експлуатації.

Показники транспортно-експлуатаційного стану дороги, навпаки, весь час змінюються у процесі її експлуатації, тому що залежать від перемінних параметрів і характеристик дороги, що змінюються під дією транспортних потоків, природно-кліматичних факторів і заходів щодо ремонту та утримання дороги.

У багатьох випадках до показників транспортно-експлуатаційного стану дороги відносять тільки показники стану дорожнього одягу та покриття проїзної частини: міцність, рівність, шорсткість, коефіцієнт зчеплення, зношування. Їх необхідно доповнити показниками фактично використовуваної для дорожнього руху ширини й стану проїзної частини, крайових укріплених смуг та узбіч, опором коченню тощо.

Важливою характеристикою якості дороги є її інженерне обладнання та облаштування: технічні засоби організації дорожнього руху (огороження, дорожні знаки та розмітка, освітлення), будівлі та споруди дорожнього сервісу.

Є показники, що запропоновані для оцінки ергономічних якостей дороги (психофізіологічне сприйняття дороги водієм, рівень шуму та вібрації, відбиваюча



здатність покриттів проїзної частини дороги, естетичність), екологічних якостей дороги (забрудненість придорожного простору, запиленість і засоленість ґрунту та ґрунтових вод).

Узагальненою характеристикою є поняття транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги, що включає технічний рівень, експлуатаційний стан, а також інженерне обладнання та облаштування. Відповідно й показники транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги включають показники технічного рівня, експлуатаційного стану, а також інженерного обладнання та облаштування.

Оцінка транспортно-експлуатаційного стану має велике значення для дорожніх організацій при рішенні задач ремонту та утримання автомобільної дороги. Але з позицій користувачів дороги важливішою є оцінка споживчих властивостей дороги, що забезпечуються її транспортно-експлуатаційним станом. Споживчі властивості дороги (її транспортно-експлуатаційні властивості) оцінюються наступними характеристиками: забезпечена швидкість руху, умови безперервного, безпечного та зручного руху, пропускна здатність дороги, допустиме осьове навантаження транспортних засобів.

Від транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільної дороги залежать техніко-економічні показники роботи автомобільного транспорту: середня швидкість транспортного потоку, продуктивність транспортних засобів, собівартість перевезень тощо. Техніко-економічні показники автотранспорту характеризують саме його роботу, тому що, виходячи з наведених показників, застосування середньої швидкості потоку в якості транспортно-експлуатаційного показника дороги можна вважати умовним через те, що інтенсивність і склад транспортного потоку можуть значніше впливати на середню швидкість, ніж саме дорожні умови.

У розрахунках техніко-економічні показники автомобільного транспорту раніше приймали за техніко-економічні показники самої автомобільної дороги. В них середня швидкість потоку вважалася найважливішою характеристикою системи «Дорожні умови – транспортні потоки» (ДУ-ТП) [164]. Але такий підхід можна було вважати раціональним для планової економіки, під час визначення народногосподарської ефективності роботи автомобільного транспорту. В сучасних умовах при співіснуванні різних форм власності на транспортні засоби та автомобільні дороги виникає потреба в удосконаленні існуючих показників роботи транспортної системи *АДДМ-НМТП* (розділ 2.2).

Автомобільні дороги України зараз – це підгалузь неринкової діяльності, тобто такої діяльності, витрати на яку не покриваються за рахунок продажу товару чи послуги на ринку. Неринкова діяльність відрізняється від ринкової: на неї не встановлюється ціна на ринку і вона не продається за рахунок прямого переходу коштів. Особливо актуальним є питання правильного розподілу вкладень фінансових, матеріальних та трудових ресурсів у функціонування та розвиток доріг, спрямованих на забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків. Отже, належить виявити, якими показниками слід оперувати, щоб досягти найкращого використання ресурсів суспільства для досягнення максимальної вигоди від функціонування автомобільних доріг.

Для визначення ефективності роботи автомобільної дороги загального користування треба визначитись, які головні показники оцінки слід застосовувати.

### **2.4.3 Головні показники транспортної роботи**

Система одиниць у такій дисципліні як фізика базується на декількох основних одиницях виміру. В області механіки такими одиницями є маса, шлях і час. Транспортні процеси, хоча і протікають за фізичними законами, але при їх описі потрібно брати до уваги також додаткову інформацію, що знаходиться за межами фізики, тому що пасажирів й вантажі, які підлягають перевезенню, не знеособлені, тобто не є довільно замінними одне одним. Ось чому величини й закони, уживані у фізичній теорії транспорту та у динаміці рухомого складу [176-178], є недостатніми для того, щоб оцінити транспортну систему. Для транспортних систем розроблено вимірники, які фіксують явища та процеси, що відбуваються у ній.

За аналогією з фізичними одиницями виміру транспортні вимірники можуть бути зведені до декількох основних одиниць, система визначень яких має бути обрана так, щоб різні вимірники були б, по можливості, складені з деяких основних вимірників. Основні вимірники повинні бути незалежними [179].

Система транспортних вимірників побудована на базі трьох основних одиниць: транспортної маси  $M$ , транспортного шляху  $L$  і транспортного часу  $T$ , а технологічні вимірники можна установити на базі цих трьох основних [180, 181]. Система транспортних вимірників надає величини, які в суспільно-економічних дослідженнях можуть бути віднесені до витрат, що виникають при перевезеннях.

*Транспортна маса  $M$*  – це кількість досліджуваних транспортних одиниць.

Цей вимірник може бути скаляром або вектором. Скалярна транспортна маса складається з одиниць, що знаходяться в спокої чи у русі, для яких нічого невідомо про напрямок наміченого переміщення чи переміщення, що вже відбувається, та які математично характеризуються лише визначеною величиною. Векторна транспортна маса має просторово-часову інформацію про джерело та стік (пункти призначень), а у більшості випадків – і про визначений момент часу перевезення. Це така транспортна маса, перевезення якої або вже здійснюється, або є відповідне на те розпорядження. Векторне поняття транспортної маси не містить у собі ще нічого про дійсно пройдений шлях та необхідного для цього часу, і тому є статичною величиною.

Розмірність транспортної маси може виражатися різними одиницями виміру, що не мають бути похідними одне від одного. Скалярною транспортною масою є кількість глядачів на стадіоні, мета переміщення кожного з яких після футбольного матчу невідома, або ж цукор, що знаходиться на складі. У скалярних одиницях вимірюються: кількість наявних одиниць рухомого складу: автомобілів, літаків, суден. Необхідно вказувати момент часу визначення транспортної маси, наприклад, кількість зареєстрованих транспортних засобів у Київській області на 1 січня 2010 р. Векторною транспортною масою є, наприклад, кількість пасажирів або автомобілів, що у визначений момент часу знаходяться в русі ділянкою автомагістралі «Київ – Бориспіль».

Транспортна маса не є фізичною величиною й виражається у різних одиницях виміру. Не можна підсумовувати кількість пасажирів із кількістю тонн вантажів для визначення загальних перевезень транспорту, або кількість локомотивів не можна підсумовувати з кількостями літаків і суден для визначення суми транспортних засобів.

Похідні величини, отримані з основного вимірника транспортної маси, мають також розглядатися окремо, кожна у своїх одиницях виміру. Як одиницю виміру транспортної маси має сенс ввести єдиний основний вимірник, тому що в цьому випадку похідні величини будуть містити основний вимірник, характерний для їхнього різноманіття. Варіантами позначення транспортної маси можуть бути поняття об'єму перевезень.

*Транспортний шлях  $L$*  розглядається не тільки як відстань між початковим пунктом чи пунктом зародження перевезення, тобто джерелом і своїм кінцевим

пунктом чи пунктом призначення, але характеризується одночасно також і своїм напрямком. Таким чином, з позицій математики транспортний шлях є вектором. Шлях від пункту  $A$  до пункту  $B$  не ідентичний шляху від  $B$  до  $A$ .

Транспортний шлях часто зображується прямолінійним поєднанням джерела зі стоком, що відповідає повітряній лінії. Насправді треба враховувати фактичний шлях, що у залежності від конкретної задачі позначається як шлях проходження, маршрут проходження, маршрут перевезення або ж як найкоротший шлях. У тарифних розрахунках потрібно брати до уваги шлях, що утворить тарифну відстань, що може відрізнятись від дійсно пройденого шляху, а іноді мати з ним лише загальні початковий і кінцевий пункти. Одиницями виміру транспортного шляху є метр, кілометр, миля, морська миля чи будь-яка інша міра довжини.

*Транспортним часом*  $T$  є проміжок часу, необхідний для процесу перевезення. Якщо ж, у вигляді виключення, потрібно задати абсолютний момент часу процесу перевезення, то транспортний час відносять до нульового пункту встановленої системи координат, наприклад, до початку доби.

Для транспортного часу необхідно робити розходження між часом руху та часом перебування у дорозі. Час руху відповідає часу, протягом якого транспортна маса дійсно знаходиться в русі й який, таким чином, не включає часу зупинок. Час перебування у дорозі враховує пересування, зупинки на проміжних вантажно-розвантажувальних станціях, переформування автопоїздів, а також при відомих обставинах – заміну одного транспортного засобу іншим і чекання.

При пасажирських перевезеннях час перебування пасажирів у дорозі можна підрозділити на час підходу до початкової зупинки, час поїздки й час проходження від кінцевої зупинки до місця призначення. Власне час поїздки відповідає, при цьому, часу перебування у дорозі транспортного засобу [182].

При вантажних перевезеннях загальний час транспортування позначається часом доставки. При розгляді обороту рухомого складу мають справу з часом обороту, що відповідає тривалості експлуатаційного циклу. Для вантажного автомобіля – це час між моментами навантаження та наступного навантаження.

*Транспортна робота*  $ML$  визначається як скалярний добуток вектора транспортної маси  $M$  та вектора шляху  $L$  [183 - 185]. Таким чином,  $ML$  є скаляром і може підсумовуватися. Ця величина не віднесена до визначеного проміжку часу. При визначенні  $ML$  перший зі співмножників може бути узятий у дійсних чи в

тарифних одиницях маси, а другий – як дійсно пройдений шлях чи як тарифна відстань. Це дає чотири можливості інтерпретації добутку  $ML$  [186].

Необхідно відразу застерегти від змішання понять транспортної роботи, що представляє собою в основному статистичну величину, і механічної роботи, що робить автомобіль завдяки силі тяги, що розвивається ним, на визначеному шляху. Механічна робота визначається при розрахунках часу руху й може бути завжди виражена витратою енергії, наприклад, у літрах витраченого пального. Математично механічна робота є скалярним добутком вектора сили, що діє в напрямку руху, та вектора шляху. Інакшим є випадок транспортної роботи, один компонент якої, хоча і є вектором у напрямку шляху, але, ні в якому разі, не виражає силу, необхідну для його подолання.

З погляду статистики байдуже, проходить автомобіль вагою в 10 т на відрізьку 100 км на підйом чи під ухил, тому що транспортна робота в обох випадках дорівнює 1000 т-км. Звичайно, із погляду механіки існує велике розходження між цими двома випадками, тому що при русі на підйом автомобіль має виконувати роботу, а при русі під похил може існувати надлишок енергії, що має бути погашений гальмуванням. Тому звичайний зв'язок між витратою енергії та транспортною роботою має тільки статистичний, а не фізичний зміст.

Обидві одиниці виміру, тобто тонно-кілометр і пасажиро-кілометр, відомі кожному фахівцю з транспорту. Одиниці т-км та інші повинні записуватися, у всякому разі, як добуток, а не як дріб т/км, тобто не як відношення двох основних вимірників, що часто присутнє навіть у службовому вживанні.

*Транспортна робота  $ML$*  може також називатися перевізною роботою, транспортною чи перевізною продукцією.

*Транспортна продуктивність  $ML/T$*  визначається добутком транспортної маси  $M$  і транспортного шляху  $L$ , віднесеним до транспортного часу  $T$ . Вона може бути також підрахована як транспортна робота  $ML$ , віднесена до часу  $T$ , або як добуток транспортної маси  $M$  та швидкості  $L/T$ , або ж як інтенсивність транспортного потоку  $M/T$  помножена на шлях  $L$ . Уже ці три визначення транспортної продуктивності вказують на можливість застосування цього поняття. Іноді транспортна продуктивність виражається в невірних одиницях виміру, а саме в одиницях транспортної роботи, тобто при цьому відсутнім є зв'язок із часом.

У разі потреби робиться розходження між транспортною продуктивністю у

вантажних перевезеннях (наприклад, бруто ткм/рік чи нетто ткм/рік), продуктивністю перевезень у пасажирському сполученні (пасажиро-км/рік) і транспортною (чи краще експлуатаційною) продуктивністю (авт-км/рік). В СРСР продуктивність транспорту у вантажних перевезеннях мала назву вантажообігу [187]. Відношення до визначеного інтервалу часу є обов'язковим у всіх цих випадках. Для того щоб одночасно врахувати масу, шлях і швидкість, вводиться показник транспортної дії  $ML^2/T$  як добуток транспортної роботи  $ML$  і швидкості  $L/T$  чи ж як продуктивність транспорту  $ML/T$ , помножена на шлях  $L$ . На залізницях Радянського Союзу ця величина використовувалася як показник порівняння роботи в диспетчерській службі [188]. Показники, позначені там як транспортні одиниці, порівнюються із собівартістю і дозволяють швидко визначати економію. Показник транспортної дії виправдав себе також при порівняльному розгляді транспортних літаків [189] і при порівнянні ефективності різних транспортних засобів. Його можна використовувати при оцінці заходів щодо раціоналізації роботи [190].

#### **2.4.4 Продуктивність роботи автомобільної дороги як критерій ефективності її функціонування**

Однією з головних умов використання автомобільним транспортом мережі автомобільних доріг є рух нею з достатньо високими швидкостями. Якщо раніше [191, 192] для автомобільних доріг максимумом показника ефективності вважали досягнення інтенсивності транспортного потоку значення пропускної здатності автомобільної дороги, то зараз, урахувуючи суспільно-економічну значимість мережі автомобільних доріг, пропонується використовувати критерієм ефективності показник продуктивності роботи дороги, що найкраще відповідає руху великих за обсягами транспортних потоків із достатньо великими швидкостями руху за умови необхідного рівня безпеки дорожнього руху. Головною перевагою цього показника є урахування швидкості руху транспортного потоку поряд з урахуванням його інтенсивності. Продуктивність роботи дороги визначається як добуток швидкості руху на об'єм транспортного потоку:

$$P = \bar{V} \cdot N,$$

де  $P$  – продуктивність роботи автомобільної дороги;

$\bar{V}$  – середня швидкість руху;  $N$  – об'єм транспортного потоку.

Зниження швидкості руху транспортних засобів із ростом об'єму руху дозволяє припустити, що на графіку залежності продуктивності від щільності руху буде спостерігатися максимальне значення продуктивності роботи дороги.

Оптимізація роботи системи *АДДМ-НМТП* полягає в максимізації продуктивності дороги за умов досягнення необхідної швидкості руху, а також забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків. Усе це має бути оцінено досягненням суспільно-економічної ефективності роботи автомобільної дороги.

Для визначення відповідності вимог до якості умов руху національних та міжнародних транспортних потоків можливостям пропозиції з боку автомобільних доріг потрібно проаналізувати залежність продуктивності роботи дороги від щільності руху, при цьому оптимальна щільність має відповідати максимуму продуктивності, а значення інтенсивності руху, при цьому, буде тим заданим рівнем, що є граничним.

Інтенсивність руху, враховуючи основне рівняння руху, подається залежністю [192]:

$$N = V \cdot q. \quad (2.5)$$

Таким чином, продуктивність роботи дороги має вигляд:

$$П = \bar{V}^2 \cdot q. \quad (2.6)$$

де  $q$  – щільність руху.

Залежність швидкості руху потоку від його щільності у загальному вигляді:

$$V = C \cdot \ln\left(\frac{q_{\max}}{q}\right),$$

де  $C$  – деяка позитивна константа,

$q_{\max}$  – максимально можлива щільність руху;

або 
$$V = V_6 \cdot \left(1 - \frac{q}{q_{\max}}\right), \quad (2.7)$$

де  $V_6$  – швидкість вільного руху.

Тоді продуктивність роботи дороги може мати вираз:

$$\Pi = V_6^2 \cdot q \cdot \left(1 - \frac{q}{q_{\max}}\right). \quad (2.8)$$

Узявши першу похідну продуктивності роботи дороги по щільності руху потоку, отримаємо її оптимальне значення (при цьому воно максимальне):

$$\frac{d\Pi}{dq} = V_6^2 \cdot \left(1 - \frac{2q}{q_{\max}}\right). \quad (2.9)$$

Таким чином, транспортна система *АДДМ-НМТП* є керованою, тому що процеси, які в ній відбуваються, можуть бути оптимізовані. Математична модель цієї задачі, тобто математична модель оптимального управління транспортною системою *АДДМ-НМТП* має вигляд:

$$\Pi(l_{ab}) \rightarrow \max \quad (2.10)$$

за обмежень

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

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

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

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

де  $\Pi(l_{ab})$  – продуктивність роботи ділянки автомобільної дороги довжиною  $l_{ab}$ ;

$\bar{V}$  – середня швидкість руху транспортного потоку на ділянці дороги довжиною  $l_{ab}$ ;

$V_3$  – заданий рівень швидкості руху транспортного потоку;

$N$  – інтенсивність руху транспортного потоку на ділянці дороги довжиною  $l_{ab}$ ;



$N(q_{opt})$  – інтенсивність руху, що відповідає оптимальній щільності транспортного потоку, виходячи з умов досягнення суспільно-економічної ефективності роботи дороги;

$SL$  – рівень безпеки руху на ділянці дороги;

$\bar{SL}$  – мінімально необхідний рівень безпеки руху на ділянці дороги;

$P(MR)$  – транспортна цінність руху, що відповідає граничним суспільним вигодам  $MR$  через удосконалення умов руху транспортних потоків автомобільною дорогою;

$AC$  – середні загальні суспільні витрати на удосконалення умов руху транспортних потоків автомобільною дорогою;

$MC$  – граничні суспільні витрати на удосконалення умов руху транспортних потоків автомобільною дорогою.

Подана система управління достатньо відображає задачу оптимізації системи для окремої дороги. У випадку оптимізації системи для усієї мережі автомобільних доріг загального користування математична модель виглядатиме складніше:

$$\sum_i \sum_j \Pi \rightarrow \max \quad (2.11)$$

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

за обмежень

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

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

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

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

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

Основним параметрами, що входять у показник продуктивності роботи автомобільної дороги, є середня швидкість руху та об'єм транспортного потоку (інтенсивність дорожнього руху). Останні, у свою чергу, є функціями щільності руху. Таким чином, щільність руху є інтегральним параметром функціонування автомобільної дороги, а її величина значно залежить від існуючих дорожніх умов та складу транспортного потоку. Отже, продуктивність дороги має вимірник: автомобіле-кілометр за добу (авт.-км/добу). Перевагою такого вимірника є те, що,

якщо розглядати продуктивність дороги з позиції користувача дороги, то можна застосовувати його погляд на користування дорогою як рух його автомобіля з відповідним значенням швидкості руху на конкретній ділянці автомобільної дороги. Якщо ж розглядати цей вимірник з позиції дорожньої організації, яка утримує дорогу, то він (вимірник) демонструє необхідність забезпечення відповідної інтенсивності руху на ділянці дороги довжиною в один кілометр. Отже, даний вимірник має універсальний характер, що дозволяє застосовувати його як головний універсальний вимірювач ефективності роботи автомобільної дороги.

У наступному розділі розглянуті обмеження моделей (2.10) і (2.11) та їх вплив на цільову функцію, а саме:  $P(MR)$  – транспортна цінність руху;  $MR$  – граничні суспільні вигоди від удосконалення умов руху;  $AC$  – середні загальні дорожні витрати на удосконалення умов руху;  $MC$  – граничні дорожні витрати на удосконалення умов руху, а також методологічні основи визначення рівнів безпеки руху  $SL$  та рівнів зручності руху з урахуванням заданих значень швидкості руху транспортного потоку.

## **2.5 Вирішення проблеми досягнення умов пропорційності та збалансованості функціонування й розвитку мережі автомобільних доріг**

Вирішення проблеми досягнення пропорційності та збалансованості функціонування й розвитку мережі автомобільних доріг має ґрунтуватися на критичному аналізові поняття рівноваги у будь-якій складній системі: на макрорівні аналізу функціонування в економічній системі, елементом якої є транспортна система України (розділи 1 та 2), а також на мікрорівні аналізу функціонування в транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та місцеві транспортні потоки».

Як вже підкреслювалося, існує проблема ефективного використання обмежених ресурсів або управління ними з метою досягнення максимального задоволення матеріальних потреб людей. Але дослідження функціонування мережі автомобільних доріг може виявити її ефективність не тільки з боку поліпшення економічних показників матеріального виробництва, але й вирішення багатьох соціальних питань, таких як безробіття, бідність і нерівність, забруднення довкілля тощо. Корені цього уходять у проблему саме ефективного використання

обмежених ресурсів [158]. Як підкреслювалося вище, на відміну від визначення ефективності функціонування автомобільних доріг, яке практикувалося дотепер, нові уявлення про проблему мають базуватися не тільки з індивідуальної, але також і із суспільної точки зору.

Дослідженню теоретичних аспектів ринкової рівноваги приділялася велика увага багатьох учених. Первісне поняття рівноваги розглядалося як такий стан, до якого стихійно приходять ринок, огорожений від позаекономічного втручання. Однак потім було виявлено багато причин, через які для ринкової економіки звичайним є стан незбалансованості з усіма властивими йому важкими соціально-економічними наслідками.

Важливість ролі, яку має поняття рівноваги в економічній системі, спонукує вчених до розвитку цієї теорії. Запропоновані різні підходи до вивчення рівноваги та її стійкості, розроблена значна кількість моделей за різними гіпотезами про функціонування ринкового механізму економічної системи. Але ці дослідження поки не вийшли за рамки доказу існування умови рівноваги стосовно до конкурентного ринку. Задача про існування рівноваги за умов неповної конкуренції (до яких беззаперечно відноситься функціонування мережі автомобільних доріг загального користування) не вирішена через її складність.

Ученими були досліджені моделі, що охоплюють не тільки сферу обміну, але і сферу виробництва та загальну ринкову рівновагу. Вони ґрунтуються на зіставленні числа невідомих із числом рівнянь і мало змістовні в суспільно-економічних відносинах. Разом із тим, раніше і зараз проводяться дослідження зі створення та аналізу моделей ринкової рівноваги, заснованих на методах теорії ігор. Однак, як зазначалося, область їхнього застосування обмежена конкурентними ринками і тому вони далекі від реальних умов функціонування мережі автомобільних доріг загального користування.

На відміну від ринкової конкурентної економіки в соціально-орієнтованій економічній системі, де мають діяти закони регулювання виробництва суспільних продуктів, розвиток може бути досягнутий на основі пропорційності і збалансованості у сфері виробництва, обміну та обігу й забезпечуватиметься прогнозом, що є попереднім розрахунком майбутньої поведінки таких суспільно-економічних систем як транспортні системи.

Закони соціально-орієнтованого виробництва суспільних продуктів визначають матеріальні, інформаційні та фінансові зв'язки між суспільними та

індивідуальними потребами (попитом на рух автомобільними дорогами), отриманим суспільним продуктом (дорожнім рухом) і суспільними витратами (пропозицією із забезпечення відповідної якості дорожніх умов). Вони знаходять висвітлення в збалансованості індивідуального та суспільного попиту на дорожній рух і відповідних йому за якістю дорожніх умов. Це означає, що всі індивідуальні та суспільні потреби повинні повністю задовольнятися їх виробництвом: попит на рух автомобільними дорогами має визначати пропозицію щодо забезпечення відповідної якості дорожніх умов через виконання дорожніх робіт підприємствами та організаціями дорожнього господарства.

У межах науково обґрунтованого прогнозу на підставі системного аналізу функціонування має бути забезпечений гармонійний, тобто пропорційний, розвиток країни і регіонів, у тому числі, шляхом задоволення суспільного попиту на рух автомобільними дорогами загального користування. Довгострокове прогнозування та відповідне регулювання розвитку мережі автомобільних доріг на макрорівні аналізу функціонування країни має забезпечити збалансованість найважливіших сторін виробництва й споживання, попиту та пропозиції ринків продуктів і послуг, доходів і витрат населення та держави.

Найважливішим питанням при цьому є ефективне використання обмежених природних, виробничих і трудових ресурсів шляхом управління ними з метою досягнення максимального задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства.

При прогнозуванні має бути досягнутий баланс між кожною парою показників, що характеризують суспільно-економічний ефект факторів виробництва суспільного продукту для повного задоволення попиту користувачів доріг на умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, що виникає. Тому моделі прогнозування, за допомогою яких здійснюється розрахунок та ув'язування показників попиту на рух і пропозиції відповідної якості дорожніх умов, потрібно будувати як моделі, що забезпечують пропорційність і збалансованість між перемінними функціонування мережі автомобільних доріг, що реалізують, таким чином, пропорційний розвиток мережі доріг. Саме таке, цілеспрямоване регулювання на макрорівні функціонування у масштабах всієї транспортної системи України має відрізняти її соціально-орієнтований розвиток від стихійного, при якому досягнення рівноваги цілком віддано на відкуп ринку (розділ 4).

Мікрорівень аналізу функціонування мережі автомобільних доріг покликаний

мати справу з конкретними господарчими одиницями – окремими автомобільними дорогами, із детальним вивченням їх роботи щодо забезпечення перепуску транспортних потоків. Тобто, через мікрорівень аналізу функціонування досліджується виробництво та цінність конкретного продукту – створюваних потрібної якості дорожніх умов, у тому числі, робота автомобільних доріг щодо надання послуг із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків ними (розділ 3). Одним з головних показників мікрорівня аналізу функціонування пропонується прийняти час перебування у дорозі (розділ 2.4). Це обумовлене тим, що саме швидкість пересування та його безпеку переважна частка водіїв транспортних засобів, які є користувачами автомобільних доріг, вважають головними пріоритетами у виборі маршрутів свого руху.

Математичні моделі досліджуваних процесів мають бути побудовані як балансові, що забезпечують необхідні пропорції функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг загального користування на обох рівнях аналізу.

## **2.6 Висновки за розділом 2**

1) Завдяки змістовному описові функціонування мережі автомобільних доріг розроблена робоча гіпотеза й методологія дослідження, зроблені відповідні припущення та абстракції. Доведено, що функціонування мережі автомобільних доріг та її окремих ланок у сучасних умовах мусять аналізуватися не тільки з позицій аудиту (мікрорівень аналізу функціонування мережі доріг), а й з позицій суспільства у цілому (макрорівень аналізу функціонування).

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

3) Зроблений системний підхід до визначення транспортно-дорожнього комплексу, його місця та значення для суспільства та економічної системи країни, а також можливість застосування макро- та мікропідходів до аналізу функціонування та управління функціонуванням мережі автомобільних доріг завдяки формалізованій схемі системності процесів, що відбуваються під час функціонуванні мережі автомобільних доріг загального користування у

транспортній системі України. Окрім того, із загальної системи автомобільного транспорту разом із шляхами його сполучення (транспортно-дорожній комплекс країни) може й повинна бути виділена окрема транспортна система «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки», у якій виконується головний виробничий процес – рух транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування.

4) Аналіз функціонування транспортної системи «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» дозволив побудувати схему кібернетики транспортної системи *АДДМ-НМТП*, її структурну схему, а також схеми оптимізації за показниками ефективності функціонування системи як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації системи *АДДМ-НМТП*. Аналіз структури і зв'язків у транспортній системі *АДДМ-НМТП* засвідчив, що оптимізація її на стадії експлуатації вимагає організації спеціальної служби управління процесами функціонування мережі автомобільних доріг загального користування.

5) Для подолання зазначених проблем необхідною є оптимізація управління транспортною системою регіону *АДДМ-НМТП* із визначенням потрібних критеріїв управління. Доведено, що найповніше відповідає меті функціонування мережі автомобільних доріг показник «Продуктивність роботи автомобільної дороги», який є показником ефективності її функціонування тому, що найкращим чином описує рух великих за об'ємами транспортних потоків із достатньо великими швидкостями руху за умови забезпечення необхідного рівня безпеки дорожнього руху. Головною перевагою цього показника є урахування швидкості руху транспортного потоку поряд з урахуванням його інтенсивності.

6) Доведено, що транспортна система регіону *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 й збалансованості у сфері виробництва, обміну та обігу. Пропорційність і збалансованість як на мікрорівні, так і на макрорівні аналізу функціонування та необхідність розвитку мережі автомобільних доріг загального користування може бути забезпечена прогнозом, що є, власне кажучи, попереднім розрахунком майбутньої поведінки цієї підсистеми транспортної системи України.

## РОЗДІЛ 3

### **МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ У ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ РЕГІОНУ «АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ – НАЦІОНАЛЬНІ ТА МІЖНАРОДНІ ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ»**

Для забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків потрібна оптимізація управління транспортною системою регіону *АДДМ-НМТП* із визначенням відповідних критеріїв управління. У розділі 2 доведено, що найбільше відповідає меті функціонування цієї транспортної системи показник «Продуктивність роботи автомобільної дороги», який є критерієм ефективності її функціонування через те, що він враховує забезпечення дорогою умов руху значних за об'ємами транспортних потоків із достатньо великими швидкостями, при цьому має бути підтриманий необхідний рівень безпеки руху.

Методологія визначення ефективності функціонування ґрунтується на оцінці роботи автомобільної дороги як підприємства із забезпечення умов руху транспортних потоків через застосування визначених співвідношень об'ємів дорожнього руху (як попиту користувачів на рух), дорожніх витрат (як пропозиції щодо забезпечення вимог з боку транспортних потоків завдяки потрібній якості дорожніх умов) і відповідної транспортної цінності (розділ 2) забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху (надалі – транспортної цінності руху).

#### **3.1 Оцінка роботи автомобільної дороги як підприємства із надання суспільних послуг по забезпеченню руху транспортних потоків у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»**

Зазвичай товари й послуги (надалі – продукт) мають дві властивості:

- 1) особа, що здійснює пропозицію, може вирішити, що одним людям вона пропонуватиме свій продукт, а іншим – ні; це є властивістю виключення;
- 2) використання одиниці продукту однією особою обмежує можливість використання цього ж продукту іншими особами; це є властивістю суперництва.

Проте ряд продуктів, наприклад, таких, наприклад, як функціонування автомобільних доріг, яке надає можливість руху транспортних потоків ними, не

мають властивості виключення та суперництва. Їх будемо називати суспільними продуктами. Вони, як такі, що не володіють властивістю виключення, не можуть бути надані одній особі так, щоб не надати їх відразу всім іншим. Вони, як такі, що не володіють властивістю суперництва, будучи надані якось одній особі, можуть бути надані усім іншим особам без якихось значних додаткових витрат.

Хоча в чистому вигляді суспільні продукти зустрічаються рідко, цілий ряд із них може характеризуватися частковою відсутністю властивостей виключення та суперництва. Їх варто називати обмежено суспільними продуктами. До таких можна віднести платні (наприклад, концесійні) автомобільні дороги.

Отримання вигод від продуктів індивідуального споживання ґрунтується на їх купівлі, вигоди від суспільних продуктів суспільство та його громадяни отримують у результаті виробництва та подальшого функціонування такого продукту (шляхом будівництва та подальшої експлуатації існуючих автомобільних доріг – при їхньому функціонуванні, тобто при забезпеченому ними русі транспортних потоків).

Існує так звана проблема «фрірайдера»: люди можуть користуватися вигодами деякого продукту, при цьому, не витрачаючись на його виробництво. Тут принцип виключення не може бути застосований, через це не існує стимулів для приватного підприємства самостійно пропонувати ринку суспільний продукт (наприклад, автомобільну дорогу).

Враховуючи, що послуги із забезпечення руху автомобільними дорогами неможливо ані виразити у цінах, ані продати на ринку, очевидно, що приватним виробникам немає ніякої вигоди спрямовувати ресурси на їхнє будівництво та подальшу експлуатацію. Отже, маємо справу з послугою, яка приносить суспільству та окремим його громадянам суттєву вигоду, але на виробництво якої ринок сам не виділятиме ресурси. Таким чином, щоб громадяни суспільства мали б можливість користуватися такими благами, забезпечити їх на існуючий момент повинен державний сектор, а виділяти ресурси на їхнє виробництво потрібно за допомогою системи примусових стягнень – податків та відповідних зборів.

Фіаско послуг із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами полягає у його нездатності щодо передачі інформації про рідкість послуги у формі цін. Для того, щоб щось ефективно функціонувало, ціни повинні відображати альтернативну вартість виробництва продукту. Ринкові ціни відображають приблизну альтернативну вартість. Виробник продукту має одержати ціну, принаймні таку, яка дорівнює альтернативній вартості. У супротивному випадку він не зможе здійснювати



пропозицію цього продукту. Проте є ситуації, за яких дії виробників і споживачів впливають на третіх осіб, що у даному процесі не є продавцями або покупцями. Ці ефекти, що спрямовані на третіх осіб і ніяк не відображені у цінах, відомі за назвою «зовнішні ефекти» або «екстерналиї». Класичним прикладом зовнішнього ефекту є забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів і шум транспортних потоків, що рухаються автомобільними дорогами.

Зовнішні ефекти можна інтерпретувати як дефекти в системі прав власності, тому що автомобілі знаходяться у приватній або іншій недержавній формі власності, а автомобільні дороги загального користування – у державній власності.

Коли (якщо) в Україні з'являться автомобільні дороги, що працюватимуть на концесійній основі з наданням платних послуг для користувачів таких доріг, тоді це призведе до ситуації недостатньої конкуренції, тому що за відомих обставин, конкуренція між невеликим числом виробників послуг може також привести до цін, що перевищують альтернативну вартість, саме тоді, коли підприємства свідомо обмежують конкуренцію. У цьому разі держава має ввести максимальний розмір плати за користування такими автомобільними платними дорогами.

Фіаско ринку означає його нездатність забезпечити ефективний розподіл обмежених ресурсів суспільства. Економічна роль держави полягає в тому, щоб утручатися там, де ринки стають неієдатними ефективно розподіляти ресурси. Кожний тип фіаско ринку припускає визначений тип державного втручання. Так, держава стає виробником суспільних продуктів, вводить додаткові податки на зовнішні ефекти й створює вагоме антимонопольне законодавство та державне регулювання ціноутворення. І ринок, і дії держави – недосконалі інститути. Прогнозуючи, чи буде якась функція краще виконана державою або ринком, потрібно протиставити фіаско держави та фіаско ринку.

Коли мова йде про визначення ефективності функціонування автомобільних доріг, важливо знати, що суспільна потреба є категорією керованою. Вивчення структури суспільних потреб, її взаємозв'язків із споживанням (користуванням автомобільними дорогами), її зміни під впливом різних чинників і, нарешті, управління нею, є необхідними для розвитку економіки та суспільства країни.

Вибір найкращого прогнозу розвитку економічної системи та суспільства з боку виробництва благ (з боку пропозиції) неможливий, виходячи тільки з позиції самої пропозиції, яка аналізується незалежно від попиту. Якщо виходити тільки з внутрішньої структури пропозиції, то не можна ні довести, ні спростувати

необхідність збільшення її обсягів або зміни її структури. Все це має розв'язок тільки за умови вивчення зв'язків між індивідуальними і суспільними потребами та пропозицією послуг щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг. Таким чином, потрібним є постійне вивчення попиту на рух автомобільними дорогами, а також розробка необхідних для цілей оцінки ефективності їхнього функціонування методів прогнозування характеристик транспортних потоків у майбутньому.

Продукт, який призначений для індивідуального споживання, є таким, що може бути розділеним, тобто, він складається з достатньо малих одиниць, щоб окремі споживачі змогли його придбати. Окрім того, на нього поширюється принцип виключення: ті, хто не хоче платити за нього, не отримують ніяких вигод від даного продукту. Тому можна уявити собі криву ринкового попиту на такий продукт у вигляді горизонталі, в якій підсумовуються криві попиту, пропонованого кожним окремим покупцем. Ринковий попит, що складається із суми побажань кожного потенційного покупця, надає можливість продавцям отримати валову виручку, а також потім і прибуток, іншими словами, отримати загальний доход, що перевищує витрати на його виробництво. Рівновага між виробленою та купленою кількістю продукту, що пропонується для індивідуального споживання, залежить від ціни, яка визначається співвідношенням ринкового попиту та пропозиції. Ця рівновага є оптимальною у тому сенсі, що максимізує сукупний добробут продавців і покупців, які безпосередньо приймають участь у процесах купівлі-продажу продукту.

Але, якщо спробувати застосувати цей підхід до суспільного продукту, такого, як автомобільна дорога та її функціонування з метою забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, тоді виникають серйозні труднощі. Суспільний продукт є неподільним і на нього не поширюється принцип виключення. Коли суспільний продукт вже вироблений, виробник позбавлений можливості перешкодити користуватися таким суспільним, тобто, неподільним продуктом тим, хто не платив за його виробництво. Оскільки потенційні користувачі отримують користь незалежно від того, заплатили вони за нього або ні, їх дійсні пріоритети не виявляються. Іншими словами, вони не платять добровільно за користування суспільним продуктом. З цього виходить, що показники ринкового попиту на суспільний продукт або не існують, або вони значно занижені. Тому попит на суспільний продукт не створює достатній доход, щоб покрити витрати виробництва, хоча колективна (суспільна) вигода від нього

дорівнюватиме відповідним витратам на його виробництво або перевищуватиме їх.

Отже, оцінка роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП* має ґрунтуватися на існуючих закономірностях ціноутворення з урахуванням специфіки формування транспортних потоків на автомобільних дорогах загального користування та індивідуального попиту на потрібної якості дорожні умови. При цьому повинні бути враховані головні тенденції розвитку економіки країни, фінансова, кредитна та податкова політика держави, споживчі уподобання користувачів автомобільних доріг, умови формування транспортних потоків, специфіка діяльності дорожнього господарства, місцеві особливості, вартість і терміни будівництва та витрати на утримання доріг, а також інші показники макро - та мікрорівнів аналізу функціонування мережі автомобільних доріг.

Ефективність роботи автомобільної дороги як підприємства має визначатися з урахуванням необхідності задоволення якісними транспортними послугами користувачів через забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків на підставі покриття витрат, пов'язаних з будівництвом та утриманням доріг, а також соціального захисту населення й подальшого отримання приросту національного доходу країни [158].

Оцінка ефективності роботи автомобільної дороги як підприємства ґрунтується на розрахунку транспортної цінності руху як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу замість альтернативного проїзду існуючою мережею автомобільних доріг, виходячи з кращих умов безперервності, безпеки та зручності руху транспортних потоків. Транспортна цінність руху не є податком або збором – це оціночна характеристика ефективності роботи автомобільної дороги у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП* [161].

Підставою для оцінки ефективності роботи дороги як підприємства має бути: визначення об'ємів руху як попиту на користування автомобільною дорогою з боку транспортних потоків; визначення постійних, змінних та загальних витрат під час будівництва та подальшого утримання автомобільних доріг як пропозицію щодо користування автомобільними дорогами (маючи на увазі, що останні є суспільним продуктом); введення критеріїв оцінки виникаючих ефектів на підґрунті отриманих значень транспортної цінності руху відповідно до конкретних об'ємів дорожнього руху.

Оцінка ефективності роботи дороги надає можливість регулювання державою

процесів ресурсного забезпечення для досягнення ефективного функціонування мережі автомобільних доріг і формування попиту на умови безперервного, безпечного та зручного руху для її користувачів через те, що ці послуги є суспільно необхідними й надаються на умовах обмеженої монополії.

Виходячи із зазначених особливостей автомобільних доріг використовуються такі головні принципи оцінки ефективності роботи автомобільної дороги у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*:

1) побудова кривої попиту на рух автомобільною дорогою. Ґрунтується на урахуванні вигод користувачів дороги, для чого використовується двопродуктова модель споживчої поведінки користувачів з урахуванням бюджетних ліній для різних значень транспортної цінності руху, побудовою кривих байдужості з подальшим визначенням точок споживчої рівноваги для користувачів дороги;

2) урахування необхідних суспільних витрат на функціонування та розвитку автомобільних доріг (дорожніх витрат);

3) застосування цінового регулювання, що ґрунтується на визначенні:

- мікроефекту від роботи автомобільної дороги, що відображує вигоди користувачів – окремих суб'єктів господарювання або приватних власників транспортних засобів як користувачів автомобільних доріг;

- економічного ефекту від роботи дороги у транспортній системі *АДДМ-НМТП*;

- суспільного ефекту від роботи дороги у транспортній системі *АДДМ-НМТП*;

- суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг.

Оцінка ефективності роботи автомобільної дороги як підприємства має враховувати поліпшення комфортності поїздки та вигоду користувачів за рахунок зниження собівартості поїздки через зменшення відстані (при будівництві дороги) між кінцевими її пунктами, скорочення часу знаходження автомобілів та пасажирів у дорозі при удосконаленні дорожніх умов, а також завдяки забезпеченню умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху.

При визначенні ефективності роботи автомобільної дороги як підприємства потрібно проводити дослідження за укрупненими показниками по напрямках:

- визначення існуючої та перспективної інтенсивності руху, складу потоків на основі обстеження й обліку руху з оцінкою соціально-економічних показників району прокладання траси дороги, що має бути побудована (реконструйована);

- аналіз одночасних (інвестиційних), поточних та адміністративних витрат;

- інвестиційний, економічний та фінансовий аналіз.

Отже, для оцінки ефектів від роботи автомобільних доріг потрібним є отримання показників, що характеризують: мікроефект, що відображує вигоди користувачів; економічний і суспільний ефекти, а також суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг.

Мікроефект від роботи автомобільної дороги має відображати вигоди користувачів доріг, які є членами суспільства, від поліпшення дорожніх умов. Для його розрахунку потрібно знати: об'єми руху; існуючий стан мережі доріг за даними діагностики; прогнозований стан мережі доріг на підставі передбачених дорожніх робіт, їх вартості та термінів виконання. Оцінка мікроефекту робиться за допомогою методу «витрат і вигод» із урахуванням їхніх граничних значень.

Економічний ефект від роботи автомобільної дороги передає ситуацію повного використання загальних дорожніх витрат для забезпечення відповідного значення продуктивності дороги.

Суспільний ефект від роботи автомобільної дороги передає ситуацію рівноваги між попитом користувачів на умови зручного руху транспортних потоків та кривої пропозиції відповідної якості дорожніх умов через використання кривої граничних дорожніх витрат та відповідної продуктивності дороги.

Суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг передає ситуацію рівноваги між попитом користувачів автомобільної дороги, кривої пропозиції відповідної якості дорожніх умов через використання кривої граничних дорожніх витрат як складової використання суспільних ресурсів, повного використання усіх дорожніх витрат як економічної складової, додатковим ефектом від розвитку оточуючої мережі місцевих доріг, на яких спостерігається мала інтенсивність руху, а також отриманням відповідного значення продуктивності дороги. Це ситуація, коли оптимізується сукупна суспільно-економічна вигода від роботи автомобільної дороги. Додатковий ефект має визначатися на підставі оцінки скорочення транспортних витрат і втрат у русі, а також у сільському господарстві та соціальній сфері від усунення бездоріжжя з використанням показника суспільної вигоди.

У майбутніх дослідженнях як додаткові фактори ефективності функціонування мережі автомобільних доріг можуть бути враховані:

- податкові надходження в бюджети всіх рівнів від збільшення обсягів дорожніх робіт, розвиток суміжних галузей економіки, обумовлених зміною вартості автомобільних перевезень;
- підвищення конкуренції в економіці за рахунок утворення нових ринків;

- зниження вартості товарів (послуг) через зменшення вартості транспортування;
- створення додаткових робочих місць;
- баланс між витратами на будівництво (реконструкцію) та утримання автомобільних доріг загального користування (суспільний продукт) і собівартістю автомобільних перевезень (недержавна власність на транспортні засоби).

Прийняття такої методології оцінки ефективності функціонування автомобільних доріг та збільшення обсягів дорожніх робіт по будівництву (реконструкції) та утриманню доріг зробить украй сприятливий вплив на зростання економічної системи країни. Більш половини коштів, спрямованих на будівництво і ремонти автомобільних доріг, витрачається при цьому на оплату продукції та послуг інших галузей: будівельної індустрії, дорожнього машинобудування, нафтопереробної промисловості та ін., що створює передумови для розвитку цих галузей і сприятиме залученню до них приватних інвестицій.

Значну роль у впливі результатів функціонування транспортних систем на загальний стан економіки відіграє не врахований у розрахунках «множений» ефект, одержуваний у різних сферах економіки, у тому числі, за межами прогнозних термінів проведення робіт. Поряд зі сприятливим впливом на економіку країни, реалізація заходів з поліпшення функціонування мережі автомобільних доріг приносить відчутний ефект у соціальній сфері, особливо, за рахунок створення великої кількості робочих місць.

До найбільш значимих *соціальних наслідків* також можна віднести:

- скорочення числа загиблих і постраждалих у ДТП;
- скорочення шумових впливів та емісії шкідливих речовин;
- скорочення числа померлих у районах з бездоріжжям через несвоєчасне надання медичної допомоги;
- сприяння освоєнню й розвитку нових територій та природних ресурсів;
- розвиток міжнародних та міждержавних зв'язків і торгівлі;
- підвищення культурного рівня життя населення;
- сприяння раціональному розселенню людей (освоєння нових територій);
- зниження негативних наслідків надзвичайних ситуацій та зміцнення обороноздатності країни.

Доведена доцільність упровадження оцінки ефективності функціонування мережі автомобільних доріг, її величезні соціально-політичні наслідки обґрунтовують необхідність її затвердження на високому державному рівні та надання державної підтримки.

## 3.2 Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг загального користування

### 3.2.1 Пояснення закону попиту користувачів на рух автомобільними дорогами у дорожніх умовах потрібної якості

Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг є складовою шляху до побудови кривої попиту на дорожні умови потрібної якості – умови, що забезпечують безперервний, безпечний та зручний рух транспортних потоків. Відомо [7], що закон попиту формально може бути викладений так: існує зворотна залежність між ціною продукту і величиною попиту, на який є потреба покупців (користувачів) протягом визначеного часу за інших рівних умов. Іншими словами, закон попиту описує взаємовідносини між кількістю продукту, яку споживачі (користувачі) можуть та бажають придбати, й ціною цього продукту за інших рівних умов (рис. 3.1).

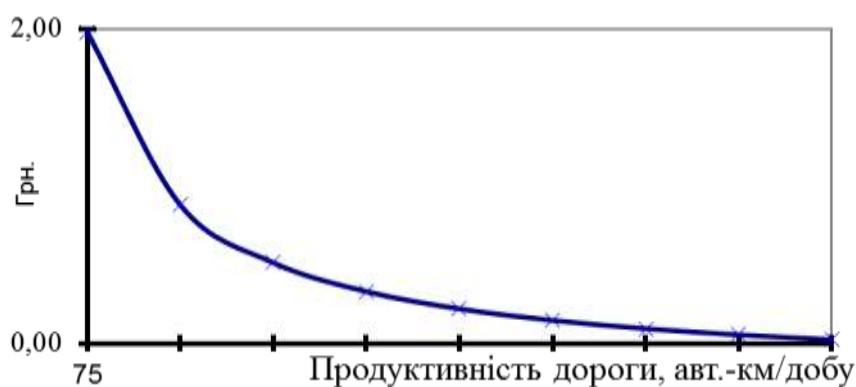


Рисунок 3.1 - Крива попиту користувачів на рух автомобільною дорогою

Функціонування мережі автомобільних доріг є суспільним продуктом (розділ 1), ефективність якого може бути виражена через продуктивність роботи автомобільної дороги  $P$ . Основними параметрами, що входять у цей показник, є середня швидкість руху та об'єми руху. Останні, у свою чергу, є функціями щільності руху (розділ 2).

Таким чином, щільність руху є інтегральним параметром функціонування автомобільної дороги, а її величина значно залежить від існуючих дорожніх умов та складу транспортного потоку. Продуктивність дороги має вимірник: один автомобіль на довжину дороги у кілометр за деякий час (годину або добу), або авт.-км/г чи авт.-км/добу. Перевагою цього вимірника є те, що, якщо розглядати продуктивність дороги з боку користувача дороги, то можна застосовувати погляд

на користування дорогою як швидкість його (одного) автомобіля. З погляду ж організації, що утримує дорогу, цей показник трансформується в об'єм руху на автомобільній дорозі довжиною один кілометр. Отже, цей вимірник має універсальний характер. Як бачимо, із зростанням продуктивності дороги крива транспортної цінності руху (транспортний попит на умови безперервного, безпечного та зручного руху) матиме спадний характер.

### **3.2.2 Споживчий вибір користувача доріг та його бюджетне стримування**

Щоб зрозуміти, як приймають рішення щодо вибору маршруту пересування мережею автомобільних доріг їхні користувачі, розглянемо існуючі підходи до вивчення споживчої поведінки типового споживача. У нашому випадку споживач є користувачем автомобільної дороги.

Положення, у якому опинаяється типовий споживач, можна описати так [7]:

- розумна поведінка. Середній користувач – це розумна людина, яка намагається так розпорядитися своїм доходом, щоб отримати від цього найбільше задоволення або корисність. Типовий користувач намагається отримати за свої гроші «все, що можливо», або, використовуючи спеціальну термінологію, максимізувати сукупну корисність;

- переваги. Можна вважати, що середній користувач має достатньо чітку систему переваг по відношенню до продукції, що пропонується. Вихідною при цьому є позиція, що споживачі чітко уявляють, яку саме граничну корисність вони отримують від кожної наступної одиниці різних продуктів;

- бюджетне стримування. Грошовий доход обмежений. Усі користувачі випробують на собі стримуючий вплив свого бюджету;

- ціни. На всі товари та послуги, що пропонуються споживачеві ринком, є цінніки. Це робиться тому, що вони є рідкісними по відношенню до попиту на них, або, інакше, виробництво їх бажає витратити рідкісні, отже, цінні ресурси. Очевидно, якщо споживач має обмежену кількість грошей, а продукти, які він хоче купити, мають визначену ціну, то споживач зможе придбати тільки обмежену їх кількість. Він не може купити все, що бажає, якщо кожна купівля приводить до знищення його обмеженого грошового доходу. Це той випадок, коли окремий споживач зіштовхується з економічним фактором рідкості. Він має йти на компроміси, робити вибір поміж альтернативних продуктів, щоб при обмежених грошових ресурсах отримати найбільш прийнятний набір продуктів.



Для користувача автомобільної дороги усі наведені положення є вірними, крім останнього. Через причини, наведені вище, а також у розділі 2, існує фіаско забезпечення послуг щодо умов безперервного, безпечного та зручного користування автомобільними дорогами як категорія суспільно-економічного вибору.

Характерною тут є ситуація, коли сам ринок не спроможний координувати процеси економічного вибору таким чином, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів. Це відбувається тому, що мережа автомобільних доріг є суспільним продуктом. Отже, нагальною потребою є створення методології визначення транспортної цінності забезпечення дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги, що має ґрунтуватися на забезпеченні умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків (розділ 3.4). Для цього мають бути використані поняття та принципи, ретельно розглянуті у роботі [7]: правило максимізації корисності; часовий аспект, що відповідно до теорії споживчої поведінки користувачів ураховує економічну цінність часу; аналіз кривих байдужості споживчої поведінки типового користувача та проблема виміру корисності.

### 3.2.3 Правило максимізації корисності

Питання полягає у наступному: який саме набір продуктів із тих, що споживач може придбати, не виходячи за межі свого бюджету, принесе йому найбільшу суму корисності або задоволення. Правило, за яким можна максимізувати задоволення потреби, полягає у такому розподілі грошового доходу споживача, за якого остання гривня, що витрачена на придбання кожного виду продукції, надавала би однакову додаткову (граничну) корисність. Воно називається правилом максимізації корисності. Якщо споживач «зможе урівноважити свої граничні корисності» у відповідності з цим правилом, то ніщо не буде спонукати його до зміни структури витрат. Споживач знаходитиметься у стані рівноваги, і, за виключенням випадків зміни споживчих смаків, доходів або цін на різну продукцію, споживач опиниться у гіршому стані (сукупна корисність знизиться) за будь-якої зміни набору продуктів, що купуються [7].

Математична ілюстрація цього правила є можливою на прикладі двох продуктів:

$$\frac{ГК\ продукту\ A}{ціна\ продукту\ A} = \frac{ГК\ продукту\ B}{ціна\ продукту\ B}. \quad (3.1)$$

де *ГК продукту* – гранична корисність продукту.

Якщо рівняння не виконується, то відбудеться перерозподіл споживчих витрат між продуктами  $A$  та  $B$  на користь продукту з більш високим рівнем граничної корисності у розрахунку на гривню, що підвищить сукупну корисність для споживача. Цим пояснюється спадний характер кривої попиту споживача. Правило максимізації корисності та крива попиту є взаємно підтверджуваними [149].

### **3.2.4 Часовий аспект**

Теорія споживчої поведінки ураховує економічну цінність часу. І споживча, і виробнича діяльність мають одну загальну рису – вони потребують витрат часу. Отже час є цінним економічним ресурсом. Працюючи, тобто витрачаючи годину часу на виробничу діяльність, людина може заробити деяку кількість грошей у залежності від своєї освіти, вміння тощо. Витрачаючи цей час на відпочинок або на споживчу діяльність, людина має збитки, що пов'язані з неодолянням можливого доходу й витрачанням якихось грошей.

Учені, які розробляли теорію споживчої поведінки на підставі концепції граничної корисності, традиційно вважали, що споживання – акт моментальний. Але логічним є ствердження, що ціни споживчих благ мають містити не тільки ринкові ціни, але і цінність часу, що є необхідним для споживання даного блага. Іншими словами, знаменники у формулах, наведених вище, не зовсім точні, оскільки вони не відображають «повної ціни» – ринкова ціна плюс цінність часу, який витрачається на споживання блага, що нас цікавить.

Можна стверджувати, що економічний розвиток не здатний забезпечувати достаток у всіх відношеннях. Сукупний достаток – як благ, так і часу – уявляє собою логічне протиріччя. Економіка розвинутих країн багата товарами, але бідна часом, тоді як слаборозвинуті країни багаті часом, але бідні товарами [7]. Щоб вирішити таке протиріччя не зайвим буде проаналізувати так названі криві байдужості споживчої поведінки типового споживача.

### **3.2.5 Аналіз кривих байдужості споживчої поведінки типового споживача**

Більш глибоке пояснення поведінки споживача і споживчої рівноваги може бути надано за допомогою бюджетних ліній та кривих байдужості [7].

Бюджетна лінія показує різні комбінації двох продуктів, які можуть бути придбаними при фіксованому грошовому доході. Наприклад, якщо продукт  $A$  коштує 1,5 грн., а продукт  $B$  – 1 грн., то споживач міг би придбати усі комбінації продуктів  $A$  та  $B$ , при грошовому доході, що дорівнює 12. Зауважимо, що в одному

з двох крайніх випадків споживач міг би витрати увесь свій дохід на купівлю 8 одиниць продукту *A*, таким чином, що при цьому не залишилося б грошей для придбання продукту *B*. Або, відмовившись від 2 одиниць продукту *A* і тим самим «вивільнивши» 3 грн., він міг би купити 6 одиниць продукту *A* та 3 – продукту *B*. І так далі в притулок до іншого крайнього випадку, коли споживач міг би купити 12 одиниць продукту *B* за ціною 1 грн. кожна, цим самим витративши весь свій дохід на продукт *B* і нічого не залишивши для купівлі продукту *A*. На рис. 3.2 бюджетна лінія відображена графічно.

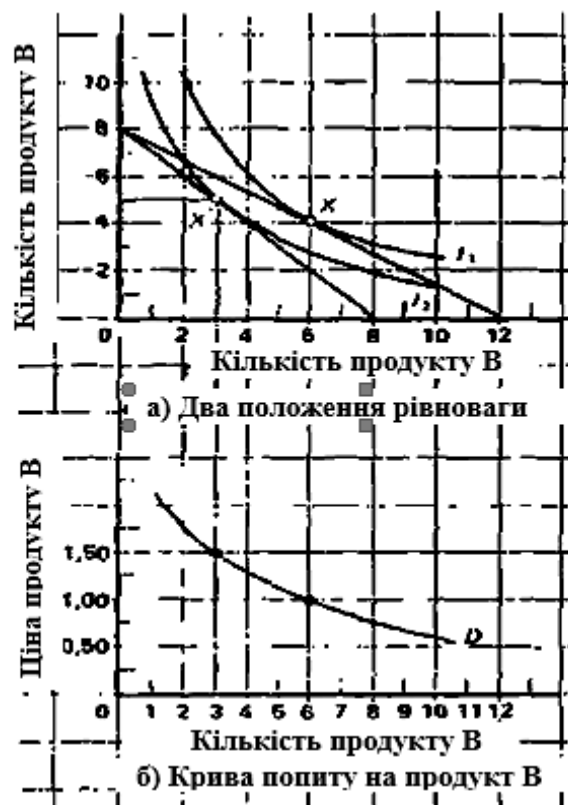


Рисунок 3.2 – Лінії споживчого бюджету й карти байдужості

*Коментар.* Якщо ціна продукту *B* підвищиться з 1 до 1,5 грн. (рис. 3.2а), положення рівноваги зміститься з точки *X* в точку *X'* при відповідному зменшенні кількості продукту з 6 до 3 одиниць. Крива попиту на продукт *B* будується шляхом поєднання поміж собою точок, що відповідають різним комбінаціям цін та кількостей (рис. 3.2б).

Слід відмітити, що похил бюджетної лінії залежить від відношення ціни продукту *B* до ціни продукту *A*. Точніше, абсолютна крутизна похилу дорівнює

$$P_B / P_A = 1 \text{ грн.} / 1,5 \text{ грн.} = 2 / 3.$$

Це є математичний спосіб виразу того факту, що споживач повинен утриматися від придбання 2 одиниць продукту *A* (позначеній на вертикальній осі) вартістю 1,5 грн. кожна, щоб отримати у своє розпорядження 3 грн., необхідних

для купівлі 3 одиниць продукту  $B$  (позначеній на горизонтальній осі). Іншими словами, за зсувом по кривій донизу по бюджетній, або ціновій прямій, потрібно відмовитися від двох одиниць продукту  $A$  (по 1,5 грн. кожна) для придбання трьох одиниць продукту  $B$  (по 1 грн. кожна). Це свідчить про похил, що дорівнює  $2/3$ .

Характерними рисами кривих байдужості є: спадний вид кривої та опуклість по відношенню до початку координат. Криві байдужості мають спадний характер по тій причині, що як продукт  $A$ , так і продукт  $B$  є корисними для споживача.

Тому, рухаючись від однієї комбінації продуктів до іншої, споживач купує більше продукту  $B$ , таким чином збільшуючи для себе сукупну корисність.

Відповідно до цього, для зменшення сукупної корисності на таку ж величину споживач має відмовитися від деякої кількості продукту  $A$ . Чим більше продукту  $B$ , тим менше продукту  $A$ , ось чому між кількостями  $A$  та  $B$  існує зворотний зв'язок. Будь-яка крива, що виражає зворотний зв'язок, має спадний вигляд.

Якщо дивитися на графік із точки початку координат, спадна гілка кривої має бути або опуклою, або угнутою. Похил угнутої кривої збільшується (стає крутішим) за рухом до низу по кривій, тоді як похил опуклої кривої зменшується (стає більш пологим). Таким чином, крива байдужості опукла, якщо на неї дивитися з початку координат. Кажучи професійно, похил кривої байдужості відображає величину граничної кривої заміщення ( $MRS$ ), тому що показує, у якій мірі (у яких межах) споживач готовий замінити один продукт іншим так, щоб отримати при цьому те ж задоволення потреби. Похил кривої байдужості, що зменшується, свідчить про те, що готовність споживача до заміщення продукту  $A$  продуктом  $B$  зменшується по мірі руху до низу по кривій.

### 3.2.6 Побудова кривої попиту на рух автомобільною дорогою

Розглянемо метод побудови кривої попиту на рух автомобільною дорогою. Відомо, що серед властивостей бюджетної лінії є таке. Якщо при даній ціні продукту  $A$  підвищити ціну продукту  $B$ , то це призведе до зміщення нижнього кінця бюджетної лінії лівіше, ближче до початку координат. За цією властивістю будується крива попиту на продукт  $B$ . На рис. 3.2а показано початкова споживча рівновага у точці  $X$ . Бюджетна лінія, що використана для визначення цього положення рівноваги, демонструвала, що величина грошового доходу дорівнює 12 грн., а також  $P_B = 1,5$  грн. та  $P_A = 1$  грн. Переглянемо положення рівноваги, якщо буде збільшена ціна  $P_B$  до 1,5 грн., при цьому залишиться без змін величина

грошового доходу та ціна продукту  $A$ .

Результат наведено на рис. 3.2а. Нижній кінець бюджетної лінії змістився лівіше, тим самим надаючи нове рівноважне положення при торканні з кривою байдужості в точці  $X$ . В точці  $X$  споживач купує 3 одиниці продукту  $B$  та 5 одиниць продукту  $A$  в точці  $X$  у порівнянні з 4 одиницями продукту  $A$  і 6 одиницями продукту  $B$  у точці  $X$ .

З цього стає зрозумілою побудова кривої попиту на продукт  $B$ . У точці рівноваги  $X$  ціна продукту складає 1 грн., причому купляється 6 одиниць продукту  $B$ . У точці рівноваги  $X$  ціна продукту складає 1,5 грн., причому купляється 3 одиниці продукту  $B$ . Ці дані наведено графічно у вигляді кривої попиту на продукт  $B$  на рис. 3.2б. Горизонтальні осі на рис. 3.2а та 3.2б ідентичні, на обох споживча поведінка розглядається з позицій граничної корисності та кривих байдужості. Під граничною корисністю розуміється приріст загальної корисності товару при збільшенні обсягу його, гранична корисність кожної додаткової одиниці зменшується. У цьому полягає закон спадної граничної корисності, який є основою закону попиту.

Споживач розподіляє свої потреби у відповідності з власними перевагами і намагається придбати на обмежений дохід такий набір товарів, який дозволив би йому в максимальній мірі задовольнити потреби. Це досягається тільки при дотриманні правила максимізації корисності, при якому граничні корисності придбаних товарів у розрахунку на одну грошову одиницю є однаковими. Підхід із позицій кривих байдужості припускає не кількісне порівняння потреб, а лише їхнє ранжирування. Кожна крива байдужості графічно відображає множину наборів продуктів, що володіють однаковою корисністю для споживача. Звичайно, криві байдужості демонструють граничні норми заміщення, що зменшуються,  $MRS$ , відповідно до яких одне благо може бути заміщено іншим без зміни загальної корисності для споживача. Зменшення  $MRS$  пояснюється тим, що споживач готовий відмовитися від одиниці одного товару, що зменшується, заради придбання одиниці іншого товару (рух униз по кривій байдужості).

Якщо криві байдужості характеризують перевагу споживача, то бюджетна лінія визначає його можливості, обмежені розмірами споживчого бюджету. Це пряма лінія з від'ємним нахилом, що відображає множину наборів із двох продуктів (груп продуктів), що потребують однакових витрат на їхнє придбання.

Бюджетна лінія характеризує купівельну спроможність споживача й

співвідношення цін продуктів, що купуються. При зміні купівельної спроможності бюджетна лінія зміщається у відповідну сторону і займає положення, рівнобіжне початковому. Зміна співвідношення цін призводить до зміни кута нахилу бюджетної лінії. Прямуючи до максимуму задоволення своїх потреб, споживач потрапляє в положення споживчої рівноваги (точка торкання бюджетної лінії з кривою байдужості, в якій  $MRS$  товарів дорівнює оберненому співвідношенню цін на них).

Лінія «доход – споживання» проходить через усі точки споживчої рівноваги, пов'язані з різними рівнями прибутку. Для нормальних товарів вона має позитивний нахил. Лінія «ціна – споживання» проходить через усі точки споживчої рівноваги, пов'язані зі зміною ціни одного з товарів. На її основі будується крива попиту.

Необхідно враховувати два ефекти, що впливають на розмір споживчого попиту. Ефект доходу виникає внаслідок того, що при зниженні ціни споживач може пред'явити зрослий попит при старому розмірі доходу. Ефект заміщення вказує на те, що споживач заміщає товаром, що подешевів, інші продукти.

Розглянемо побудову кривої попиту на проїзд автомобільною дорогою для її користувача (рис. 3.3). По осях слід розташувати: вісь  $OY$  – продукт  $A$  (альтернативна автомобільна дорога); по осі  $OX$  – продукт  $B$  (основна дорога – автомобільна дорога, що розглядається). У масштабі по осях фіксується довжина кожної з доріг. Наприклад, по осі  $OY$  – 100 км в 10 см, той же масштаб – по осі  $OX$ , але по останній – довжина основної дороги, наприклад – 90 км в 9 см графіка.

Визначення розташування кривих байдужості конкретного користувача, які являються концентричними колами, що мають один центр  $C$ . Точка  $C$  знаходиться на перетині променя  $OC$ , що виходить під кутом  $\alpha$  з центра координат із прямою  $AC$ , що виходить із точки  $A$  (довжина альтернативної дороги) і розташованої паралельно осі  $OX$ . Кут  $\alpha$  визначається як відношення часу руху основною дорогою до часу руху між тими же кінцевими точками маршруту альтернативною дорогою.

Іншими словами, якщо довжина альтернативної дороги складає 100 км і швидкість сполучення нею – 60 км/год, то час сполучення дорівнюватиме

$$100 / 60 = 1,67 \text{ год.}$$

Для основної дороги час сполучення буде:  $90/80 = 1,12$  год. Отже, тангенс кута  $\alpha$  дорівнюватиме:

$$\text{tg } \alpha = 1,12 / 1,67 = 0,67.$$

Координати точки  $C$ :  $Y_c = 100, X_c = 100 / 0,67 = 149,25.$

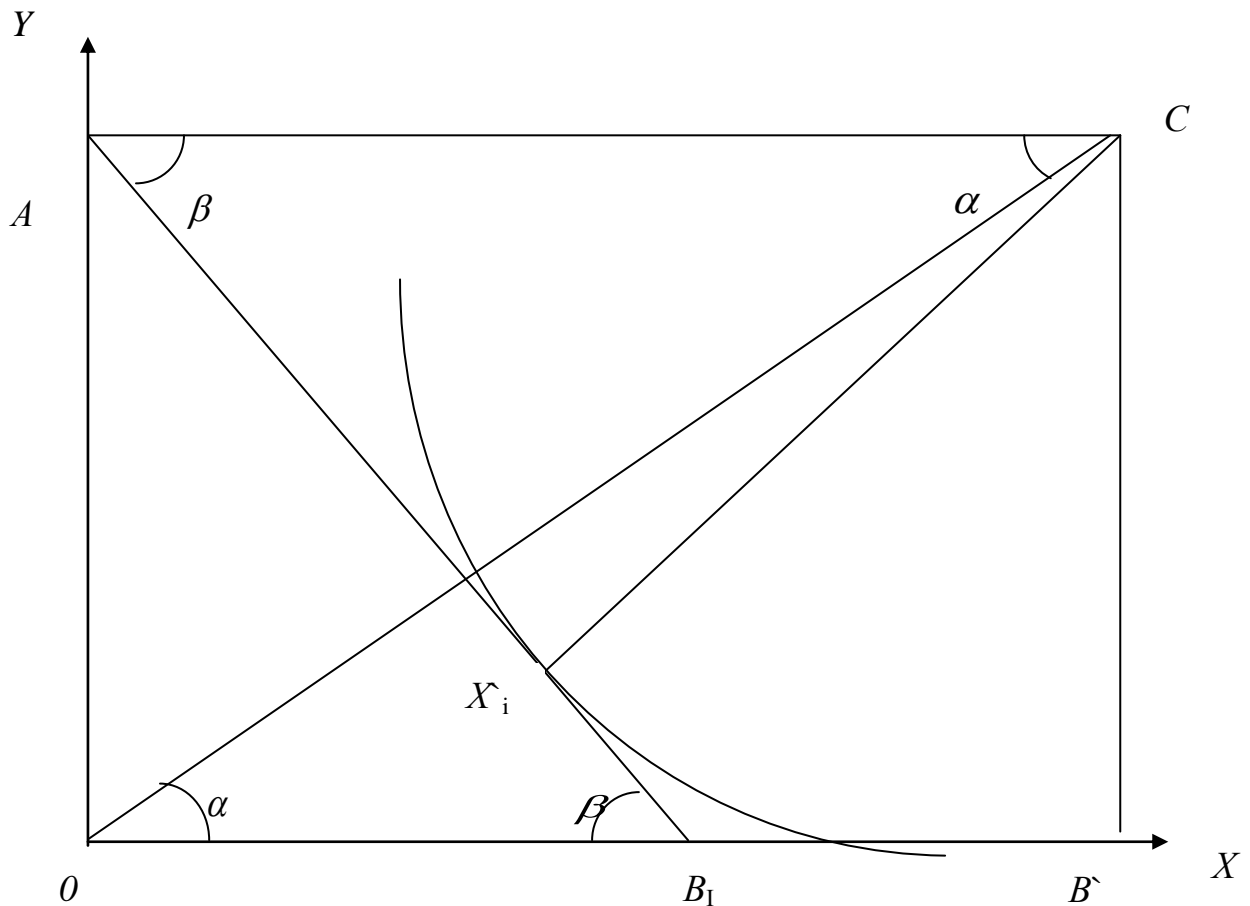


Рисунок 3.3 – Визначення точок рівноваги споживчої поведінки як перетину бюджетних прямих та кривих байдужості

Визначення бюджетних прямих користувача та транспортної цінності руху. Лівий край кожної бюджетної лінії відповідає координаті перетину її з віссю  $OY$  у точці  $A$  (див. вище). Нижній край є точкою перетину бюджетної лінії з віссю  $OX$  в точках  $B_1, B_2$  і т.д., що відповідають рівнянню  $P_s = B / B_1$ , де  $B$  – бюджет користувача, іншими словами, ті кошти, що він має витратити за користування маршрутом руху,  $P$  – вартість руху користувача. Наприклад,  $P_s = 16 / 90 = 0,178$ . Вартість користування альтернативною дорогою:  $P_A = B / A = 16/100 = 0,16$ . Отже цінність для першої бюджетної лінії дорівнює:  $P_{s1} = 0,178 - 0,16 = 0,018$ .

Визначення величини попиту для першої бюджетної лінії. Для визначення точки споживчої рівноваги як точки перетину кривої байдужості та бюджетної лінії будуються два трикутники. Це спрощення вводиться замість побудови дотичних бюджетних ліній до кривих байдужості поведінки користувача як похідної у точках споживчої рівноваги. Перший трикутник визначається точками  $OAC$ . Другий – точками  $OAB_1$ . З них за алгоритмом визначається величина попиту  $OB_1$ , яка на рис. 3.3 дорівнює  $AC$ .

### 3.2.7 Алгоритм побудови кривої попиту на рух автомобільною дорогою

1) Визначення точки  $C$ . Вихідні дані: довжина  $A = 100$  км, довжина  $B = 90$  км; швидкість сполучення  $V_A = 60$  км/г; швидкість сполучення  $V_B = 80$  км/г.

Розрахунок часу сполучення:  $t_A = 100 / 60 = 1,67$  г.;  $t_B = 90/80 = 1,125$  г.

Обчислення котангенса кута променя  $OC$ :  $\text{ctg } \alpha = t_A / t_B = 1,67 / 1,125 = 1,48$ .

Звідси  $OB = OA * \text{ctg } \alpha = 100 * 1,48 = 148$ . При цьому  $OA = 100$ .

2) Побудова бюджетних прямих для різних транспортних цінностей руху. При цьому прямі мають загальний центр – точку  $A$ . Інший кінець кожної з кривих відсікає на осі  $OX$  точки  $B_1=10, B_2=20, B_3=30, B_4=40, B_5=50, B_6=60, B_7=70, B_8=80$  і  $B_9=90$ .

3) Визначення довжини відрізків  $OB_i$ :

$$OB_9 = \sqrt{(OB_9^2 + OA^2)} = \sqrt{(90^2 + 100^2)} = \sqrt{(8100 + 10000)} = \sqrt{18100} = 134,54;$$

$$OB_8 = \sqrt{(OB_8^2 + OA^2)} = \sqrt{(80^2 + 100^2)} = \sqrt{(6400 + 10000)} = \sqrt{16400} = 128,06 \text{ і т.д.}$$

4) Визначення для кожного з отриманих трикутників тангенса кута  $\beta$ , як відносини  $OA$  до  $OB_i$ . Наприклад,  $\text{tg } \beta_9 = OA / OB_9 = 100/90 = 1,11$  і т.д.

5) Визначення відрізків  $AX_i$  у трикутниках  $ACX_i$ . Ці трикутники прямокутні, тому що за умовою сторона  $CX_i$  до сторони  $AX_i$  стикається під кутом у  $90^\circ$  при побудові кривої байдужності, що є круговою кривою, центр якої розташований у точці  $C$ . Кут  $CAX_i$  дорівнює куту  $AB_iO$  (кут  $\beta$ ). Отже,  $AX_i = AC * \cos \beta = 148 * 0,838 = 99,11$ .

6) Визначення координати  $OX_i$  (є проекцією точки  $X_i$  на ось  $OX$ ). Через те, що  $OB_i / OX_i = AB_i / AX_i$ ,  $OX_i = OB_i * AX_i / AB_i = 90 * 99,11 / 134,54 = 66,30$ .

Координата  $OX_i$  відповідає величині попиту користувачів (інтенсивності руху) при даній транспортній цінності руху ділянкою дороги.

7) Визначення транспортної цінності руху  $P_i$ . Обчислюється шляхом співвіднесення величини бюджету  $B$  з довжиною основної дороги  $B$ . Під бюджетом  $B$  розуміється величина витрат при русі альтернативної автомобільної дороги установленної вище довжини. Наприклад, на 100 км із витратою в 8 л на 100 км пробігу й ціні літра бензину 2 грн. Ця величина складе  $8 \text{ л} * 2,00 = 16$  грн. Таким чином, витрати споживача при русі основною дорогою складуть:  $16 / 90 = 0,177$  грн. Через те, що вартість проїзду одного кілометра приблизно дорівнює 0,16 грн./км, то ціна  $P_i$  складе:  $0,177 - 0,16 = 0,017$  грн.

8) Припускаючи, що, наприклад, альтернативною дорогою довжиною в 100 км рухалися 5000 автомобілів на добу, сумарна величина попиту на рух у 66,30 км при даній транспортній цінності руху дасть можливість прогнозувати перерозподіл інтенсивності руху на основну дорогу так: 5000 авт./добу – 100 км,  $x$  – 66,30 км.



Отже, вирішуючи представлену пропорцію, одержимо перерозподіл інтенсивності руху в 3315 авт/добу:  $x = 5000 * 66,30 / 100 = 3315$  авт/добу.

9) Аналогічно знаходимо індивідуальні криві попиту кожного користувача.

10) По кожному з обраних рівнів транспортної цінності руху визначається відповідна величина попиту. У результаті одержуємо сумарну криву попиту по спочатку заданих умовах (рис. 3.3).

### **3.3. Урахування необхідних суспільних витрат на функціонування та розвиток автомобільних доріг**

#### **3.3.1 Поняття про необхідні суспільні та економічні витрати**

Урахування необхідних суспільних витрат на функціонування та розвиток автомобільних доріг є шляхом до побудови кривої пропозиції відповідної якості дорожніх умов, що має бути зроблене для задоволення вимог транспортних потоків по забезпеченню умов безперервного, безпечного та зручного їхнього руху.

Загальновідомо, що ціни на будь-який продукт на ринку встановлюються внаслідок взаємодії попиту й пропозиції. Найважливішим чинником, що визначає здатність і прагнення підприємства поставити свій продукт для задоволення попиту споживачів, є витрати виробництва.

Виробництво будь-якого продукту вимагає витрат економічних ресурсів, які, внаслідок своєї відносної рідкості, мають певні ціни. Кількість будь-якого продукту, яку підприємство прагне запропонувати, залежить від витрат на придбання та ефективності використання ресурсів, необхідних для його виробництва, з одного боку, а також від ціни, за якою продукт буде проданий. І хоча послуги автомобільної дороги на забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків є суспільним продуктом (розділ 2), її функціонування має бути оцінено. Другим, після оцінки попиту користувачів на рух автомобільною дорогою, є крок із урахування усіх необхідних витрат на функціонування та розвиток автомобільних доріг, які має робити суспільство через систему примусових стягнень (зборів і податків).

Розуміння витрат ґрунтується на факті рідкості ресурсів і можливості їхнього альтернативного використання [149] в інших галузях економічної системи. Тому вибір певних ресурсів для виробництва будь-якого продукту означає неможливість

виробництва альтернативних товарів або послуг. Точніше кажучи, економічні, або імпліцитні витрати будь-якого ресурсу, вибраного для виробництва продукту, дорівнюють його вартості, або цінності, при найкращому з усіх можливих варіантів використання. Така концепція витрат отримала яскраве втілення у кривій виробничих можливостей. Спираючись на поняття імпліцитних видатків можна казати, що економічні витрати – це ті виплати, які підприємство дорожнього господарства зобов'язане зробити, або ті доходи, які підприємство має забезпечити постачальникові ресурсів для того, щоб відвернути ці ресурси від використання в альтернативних виробництвах. Ці витрати можуть бути або зовнішніми, або внутрішніми. Грошові виплати – це грошові витрати, які підприємство дорожнього господарства робить «із своєї кишені» на користь сторонніх організацій, тобто тих, що не входять до дорожнього господарства, але постачають трудові ресурси, сировину, паливо, транспортні послуги, енергію тощо, і називаються зовнішніми витратами. Іншими словами, зовнішні витрати являють собою плату за ресурси постачальникам, що не належать до числа власників даного підприємства. Однак, крім того, підприємство дорожнього господарства може використати певні ресурси, що належать саме йому. З концепції імпліцитних видатків відомо, що незалежно від того, чи є ресурс власністю підприємства або отриманий ним у кредит, певний спосіб використання цього ресурсу пов'язаний з деякими витратами. Витрати на власний ресурс являє собою неоплачувані або внутрішні витрати. Ці внутрішні витрати дорівнюють грошовим платежам, які могли б бути отримані за власний ресурс при найкращому із способів його застосування.

### **3.3.2 Поняття про нормальну вигоду як елемент дорожніх витрат**

Мінімальний доход, який є необхідним, щоб утримати ресурси суспільства у межах напрямку діяльності або імпліцитні (скриті) видатки держави на суспільні потреби називається нормальною (справедливою) вигодою.

Нормальна вигода за виконання покладених на дорожню організацію функцій є елементом її внутрішніх витрат разом з заробітною платою.

Отже, витратами вважаються всі платежі (зовнішні та внутрішні, включаючи в останні й нормальну вигоду), необхідні для того, щоб залучити та утримати суспільні ресурси у межах даного напрямку діяльності дорожнього господарства.

### **3.3.3 Поняття про суспільно-економічну вигоду**

Міркування про економічні витрати свідчать про те, що економісти та

бухгалтери по різному розуміють термін «прибуток». Бухгалтерський прибуток являє собою загальну виручку підприємства за вирахуванням зовнішніх витрат. Суспільно-економічна вигода – це загальний доход за вирахуванням усіх витрат (зовнішніх і внутрішніх, до останніх включаючи й нормальну вигоду суспільства). Тому, якщо кажуть, що дорожня організація ледве покриває витрати, то це означає, що зовнішні й внутрішні витрати відшкодовуються, а вона отримує такий доход, якого ледве вистачає, щоб утримати його у рамках діяльності в межах дорожнього господарства. Якщо сума грошових надходжень перевищує економічні витрати, то всякий залишок нагромаджується в дорожніх організаціях. Цей залишок називається суспільно-економічною вигодою.

Отже, суспільно-економічна вигода – це загальний доход мінус імпліцитні видатки на всі ресурси. Суспільно-економічна вигода не входить у витрати, оскільки це вигода, отримана поверх нормальної вигоди, необхідної для збереження зацікавленості дорожньої організації в даному напрямі діяльності.

### **3.3.4 Поняття про короткостроковий і довготривалий період**

Витрати, які автомобільна дорога як підприємство із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків або дорожнє господарство загалом несе при забезпеченні заданого об'єму руху мережею доріг, залежать від можливості зміни кількості всіх зайнятих ресурсів.

Оскільки на зміну кількості ресурсів, що використовуються, витрачається різний час, необхідно розрізняти короткостроковий і довготривалий періоди. Короткостроковий період – це фіксовані виробничі потужності. Тобто короткостроковий період – це період дуже короткий, щоб автомобільна дорога як підприємство із забезпечення послуг щодо забезпечення безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків змогло змінити власні транспортно-експлуатаційні властивості, але досить тривалий для зміни використання цих фіксованих дорожніх умов.

Дорожні умови залишаються незмінними в межах короткострокового періоду, але об'єми руху можуть бути змінені. Існуючі характеристики дороги в межах короткострокового періоду можуть використовуватися при різних значеннях інтенсивності транспортних потоків.

Довготривалий період передбачає, що потужності змінюються. З точки зору функціонуючих автомобільних доріг, довготривалий період – це період часу

досить довгий, щоб змінити кількість зайнятих ресурсів, включаючи і дорожні умови. З точки зору дорожнього господарства, довготривалий період має досить часу, щоб функціонуючі автомобільні дороги могли б бути реконструйовані, а нові автомобільні дороги – побудовані.

Важливо зазначити, що короткостроковий і довготривалий періоди відрізняються один від одного швидше концептуально, ніж за тривалістю.

### **3.3.5 Поняття про дорожні витрати у короткостроковому періоді**

Дорожні витрати щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків даною дорожньою організацією залежать не тільки від цін необхідних ресурсів, але і від технології – від кількості ресурсів, що є необхідною для роботи автомобільної дороги. Технологічний аспект формування дорожніх витрат є найбільш цікавим на цей час. Протягом короткострокового періоду дорожня організація може змінити обсяг робіт шляхом з'єднання кількості ресурсів, що змінюється, з фіксованими дорожніми умовами.

### **3.3.6 Закон спадної віддачі**

Відповідь на це питання дає закон спадної віддачі, який називається «законом спадного граничного продукту» або «законом пропорцій, що змінюються». Цей закон стверджує, що, починаючи з певного моменту, послідовне приєднання одиниць змінного ресурсу (інтенсивності руху транспортних потоків) до незмінного фіксованого ресурсу (дорожніх умов, що склалися) дає зменшуваний додатковий, або граничний суспільний продукт (продуктивність автомобільної дороги) із розрахунку зростання на кожен подальшу одиницю інтенсивності руху. Інакше кажучи, якщо кількість транспортних засобів, які використовують автомобільну дорогу, буде збільшуватися, то зростання продуктивності автомобільної дороги відбуватиметься повільніше, по мірі того, як більше транспортних засобів буде поступати на дорогу. Продуктивність автомобільної дороги починає убавати не тому, що транспортні засоби, що поступають на дорогу, гірші за інші, а тому, що більша їхня частка рухається у тих же дорожніх умовах. При цьому пам'ятаємо, що при зростанні інтенсивності росте величина щільності транспортного потоку, що, у свою чергу, призводить до зменшення швидкості руху окремих транспортних засобів.

Крива продуктивності автомобільної дороги проходить три фази: спочатку вона підіймається вгору темпом, що прискорюється. Потім темп її піднесення

сповільнюється. Нарешті, він досягає максимальної точки і починає знижуватися.

Гранична продуктивність дороги на графіку – це кут нахилу кривої продуктивності автомобільної дороги. Інакше кажучи, гранична продуктивність дороги вимірює темп зміни продуктивності автомобільної дороги, пов'язаної з кожним транспортним засобом, що поступає на дорогу. Тому ті три фази, через який проходить продуктивність автомобільної дороги, відбиваються і в динаміці граничної продуктивності дороги. Якщо продуктивність автомобільної дороги зростає із швидкістю, що збільшується, гранична продуктивність дороги неминуче росте. На цьому етапі додаткові транспортні засоби, що рухаються автомобільною дорогою, роблять все більший і більший внесок в її продуктивність. Якщо продуктивність автомобільної дороги росте, але зі спадною швидкістю, гранична продуктивність дороги має позитивне значення, але зменшується. Кожний додатковий транспортний засіб вносить менший внесок у продуктивність автомобільної дороги в порівнянні зі своїм попередником. Коли продуктивність автомобільної дороги досягає максимуму, гранична продуктивність дороги дорівнює нулю. Коли продуктивність автомобільної дороги починає знижуватися, гранична продуктивність дороги має негативне значення.

Динаміка середньої продуктивності автомобільної дороги також відображає ту «дугоподібну» залежність між змінними зростаннями інтенсивності руху та продуктивністю автомобільної дороги, яка є характерною для граничної продуктивності дороги. Однак потрібно звернути увагу на обставину, що стосується граничної й середньої продуктивності дороги. Там, де гранична продуктивність дороги перевищує середню продуктивність, остання зростає. А скрізь, де гранична продуктивність дороги менша за середню, середня продуктивність знижується.

Таким чином, крива граничної продуктивності дороги перетинає криву середньої продуктивності дороги саме у тій точці, в якій остання досягає свого максимуму. Це співвідношення математично неминуче. Якщо до суми додати число, що перевищує середню з величин, що її складають, то ця середня повинна збільшитися. А якщо число, додане до суми величин, менше їх середньої величини, то ця середня падає. Середній рівень ряду величин росте лише при умові, що вигреш від застосування додаткової (граничної) одиниці інтенсивності руху, виявляється більшим середнього з усіх попередніх вигрешів. Якщо ж додана

величина виявиться менше «поточної» середньої, то середню в результаті потягне вниз. Тобто, середня продуктивність дороги буде зростати доти, поки величина продуктивності дороги, доданої додатковою одиницею інтенсивності руху до продуктивності автомобільної дороги, перевищує величину «середньої продуктивності дороги», або середню продуктивність дороги раніше врахованих транспортних засобів. І навпаки, додатковий транспортний засіб буде сприяти пониженню середньої продуктивності дороги, якщо величина, додана ним до продуктивності автомобільної дороги, менше величини середньої продуктивності.

Закон спадної віддачі втілюється у всіх трьох кривих. Однак, як впливає з приведеного вище закону, цікавою є гранична продуктивність автомобільної дороги. Розрізняються стадії зростання, убування і негативного її значення (рис. 3.4.).

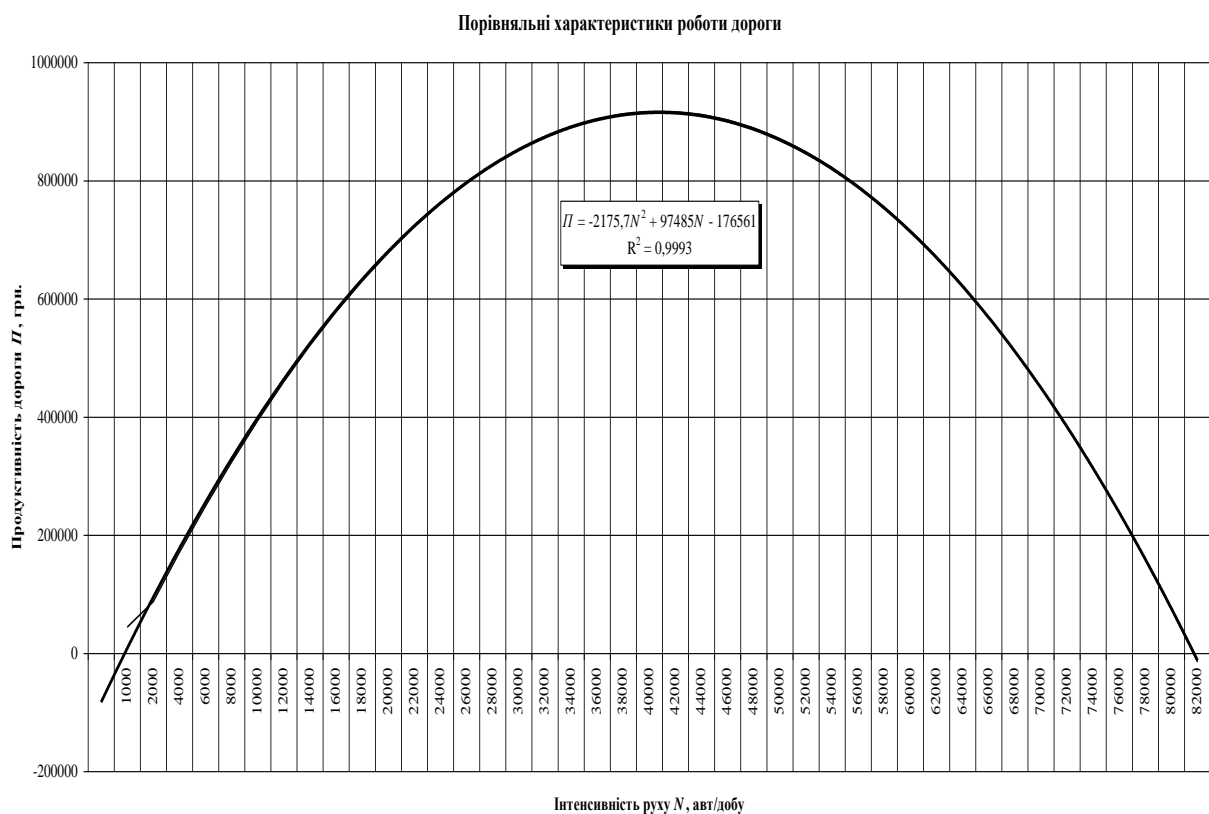


Рисунок 3.4 – Залежність «Продуктивність дороги – Інтенсивність руху»

### 3.3.7 Постійні, змінні та загальні дорожні витрати

Щоб визначити загальні дорожні витрати на забезпечення різних об'ємів дорожнього руху й витрати з розрахунку на одиницю продуктивності дороги, необхідно об'єднати дані про забезпечення умов дорожнього руху, включені в закон спадної віддачі з інформацією про ціни на ресурси суспільства.

Як уже відмічалось, протягом короткострокового періоду часу деякі ресурси,

пов'язані з дорожніми умовами, залишаються незмінними. Кількість автомобілів у транспортних потоках може змінюватися. Звідси слідує, що в короткостроковому періоді різні види витрат можуть бути віднесені або до постійних, або до змінних дорожніх витрат (рис. 3.5).

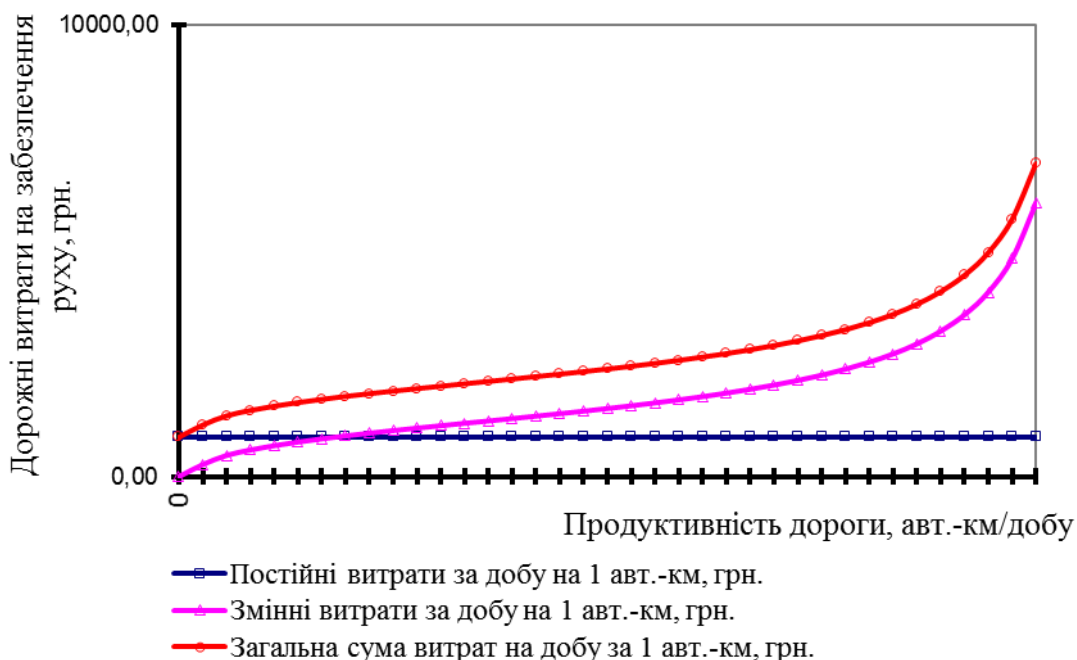


Рисунок 3.5 – Постійні витрати, змінні витрати та загальні сума витрат, грн

Постійними називаються витрати, величина яких не міняється в залежності від зміни інтенсивності руху дорогою. Постійні витрати є пов'язаними з існуючими дорожніми умовами й тому мають бути завжди, навіть тоді, коли інтенсивності руху, тобто саме дорожнього руху, немає.

До постійних витрат відноситься оплата зобов'язань по позиках, відрахування на амортизацію інженерних та інших споруд, будівель і обладнання, а також заробітна плата управлінському персоналові та інші адміністративні витрати. Згідно з визначенням, показник постійних витрат залишається незмінним при всіх рівнях інтенсивності руху, включаючи нульовий.

Змінними називаються такі витрати, величина яких змінюється в залежності від зміни інтенсивності дорожнього руху. Це витрати на дорожньо-будівельні матеріали, паливо, енергію, транспортні послуги, більшу частину трудових ресурсів і подібні змінні ресурси.

Сума змінних витрат має змінюватися у прямій залежності від інтенсивності дорожнього руху. Але потрібно відмітити, що приріст суми змінних витрат,

пов'язаний із збільшенням інтенсивності дорожнього руху на одну одиницю, не є постійним. На початку процесу збільшення інтенсивності руху змінні витрати будуть якийсь час зростати зменшуваними темпами. Потім змінні витрати почнуть збільшуватися наростаючими темпами з розрахунку на кожен подальшу одиницю продукції. Така поведінка змінних витрат зумовлена законом спадної віддачі. Збільшення граничної продуктивності дороги протягом якогось часу буде викликати все менший і менший приріст змінних ресурсів для виробництва кожної додаткової одиниці продуктивності дороги. Через те, що всі одиниці змінних ресурсів купуються по одній і тій же ціні, то сума змінних витрат буде зростати зменшуваними темпами. Як тільки гранична продуктивність дороги почне падати згідно із законом спадної віддачі, все більша й більша кількість додаткових змінних ресурсів доведеться використати для виробництва кожної подальшої одиниці продуктивності. Сума змінних витрат, таким чином, буде збільшуватися наростаючими темпами.

Загальна сума витрат – це сума постійних і змінних витрат при кожному даному значенні інтенсивності дорожнього руху. При нульовому значенні її загальна сума витрат дорівнює сумі постійних витрат. Потім, при появі кожної додаткової одиниці інтенсивності дорожнього руху загальна сума витрат міняється на ту величину, що і сума змінних витрат. Відмінність між постійними й змінними витратами має істотну відмінність для забезпечення роботи автомобільної дороги. Змінні витрати – це витрати, якими можна управляти, величина яких може бути змінена протягом короткострокового періоду часу шляхом зміни інтенсивності руху. Постійні ж витрати знаходяться поза контролем адміністрації дорожньої організації. Такі витрати є обов'язковими і мають бути зроблені незалежно від інтенсивності руху.

### **3.3.8 Середні витрати, або витрати на одиницю продуктивності дороги**

Зазвичай, важливою є загальна сума дорожніх витрат, однак не менш важливою є середні витрати, тобто витрати на одиницю продуктивності дороги. Саме показники середніх витрат використовуються для порівняння з споживчою цінністю, яка вказується у розрахунку на одиницю продуктивності (рис. 3.6).

1) Середні постійні витрати ( $AFC$ ) визначаються шляхом розподілу сумарних постійних витрат ( $TFC$ ) на відповідне значення інтенсивності дорожнього руху ( $Q$ ).

Тобто  $AFC = TFC / Q$ . Оскільки сума постійних витрат, незалежна від



інтенсивності руху,  $AFC$  будуть падати по мірі збільшення інтенсивності руху.

Із зростанням інтенсивності руху дана сума постійних витрат розподіляється на більшу й більшу кількість продукції. Це і є те, що зазвичай називається «розподілом накладних витрат». Крива  $AFC$  безперервно знижується при зростанні інтенсивності руху.

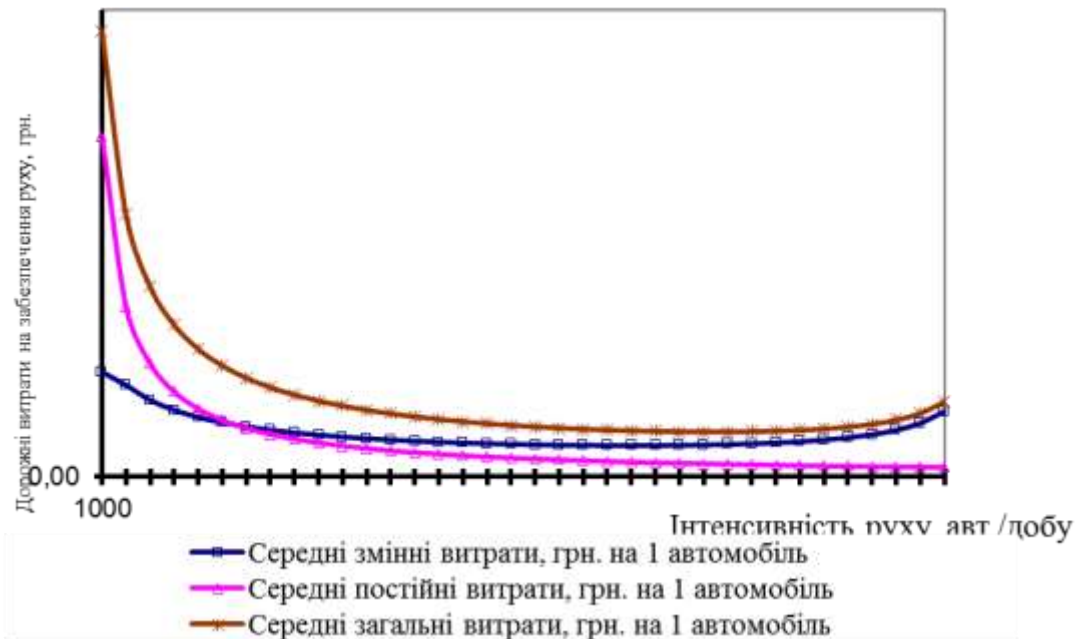


Рисунок 3.6 – Середні постійні, середні змінні та загальна сума витрат

2) Середні змінні витрати ( $AVC$ ) визначаються шляхом розподілу сумарних змінних витрат ( $TVC$ ) на відповідну інтенсивність руху ( $Q$ ). Тобто  $AVC = TVC / Q$ .  $AVC$  спочатку падають, досягають свого мінімуму, а потім починають зростати. На графіку це виглядає у вигляді округлої дугоподібної кривої. Оскільки суми змінних витрат підкоряються закону спадної віддачі, то це має відбитися і на показниках середніх змінних витрат, що розраховуються на базі цих сум.

При малому значенні інтенсивності руху процес буде відносно неефективним і високо вартісним, оскільки автомобільна дорога виявиться недовантаженою. Недостатня інтенсивність руху буде «недовантажувати» існуючі дорожні умови, процес руху автомобільною дорогою буде неефективним, а змінні витрати у розрахунку на одиницю інтенсивності транспортного потоку відповідно відносно високими. Однак по мірі зростання інтенсивності руху більш повне використання автомобільної дороги забезпечить підвищення ефективності її функціонування. У результаті змінні витрати у розрахунку на одиницю інтенсивності руху будуть знижуватися. Внаслідок застосування все більших і більших значень інтенсивності

руху зрештою наступить такий момент, коли закон спадної віддачі вступить у дію. З цього моменту смуги руху автомобільної дороги будуть використовуватися настільки інтенсивно, що кожна додаткова одиниця інтенсивності руху транспортних потоків буде збільшувати продуктивність дороги на меншу величину, ніж попередня. Це значить, що  $AVC$  почнуть зростати.

3) Середні загальні витрати  $ATC$  можна розрахувати шляхом розподілу суми загальних витрат на інтенсивність руху, тобто  $ATC = TC/Q = AFC + AVC$ .

### 3.3.9 Граничні дорожні витрати

Граничними дорожніми витратами ( $MC$ ) називаються додаткові дорожні витрати, пов'язані з рухом дорогою ще однієї транспортної одиниці як складової транспортних потоків.  $MC$  можна визначити для кожної додаткової транспортної одиниці, просто помітивши ту зміну суми витрат, яка була результатом отримання цієї одиниці (рис. 3.7):  $MC = \text{зміна } TC / \text{зміна } Q$ .

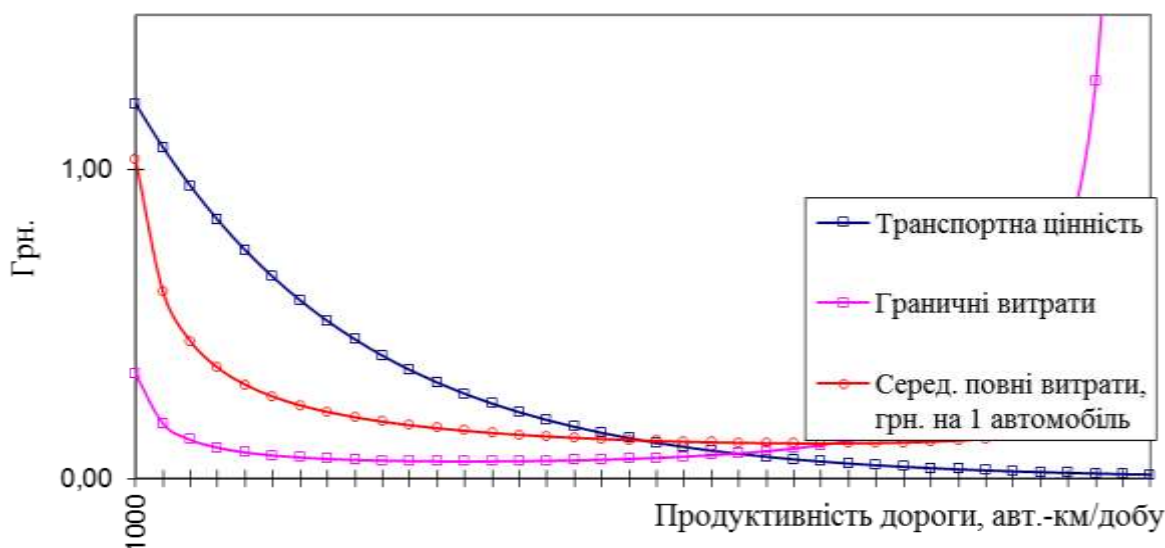


Рисунок 3.7 – Граничні та середні повні дорожні витрати

$MC$  можна також порахувати з показників суми змінних витрат тому, що вся різниця між сумою загальних і сумою змінних витрат являє собою фіксовану величину постійних витрат. Отже, зміна суми загальних витрат завжди дорівнює зміні суми змінних витрат для кожної додаткової транспортної одиниці інтенсивності руху транспортного потоку.

Концепція граничних витрат має стратегічне значення, оскільки вона дозволяє визначити ті дорожні витрати, величину яких можна контролювати найбільш безпосередньо. Точніше кажучи,  $MC$  показують такі дорожні витрати, які

доведеться понести у разі отримання останньої транспортної одиниці, та, одночасно дорожні витрати, які можуть бути «зеконормлені» у разі скорочення інтенсивності руху транспортного потоку на цю останню транспортну одиницю.

Показники середніх дорожніх витрат не дають такої інформації. Прийняття рішень відносно об'ємів руху, звичайно, носить граничний характер. Тобто вирішується питання про те, чи буде забезпечена інтенсивність руху на декілька транспортних одиниць більше або на декілька одиниць менше. Граничні дорожні витрати відображають зміну у витратах, яка спричинить збільшення або зменшення продуктивності дороги через зміну інтенсивності руху транспортного потоку на одну одиницю.

Порівняння граничних витрат із граничною вигодою, яка являє собою зміну суспільної вигоди, пов'язану із збільшенням або зменшенням інтенсивності руху на одну транспортну одиницю, дозволяє з'ясувати вигідність тієї або іншої зміни продуктивності дороги. Визначення граничних значень буде розглянуте далі.

### **3.3.10 Гранична продуктивність автомобільної дороги**

Форма кривої граничних витрат є відображенням і наслідком закону спадної віддачі. Співвідношення між величиною граничної продуктивності автомобільної дороги й величиною граничних дорожніх витрат легко уловити. Якщо передбачити, що рух кожної наступної одиниці транспортного потоку оцінюється однаково, то граничні дорожні витрати для забезпечення руху кожної додаткової транспортної одиниці потоку падатимуть, поки гранична продуктивність дороги для кожної додаткової транспортної одиниці буде зростати. Так відбувається тому, що граничні дорожні витрати уявляють собою витрати на оцінку руху додаткової одиниці транспортного потоку, поділену на граничну продуктивність дороги. Іншими словами, доти, поки гранична продуктивність дороги зростатиме, граничні дорожні витрати будуть падати. Залежність між граничною продуктивністю і граничними дорожніми витратами очевидна: при даному рівні оцінки на одиницю транспортного потоку зростаюча віддача (тобто збільшення граничної продуктивності дороги) виражатиметься в падінні граничних дорожніх витрат, а спадна віддача (тобто падіння граничної продуктивності дороги) – у зростанні граничних витрат.

Крива граничних дорожніх витрат перетинає криві середніх загальних дорожніх витрат  $AVC$  і середніх змінних дорожніх витрат  $ATC$  в точках їх

мінімумів. Таке співвідношення між граничними й середніми величинами є математично неминучим.

Крива граничних дорожніх витрат  $MC$  перетинає криву середніх загальних дорожніх витрат у точці мінімуму останньої. Оскільки  $MC$  можна розглядати як додаткові дорожні витрати або до суми загальних, або до суми змінних дорожніх витрат, те ж саме міркування годиться і для пояснення того, чому крива  $MC$  перетинає криву  $AVC$  у точці мінімуму. Але подібної залежності не існує між кривою  $MC$  і кривою середніх постійних дорожніх витрат  $AFC$ , оскільки ці криві пов'язані одна з одною. Показник граничних витрат  $MC$  відображає тільки ті зміни, які викликаються коливаннями в об'ємі дорожнього руху, тоді як постійні витрати є незалежними від інтенсивності дорожнього руху.

Криві граничних дорожніх витрат ( $MC$ ) і середніх змінних дорожніх витрат ( $AVC$ ) є дзеркальним відображенням кривих граничної продуктивності дороги ( $MP$ ) і середньої продуктивності дороги ( $AP$ ) відповідно. Коли  $MP$  росте,  $MC$  повинні падати. Коли  $MP$  досягає максимуму,  $MC$  виявляються мінімальними, а коли  $MP$  зменшується,  $MC$  ростуть. Аналогічний взаємозв'язок існує між  $AP$  і  $AVC$ .

### **3.4 Методика визначення транспортної цінності забезпечення умов дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги**

Для оцінки ефективності роботи автомобільної дороги у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП* необхідним є визначення транспортної цінності забезпечення умов дорожнього руху (надалі – транспортної цінності руху) як критерію співвідношення об'ємів руху національних та місцевих транспортних потоків до ресурсів, що їх витрачає суспільство, щоб забезпечити зручні, безпечні та екологічно кращі умови руху державними та місцевими автомобільними дорогами країни [161].

Автомобільні дороги – це підгалузь неринкової діяльності, тобто такої діяльності, витрати на яку не покриваються за рахунок продажу товару чи послуги на ринку (розділ 2). Неринкова діяльність відрізняється від ринкової тим, що на неї не встановлюється ціна на ринку і вона не продається за рахунок прямого переходу коштів. Слід пам'ятати, що отримання вигод від товарів індивідуального споживання ґрунтується на їх купівлі, вигоди від суспільних продуктів суспільство отримує у результаті виробництва таких благ (для автомобільних доріг – при

їхньому функціонуванні, тобто під час руху транспортних засобів ними). Розглянемо основні етапи визначення транспортної цінності руху як критерію ефективності функціонування автомобільних доріг.

1) Основні терміни, що застосовуються для визначення транспортної цінності забезпечення дорожнього руху:

- нормальна (справедлива) вигода – мінімальний доход, який є необхідним, щоб утримати ресурси суспільства у межах напрямку діяльності дорожнього господарства або імпліцитні (скриті) видатки держави на суспільні потреби;

- загальна суспільна вигода – загальна вигода за винятком усіх дорожніх витрат (зовнішніх і внутрішніх), включаючи нормальну (справедливу) вигоду;

- економічні витрати – виплати, що потрібно зробити, або ті доходи, що має бути забезпечені постачальникам ресурсів для того, щоб відволікти ці ресурси від використання їх в альтернативних виробництвах, тобто сума економічних витрат – зовнішніх та внутрішніх, включаючи нормальну або справедливу вигоду);

- короткостроковий період – період часу досить короткий, щоб були змінені дорожні умови, але доволі тривалий для зміни інтенсивності використання цих фіксованих потужностей автомобільної дороги;

- постійні дорожні витрати ( $TFC$ ) – дорожні витрати на один кілометр, величина яких не змінюється в залежності від інтенсивності руху дорогою;

- змінні дорожні витрати ( $TVC$ ) – дорожні витрати на один автомобіле-кілометр, тобто величина, що змінюється в залежності від зміни інтенсивності руху автомобільною дорогою (добової продуктивності дороги). Приріст суми змінних дорожніх витрат, що пов'язаний із збільшенням інтенсивності руху, не є постійним;

- загальні дорожні витрати ( $TC$ ) – сума постійних та змінних дорожніх витрат на один кілометр при кожному зі значень добової інтенсивності руху автомобільною дорогою довжиною 1 км;

- середні постійні дорожні витрати ( $AFC$ ) – відношення сумарних постійних витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги;

- середні змінні дорожні витрати ( $AVC$ ) – відношення сумарних змінних дорожніх витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги;

- середні загальні дорожні витрати ( $ATC$ ) – відношення суми загальних дорожніх витрат на один кілометр до добової продуктивності дороги;

- граничні дорожні витрати ( $MC$ ) – додаткові або додані витрати на один кілометр, пов'язані з виробництвом ще однієї одиниці послуги (для автомобільної дороги – частка від добутку зміни загальних витрат за проїзд одного кілометра дороги ще одним транспортним засобом);

- граничні дорожні вигоди ( $MR$ ) – додаткова суспільна вигода, що є результатом реалізації ще однієї одиниці послуги щодо руху одного транспортного засобу автомобільною дорогою;

- регульована монополія – природна монополія, що підлягає державному регулюванню;

- споживча транспортна цінність руху автомобільною дорогою – грошовий еквівалент економічних вигод користувачів при русі автомобільною дорогою;

- суспільно-оптимальна транспортна цінність руху – транспортна цінність руху, при якій досягається ефективність розподілу ресурсів суспільства;

- транспортна цінність руху, що забезпечує нормальну (справедливу) суспільну вигоду – випадок, коли величина попиту користувачів на рух автомобільною дорогою дорівнює середнім загальним суспільним витратам;

- попит користувачів на рух автомобільною дорогою – та кількість кілометрів, якою бажатиме й матиме можливість рухатися користувач дороги з відповідним значенням транспортною цінності руху;

- дилема регулювання – порівняння результатів визначення суспільно-оптимальної транспортної цінності руху та транспортної цінності руху, що забезпечує нормальну (справедливу) суспільну вигоду. Вирішує проблему раціонального розподілу ресурсів у суспільному та економічному значенні.

2) Для визначення транспортної цінності руху при аналізі ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* необхідно володіти такими укрупненими показниками: довжина автомобільної дороги, її категорія, кількість смуг руху, стан проїзної частини, вартість будівництва або балансова вартість дороги та орієнтовні витрати на утримання одного кілометра автомобільної дороги, значення існуючої та перспективної інтенсивності руху й складу транспортного потоку за групами (на термін 20 років).

3) Далі потрібно визначити характеристики існуючої автомобільної дороги, що є альтернативною щодо аналізованої дороги: довжину дороги (маршруту); добову інтенсивність руху; кількість смуг руху; стан проїзної частини; склад

транспортного потоку; зробити прогноз добової інтенсивності руху за маршрутом на термін 20 років.

4) Спрогнозувати криву попиту на рух аналізованою автомобільною дорогою при існуючих об'ємах руху за напрямком. Для цього використовується двопродуктова модель поведінки користувачів автомобільної дороги з урахуванням бюджетних ліній для різних значень транспортної цінності руху, побудовою кривих байдужості з подальшим визначенням точок споживчої рівноваги користувачів дороги (табл. табл. 3.1, 3.2, 3.3, рис. 3.8).

У стовпчики 1 та 2 рядка 2 табл. 3.1 вносяться наступні значення: довжина маршруту руху  $L_e$  автомобільною дорогою загального користування й довжина маршруту  $L_a$  альтернативною (існуючою) дорогою.

За укрупненими показниками добової інтенсивності руху та складу транспортних потоків по групах за допомогою досліджень [182] визначаються по формулах: середня швидкість руху  $V_e$  автомобільною дорогою загального користування та середня швидкість руху  $V_a$  альтернативною дорогою, значення яких вносяться у табл. 3.1 стовпчики 3 та 4 рядка 2:

*для альтернативної дороги :*

- при 80% транспортних засобів 1 групи:

$$V_a = 86,204 - 0,098 N_{cm} ;$$

- при 60% транспортних засобів 1 групи:

$$V_a = 79,845 - 0,088 N_{cm} ;$$

- при 40% транспортних засобів 1 групи:

$$V_a = 72,298 - 0,076 N_{cm} ;$$

- при 20% транспортних засобів 1 групи:

$$V_a = 68,10 - 0,070 N_{cm} ;$$

*для аналізованої автомобільної дороги :*

- для 80% транспортних засобів 1 групи:

$$V_e = 96,204 - 0,049 N_{cm} ;$$

- для 60% транспортних засобів 1 групи:

$$V_e = 89,845 - 0,044 N_{cm} ;$$

- для 40% транспортних засобів 1 групи:

$$V_e = 82,298 - 0,038 N_{cm} ;$$

- для 20% транспортних засобів 1 групи:

$$V_g = 78,10 - 0,035 N_{cm}.$$

5) Визначити (для урахування часового аспекту споживчої поведінки користувачів) значення часу сполучення кожною з доріг (відповідно  $t_a$  та  $t_g$ ) за залежностями, та внесення отриманих значень у стовпчики 5 та 6 таблиці 3.1:

- для альтернативної автомобільної дороги:  $t_a = l_a / V_a$  ;

- для аналізованої автомобільної дороги:  $t_g = l_g / V_g$  .

Таблиця 3.1

Довжина $L_a$ , км	Довжина $L_g$ , км	Швидкість $V_a$ , км/Г	Швидкість $V_g$ , км/Г	Час сполучення $t_a$ , Г	Час сполучення $t_g$ , Г
1	2	3	4	5	6
...	...	...	...	...	...

б) Визначити дані щодо побудови бюджетних ліній та кривих байдужості користувачів аналізованої автомобільної дороги. Для цього у рядки стовпчика 1 табл. 3.2 вносяться значення числа кілометрів аналізованою дорогою  $L_g$ , які побажав би використати користувач при різних значеннях транспортної цінності руху. Вирахувавши за допомогою графічної побудови дотичних бюджетних ліній до кривих байдужості поведінки користувача як похідну у точках споживчої рівноваги, отримують ці значення. Вони вносяться у стовпчик 8 табл. 3.2.

Таблиця 3.2

$L_g$	$ctg a$	$OB^{\wedge}$	$tg b$	$arctg b$	$AX$	$OX$	$L_{mp}$
1	2	3	4	5	6	7	8
...	...	...	...	...	...	...	...

7) Визначити за допомогою вище наведених розрахунків транспортної цінності руху, що вноситься у стовп. 8 (табл. 3.3) та інтенсивності руху аналізованою автомобільною дорогою при даних значеннях транспортної цінності руху (стовп. 10, табл. 3.3). Для цього заповнюються відповідні рядки значеннями добової інтенсивності руху за напрямком (стовп. 2) та довжини альтернативної (існуючої) дороги (стовп. 3). Вираховується за допомогою генератора випадкових чисел середньозважені витрати пального на 1 км дороги для умовного легкового автомобіля, а отримані дані заносяться у стовп. 4. Потім вираховується бюджет на проїзд за напрямком (витрати користувача) як добуток останньої величини на довжину альтернативної (існуючої) дороги. Результат вноситься у відповідні рядки стовп. 5. Для різних бюджетних ліній аналізованого проїзду (стовп. 6) рахується



собівартість руху для користувачів автомобільної дороги, й заповнюються відповідні рядки стовп. 7. У стовп. 8 вносяться дані розрахунку транспортної цінності руху як різниця між значеннями відповідних рядків стовп. 7 та стовп. 4. За значеннями, які були отримані зі стовпчика 1 табл. 3.2 (вони є тотожними тим, що внесені у стовп. 9 табл. 3.3), розраховуються значення добової інтенсивності руху через пропорцію величини транспортної цінності руху цим кілометром по відношенню до довжини альтернативної (існуючої) дороги і добової інтенсивності руху за напрямком. Вираховані дані вносяться у стовп. 10 табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Інтенсивність руху на 1 смугу, $N$ , авт/г	Інтенсивність руху за напрямком, $N_{заг}$ , авт/добу	Довжина $L_a$ , км	Вартість витрат пального на 1 км	Бюджет (витрати користувача)	Варіанти розподілу бюджету $L_e$	Вартість руху 1 км дороги	Транспортна цінність руху 1 км дороги	Довжина $L_{mp}$ , км	Добова інтенсивність руху $N_e$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

8) За допомогою отриманих даних наноситься крива попиту користувачів на рух дорогою, що має бути побудована (проаналізована), для існуючих на момент розрахунку значень добової продуктивності дороги за напрямком (рис. 3.1).

9) Визначення постійних дорожніх витрат ( $TFC$ ), змінних дорожніх витрат ( $TVC$ ) та загальної суми дорожніх витрат ( $TC$ ), значення яких заносяться до відповідних стовпчиків табл. 3.4. Усе це може бути зображене рис. 3.5.

Таблиця 3.4

Продуктивність дороги, авт.-км/добу	Постійні витрати за добу на 1 авт.-км, грн.	Змінні витрати за добу на 1 авт.-км, грн.	Загальна сума витрат на добу за 1 авт.-км, грн.
...	...	...	...

До постійних дорожніх витрат відносяться: адміністративні витрати, витрати на утримання дороги, амортизаційні відрахування, постійні податки та ін. обов'язкові платежі, витрати на проведення ремонтів, що зумовлені зношуванням дороги та штучних споруд під дією природних факторів.

Сума усіх вищенаведених постійних витрат вираховується на один кілометр дороги за добу, а значення вносяться у всі рядки до стовп. 2 табл. 3.4. Вони є постійними для усіх значень інтенсивності руху: від нуля до максимального.

До змінних дорожніх витрат відносяться: витрати на проведення поточного, середнього та капітального ремонтів, а також обов'язкові платежі, змінні податки.

Сума усіх вищенаведених змінних дорожніх витрат вираховується на один кілометр дороги за добу для одного автомобіля. Іншими словами, значення

змінних дорожніх витрат співвідносяться з добовою інтенсивністю руху й вписуються у відповідний рядок табл. 3.4. Для кожної строчки визначаються повні загальні дорожні витрати як сума постійних дорожніх витрат і змінних дорожніх витрат. Розрахована величина вноситься у відповідний рядок стовп. 3.

10) Визначаються середні постійні дорожні витрати ( $AFC$ ), середні змінні дорожні витрати ( $AVC$ ) та середні загальні дорожні витрати ( $ATC$ ). Потім заповнюються відповідні рядки табл. 3.5, що відображається на рис. 3.6. Середні змінні дорожні витрати ( $AVC$ ) визначаються шляхом розподілу сумарних змінних дорожніх витрат ( $TVC$ ) на добову продуктивність дороги ( $\Pi$ ). Тобто  $AVC = TVC / \Pi$ . Розраховане значення заноситься у відповідний рядок стовп. 2 табл. 3.5. Середні постійні дорожні витрати ( $AFC$ ) визначаються шляхом розподілу сумарних постійних дорожніх витрат ( $TFC$ ) на відповідну добову продуктивність дороги ( $\Pi$ ). Тобто  $AFC = TFC / \Pi$ . Розраховане значення заноситься у відповідний рядок стовп. 3 табл. 3.5. Середні загальні дорожні витрати  $ATC$  можна розрахувати через розподіл суми загальних дорожніх витрат на добову інтенсивність руху, тобто  $ATC = TC / \Pi = AFC + AVC$ , значення заносяться у рядки стовп. 4 табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Продуктивність дороги, авт.-км./добу	Середні змінні витрати, грн. на 1 авт.-км	Середні постійні витрати, грн. на 1 авт.-км	Середні повні витрати, грн. на 1 авт.-км
...	...	...	...

11) Визначається співвідношення величини попиту на початку експлуатації побудованої дороги й середніх загальних витрат (табл. 3.6, рис. 3.8).

Таблиця 3.6

Інтенсивність руху, авт./добу	Транспортна цінність руху, грн.	Середні дорожні витрати на 1 авт.-км, грн.
...	...	...

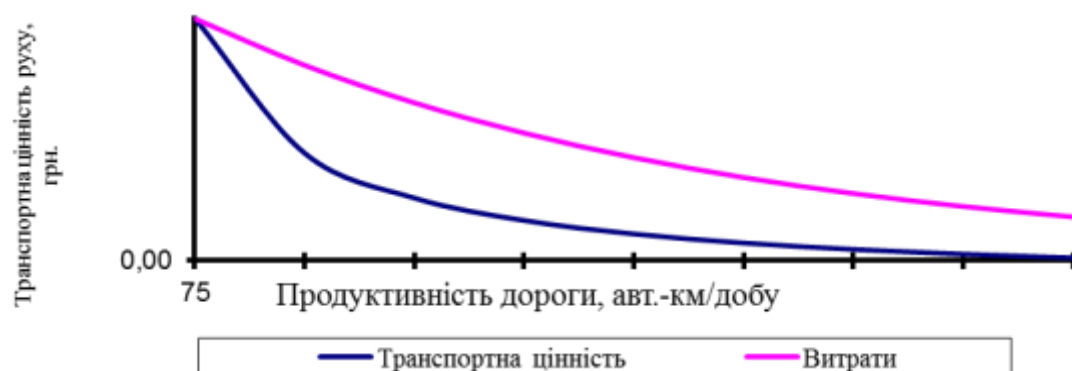


Рисунок 3.8 – Величина попиту та середні дорожні витрати на 1 авт.-км за умов низької інтенсивності руху, грн

12) При перевищенні середніх загальних дорожніх витрат над величиною попиту за існуючої інтенсивності на початку експлуатації побудованої дороги визначається перспективна добова інтенсивність руху та прогнозована крива попиту користувачів на рух цією дорогою (табл. табл. 3.7 - 3.9, рис. 3.9).

13) Таблиці 3.7, 3.8 і 3.9 заповнюються значеннями, що рахуються як у табл. 3.3:

Таблиця 3.7

Довжина $L_a$ , км	Довжина $L_b$ , км	Швидкість $V_a$ , км/г	Швидкість $V_b$ , км/г	Час сполучення $t_a$ , г	Час сполучення $t_b$ , г
1	2	3	4	5	6
...	...	...	...	...	...

Таблиця 3.8

$L'_b$	ctg a	OB'	tg b	arctg b	AX	OX	$L_{тр}$
1	2	3	4	5	6	7	8
...	...	...	...	...	...	...	...

Таблиця 3.9

Інтенсивність руху на 1 смугу, $N$ , авт/г	Інтенсивність руху за напрямком, $N_{заг}$ , авт/добу	Довжина $L_a$ , км	Вартість витрат пального на 1 км	Бюджет (витрати користувача)	Варіанти розподілу бюджету $L_b$	Вартість руху на 1 км дороги	Транспортна ціна руху 1 км дороги	Довжина на $L_{тр}$ , км	Добова інтенсивність руху $N_b$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

14) За допомогою отриманих даних будується крива попиту користувачів на рух аналізованою автомобільною дорогою для існуючих на момент розрахунку значень добової продуктивності дороги за напрямком (рис. 3.1).

15) Суспільно-оптимальна транспортна цінність руху визначається для короткострокового періоду як точка перетинання кривої попиту користувачів на рух та кривої граничних витрат ( $MC$ ). Це транспортна цінність руху, за якою досягається максимально ефективне значення добової продуктивності дороги (ефективний розподіл ресурсів суспільства), але середні загальні витрати ( $ATC$ ) не перекриваються, у результаті чого мають місце дорожні збитки (табл. 3.10, рис. 3.13).

Граничними дорожніми витратами ( $MC$ ) суспільства є додаткові витрати, пов'язані з пропуском ще одного автомобіля дорогою довжиною в 1 км.  $MC$  можна визначити для забезпечення руху кожної додаткової транспортної одиниці автомобільною дорогою, просто помітивши ту зміну суми витрат, яка була результатом виробництва цієї одиниці послуги:  $MC = \text{зміна } TC / \text{зміна } N$ .

Розраховане значення заноситься у відповідний рядок стовп. 2 табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Продуктивність дороги, авт.-км/добу	Граничні витрати	Транспортна цінність руху
...	...	...

На рис. 3.9 бачимо, що перетин кривих граничних дорожніх витрат і транспортної цінності руху відбувається у точці, де крива середніх повних дорожніх витрат ще не досягла свого мінімального значення. Тут маємо суспільно-оптимальну транспортну цінність руху, яка відповідає максимально ефективному розподілові суспільних ресурсів, але виробнича ефективність не досягається, а суспільство у короткостроковому періоді матиме збитки.

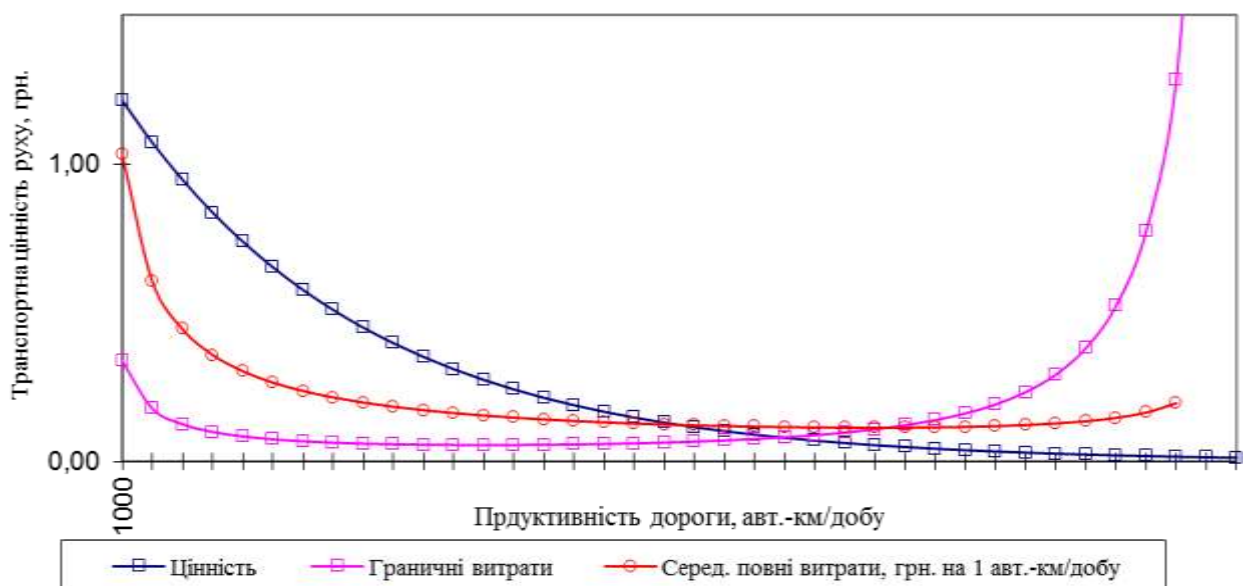


Рисунок 3.9 – Визначення суспільно-оптимальної транспортної цінності руху, грн.

16) Визначається транспортна цінність руху, що дає суспільству нормальну (справедливу) вигоду, як точка перетинання прогнозованої кривої попиту користувачів на рух дорогою та кривої середніх загальних витрат (АТС) – максимальна транспортна цінність руху (табл. 3.11, рис. 3.10).

Таблиця 3.11

Продуктивність дороги, авт.-км/добу	Середні повні дорожні витрати, грн. на 1 авт.-км/добу	Транспортна цінність руху, грн.
...	...	...

17) Кожна транспортна цінність руху, визначена за розрахунком, є мірилом відповідного їй об'єму руху та критерієм щодо визначення мікроефекту від роботи дороги (прямі вигоди її користувачів), економічного ефекту від роботи дороги, суспільного ефекту (раціональний розподіл ресурсів суспільства) та суспільно-економічного ефекту з додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних

доріг, що пов'язані з рівнями зручності руху транспортних потоків (розділ 3.5).

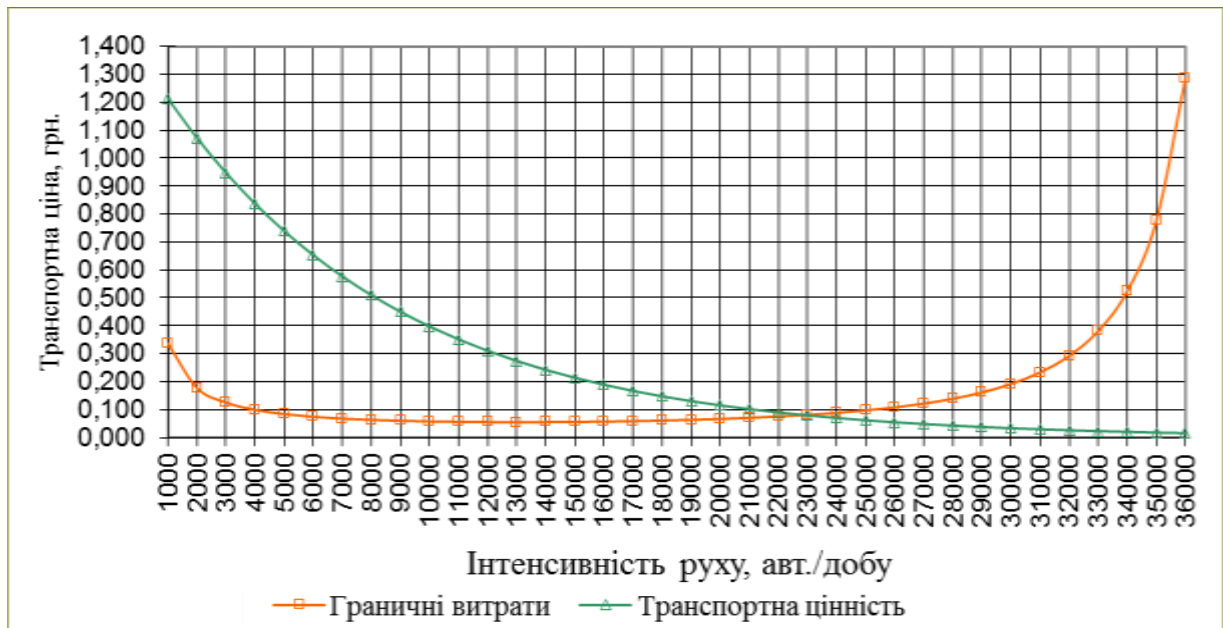


Рисунок 3.10 – Визначення суспільно-оптимальної транспортної ціни руху для прогнозованої інтенсивності руху, грн

Мікроефект від роботи автомобільної дороги характеризує пряму вигоду її користувачів через забезпечення зручних умов руху. Визначається за граничним значенням різниці між кривою попиту користувачів на рух дорогою та середніх загальних витрат у точці перетину кривої граничного вигоди від руху транспортних потоків автомобільною дорогою та кривої граничних дорожніх витрат.

Непрямий ефект від роботи автомобільної дороги дозволяє оцінити опосередкований вплив функціонування мережі автомобільних доріг на розвиток економічної системи країни та її регіонів. Визначається через знаходження точки перетину кривої попиту користувачів на рух з кривою середніх загальних дорожніх витрат. Саме цим повністю покриваються витрати суспільства на функціонування та розвиток дороги. Цей вид ефекту ще можна назвати виробничою ефективністю з боку держави щодо забезпечення раціональних умов руху (розділ 4).

При досягненні значення економічного ефекту від роботи дороги тільки частково вирішується проблема недорозподілу ресурсів (тобто відповідності об'ємів дорожнього руху витратам суспільства), якому б сприяла нерегульована монополія. Можливим є регулювання, за яким визначається транспортна цінність руху, що забезпечує вигоди суспільства на рівні нормальної або «справедливої» вигоди. Це дещо збільшує можливу прогнозовану інтенсивність руху, тоді як суспільно раціональною інтенсивністю руху є інтенсивність за умов призначення суспільно-

оптимальної транспортної цінності руху, чим і досягається додатковий суспільний ефект від роботи дороги, що буде отриманий від розвитку мережі місцевих доріг з удосконаленим покриттям на нових територіях та у сільській місцевості.

Дилема регулювання одночасно збільшує об'єми дорожнього руху та раціоналізує економічні вигоди регульованої монополії держави від користування автомобільними дорогами як суспільним продуктом.

18) Для визначення вигод суспільства від будівництва та утримання дороги потрібно розрахувати його економічний дохід (табл. 3.12, рис. 3.11).

Таблиця 3.12 – Прогноз економічного доходу (збитку) суспільства

Роки	Прогноз інтенсивності руху	Транспортна ціна руху, що відповідає нормальній вигоді	Доход на км за добу	Загальний дохід на рік	Загальні витрати на км за добу	Загальні витрати на рік	Прогноз економічного доходу, грн.
...	...	...	...	...	...	...	...
Загальна сума				...	...	...	...

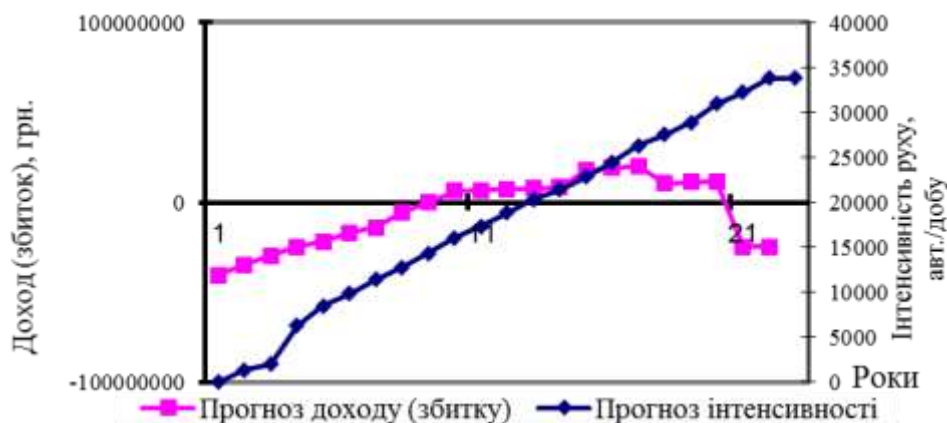


Рисунок 3.11 – Прогноз економічного доходу (збитку) суспільства від функціонування автомобільної дороги в залежності від інтенсивності руху по роках

19) За результатами аналізу визначаються не тільки вище означені види ефективності за різними значеннями об'ємів руху у короткостроковому періоді. Вони також порівнюються з суспільно-економічним ефектом (рис. 3.12).

Суспільно-економічний ефект може бути досягнутий тільки за умови збігу трьох кривих: кривої попиту користувачів на рух, кривої середніх загальних дорожніх витрат та кривої граничних витрат (остання є кривою пропозиції продуктивності дороги у довготривалому періоді). При цьому співпадають економічна ефективність (мінімум загальних середніх дорожніх витрат) та ефективність розподілу ресурсів суспільства (крива граничних дорожніх витрат) із кривою попиту користувачів на рух дорогою (тобто з транспортною цінністю руху). В цьому й полягає

комплексність суспільно-економічного ефекту – усі види ефективності досягаються через баланс індивідуальних потреб користувачів автомобільних доріг і суспільних потреб на забезпечення зручних умов руху автомобільною дорогою з урахуванням додаткового ефекту від роботи місцевих автомобільних доріг.

**Економічний та суспільний аналіз ефективності функціонування автомобільних доріг**

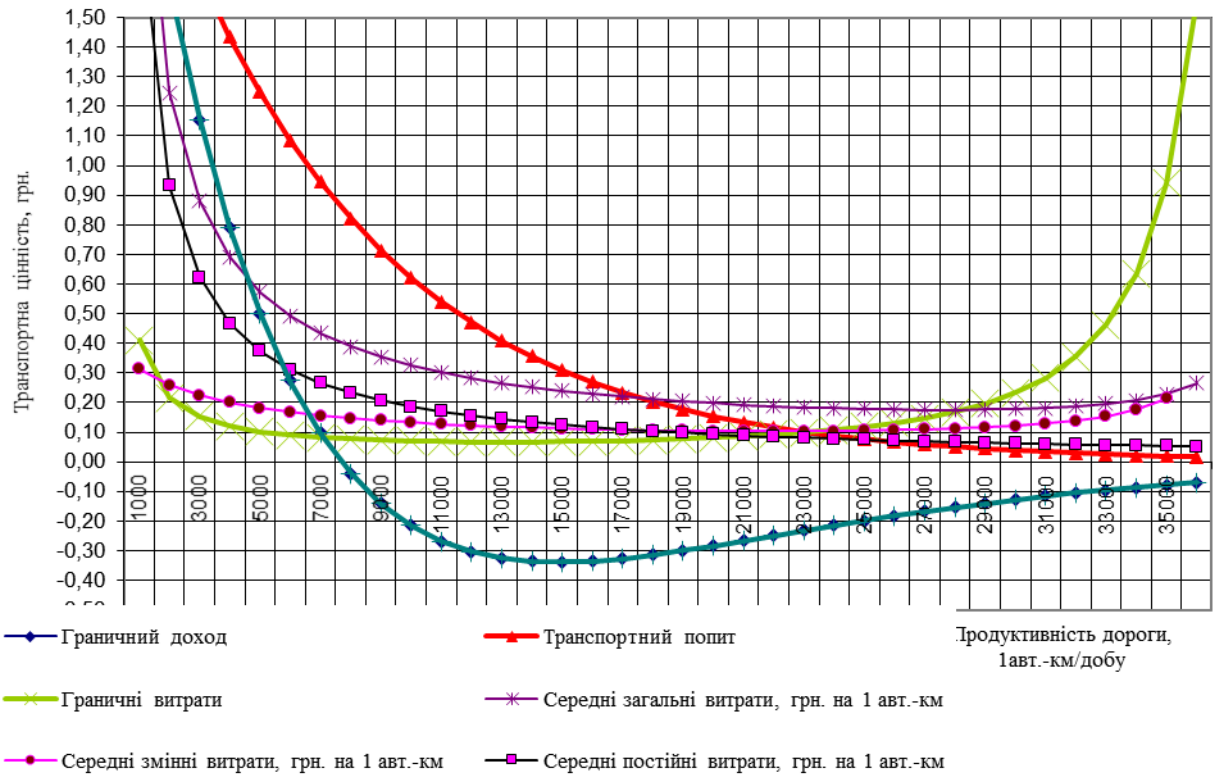


Рисунок 3.12 – Визначення ефективності роботи автомобільної дороги

20) Визначена транспортна цінність руху та відповідний їй об'єм руху, що відповідають нормальній вигоді суспільства від роботи дороги, приймається за базову. Для обґрунтування необхідності збільшення ресурсного забезпечення потрібно обґрунтувати перелік факторів та розрахунки впливу кожного з них.

За алгоритмом оцінки ефективності роботи автомобільної дороги за допомогою визначення транспортної цінності руху нею (рис. 3.13) розроблений програмний продукт, що дозволяє усі необхідні розрахунки автоматизувати.



Рисунок 3.13 – Алгоритм оцінки ефективності роботи автомобільної дороги через визначення транспортної цінності забезпечення умов зручного руху



### **3.5 Методи оцінки забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами**

#### **3.5.1 Підстави для оцінки забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами в системі АДДМ-НМТП**

Оцінка забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування України *має ґрунтуватися* на загальних закономірностях розвитку суспільства та економіки країни, з урахуванням фінансової та податкової політики держави, специфіки дорожнього господарства, швидкості, щільності та інтенсивності дорожнього руху – головних складових продуктивності дороги, вартості та термінів будівництва і витрат на утримання та ремонту автомобільних доріг, попиту на рух автомобільними дорогами, інших соціально-економічних показників, у тому числі – матеріальних збитків від дорожньо-транспортних пригод (ДТП), а також тяжкості їх наслідків.

Розроблені методи оцінки забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами встановлюють пріоритетність планування і виконання дорожніх робіт, спрямованих на забезпечення транспортної доступності різних територій України, а також підвищення безпеки та поліпшення зручності дорожнього руху шляхом позачергового, першочергового й чергового удосконалення дорожніх умов на тих ділянках мережі доріг, що не відповідають вимогам з боку транспортних потоків, а також надавати подальшого розвитку мережі автомобільних доріг через удосконалення їхнього транспортно-експлуатаційного стану для задоволення попиту користувачів на рух ними.

*Умови безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами характеризуються інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також наявним ресурсним забезпеченням їхнього функціонування із застосуванням суспільно-економічної оцінки роботи автомобільної дороги як підприємства у транспортній системі регіону АДДМ-НМТП.*

Удосконалення умов руху відповідає меті функціонування мережі автомобільних доріг – забезпечення рівномірної та безперервної наземної транспортної доступності різних місць України, а також переміщення людей та транспортування товарів з належною надійністю.

*Покращення дорожніх умов* на небезпечних ділянках автомобільних доріг (як першочергові заходи покращення дорожніх умов) призведе не тільки до зменшення жертв та кількості ДТП, але поліпшить умови зручності руху транспортних потоків, що є вигідним для економіки країни та її суспільства.

*Ефективність* має досягатися завдяки забезпеченню транспортної доступності, зменшенню рівня аварійності та, відповідно, втрат від ДТП (збереження життя та здоров'я людей, зменшення матеріальних збитків), а також підвищенню рівня зручності руху.

Визначення *рівнів безпеки руху та зручності руху* автомобільними дорогами зумовлене необхідністю:

- скорочення втрат та упущеної вигоди від високої аварійності та незадовільного транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг;
- збільшення валового внутрішнього продукту (ВВП) і національного доходу (НД) від розвитку мережі автомобільних доріг та зниження рівня аварійності (розділ 4);
- формування програми практичних дій органів управління безпекою руху на різних рівнях в умовах структурної перебудови й реформування економіки країни та підвищення ефективності системи управління дорожнім господарством;
- підвищення життєвого й культурного рівнів населення шляхом задоволення попиту на рух автомобільними дорогами, зниження вартості товарів і послуг, підвищення рухливості населення та вивільнення часу перебування у дорозі пасажирів, а також скорочення кількості ДТП і негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок поліпшення дорожніх умов.

### **3.5.2 Характеристики умов безперервного руху транспортних потоків**

Забезпечення умов безперервності руху автомобільними дорогами загального користування має бути позачерговим завданням щодо досягнення ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

Умови безперервного руху транспортних потоків автомобільними дорогами забезпечуються майже завжди за виключенням декількох випадків (рис. 3.4).

*Випадок перший.* Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але через якісь причини рух транспортних засобів відсутній, тобто,  $N$  – об'єм руху (інтенсивність руху) транспортного потоку дорівнює нулю:  $N = 0$ . За цієї умови й швидкості руху,

природно, немає  $V = 0$ , а, отже, продуктивність дороги дорівнює нулю, тобто  $\Pi = 0$ .

*Випадок другий.* Автомобільна дорога зруйнована повністю або зруйновані її споруди. Таким чином транспортно-експлуатаційний стан дороги є незадовільним, вона не може функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів через виникнення надзвичайної ситуації. Знов таки:  $N = 0$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ .

*Випадок третій.* Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної 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 ефективно функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів через виникнення заторової ситуацію. При цьому:  $N = \max$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ .

*Висновок.* Умови безперервного руху автомобільною дорогою забезпечуються 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  $N = \max$ .

### **3.5.3 Показники аварійності, що необхідні для оцінки рівнів безпеки руху**

Показники аварійності, що є необхідними для оцінки рівнів безпеки руху мають визначатися на підставі даних Державного комітету по статистиці України, Міністерства внутрішніх справ України, Міністерства охорони здоров'я України, Державної служби автомобільних доріг загального користування України.

До таких показників аналізу відносяться:

- загальна кількість ДТП, у т.ч., ДТП з постраждалими;
- загальна кількість загиблих;
- загальна кількість поранених;
- вік і стать водіїв – учасників ДТП;
- вік і стать постраждалих – учасників ДТП;
- загальна кількість зареєстрованих транспортних засобів, у т. ч., за складом;
- загальна кількість зареєстрованого населення по областях, районах, тощо;
- довжина мережі автомобільних доріг загального користування, а також окремих автомобільних доріг та їх ділянок;

- макропоказники аналізу функціонування мережі автомобільних доріг для країни та її окремих регіонів.

### 3.5.4 Оцінка рівнів аварійності

*Оцінка рівнів аварійності* має виконуватися за підсумками останнього року (з урахуванням аварійності за три останні роки для місць і ділянок концентрації ДТП) для трьох рівнів аналізу:

- рівня країни (її регіонів – окремих областей), що відповідає рівню законодавчої та виконавчої влади країни, тобто вищому рівню державної та адміністративної діяльності;
- рівня відповідних міністерств та відомств, що відповідає рівню відомчого (галузевого) управління;
- рівня служб безпеки руху кожного власника автомобільної дороги – балансоутримувача.

*Стан аварійності* – це відносний показник, що характеризує кількість ДТП (чи кількість жертв від ДТП) за одиницю часу на одиницю виміру, або прогнозовану відносну їх кількість.

Показниками державної та адміністративної діяльності, що характеризують *абсолютну аварійність* (для країни та її областей окремо), є:

- загальна кількість ДТП, у т.ч. ДТП з постраждалими;
- загальна кількість загиблих;
- загальна кількість поранених;
- загальна кількість зареєстрованих транспортних засобів, у т. ч., за складом;
- загальна кількість населення, зареєстрованого по областях, у тому числі, за статтю, віком, зайнятістю, тощо;
- вік і стать водіїв – учасників ДТП;
- вік і стать постраждалих – учасників ДТП.

Показниками державної та адміністративної діяльності, що характеризують *відносну аварійність* (для країни та її областей окремо), є:

- кількість ДТП, загиблих та поранених на 10 тис. транспортних одиниць;
- кількість ДТП, загиблих та поранених на 100 тис. жителів;
- кількість ДТП на 10 тис. кілометрів, тощо.

Показниками державної та адміністративної діяльності, що характеризують *тяжкість наслідків* (для країни та її областей окремо), є такі відносні показники:

- кількість загиблих на 100 ДТП;
- кількість поранених на 100 ДТП;
- кількість загиблих на 100 постраждалих;
- кількість загиблих на 10 тис. автомобілів;
- кількість постраждалих в ДТП на 10 тис. населення, тощо.

Показниками *рівня відомчого (галузевого) управління*, що характеризують *абсолютну аварійність* (для Державної служби автомобільних доріг – ДТП та їх характеристики, що скоєні на автомобільних дорогах, у т.ч., по областях), є:

- загальна кількість ДТП, у т.ч. ДТП з постраждалими;
- загальна кількість загиблих;
- загальна кількість поранених;
- загальна кількість зареєстрованих транспортних засобів, у т.ч., за складом;
- загальна кількість населення, зареєстрованого по областях, у тому числі, за статтю, віком, зайнятістю, тощо;
- вік і стать водіїв – учасників ДТП;
- вік і стать постраждалих – учасників ДТП.

Показниками *рівня відомчого (галузевого) управління*, що характеризують *відносну аварійність* (для Державної служби автомобільних доріг – ДТП та їх характеристики, що скоєні на автомобільних дорогах, у т.ч., по областях), є:

- кількість ДТП, загиблих та поранених на 10 тис. транспортних одиниць;
- кількість ДТП, загиблих та поранених на 100 тис. жителів;
- кількість ДТП на 10 тис. кілометрів, тощо;

Показниками *рівня відомчого (галузевого) управління*, що характеризують *тяжкість наслідків* (для Державної служби автомобільних доріг – ДТП та їх характеристики, що скоєні на автомобільних дорогах загального користування, у т.ч., по областях), є такі відносні показники:

- кількість загиблих на 100 ДТП;
- кількість поранених на 100 ДТП;
- кількість загиблих на 100 постраждалих;
- кількість загиблих на 10 тис. автомобілів, зареєстрованих в області;
- кількість постраждалих в ДТП на 10 тис. населення, тощо.

Показниками *рівня служб безпеки руху* Державної служби автомобільних доріг України, що характеризують *абсолютну аварійність* по областях і по

окремих автомобільних дорогах загального користування, є:

- загальна кількість загиблих;
- загальна кількість поранених;
- загальна кількість та за складом зареєстрованих в області автомобілів;
- загальна кількість населення, зареєстрованого по областях, у тому числі, за статтю, віком, зайнятістю, тощо;
- вік і стать водіїв – учасників ДТП;
- вік і стать постраждалих – учасників ДТП.

Показниками рівня аналізу *служб безпеки руху* Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор), що характеризують *відносну аварійність* по областях та по окремих автомобільних дорогах загального користування, є:

- розподіл загальної кількості ДТП по державних і місцевих автомобільних дорогах в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- розподіл загальної кількості ДТП по державних (магістральних, національних та регіональних) і місцевих (територіальних, районних та сільських) дорогах в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння аварійності на державних і місцевих автомобільних дорогах загального користування (всього ДТП і ДТП з постраждалими) в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння загальної кількості ДТП і ДТП з постраждалими по державних і місцевих автомобільних дорогах загального користування в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння загальної кількості ДТП і ДТП з постраждалими по державних (магістральних, національних та регіональних) і місцевих (територіальних, районних та сільських) дорогах за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- кількість ДТП загальна, у т.ч. з постраждалими, скоєні за умов незадовільного стану доріг по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- частка ДТП на автомобільних дорогах загального користування по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- частка ДТП, скоєних за умов незадовільного стану автомобільних доріг по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах
- наслідки ДТП (кількість постраждалих – загинуло, травмовано), що скоєні на

автомобільних дорогах загального користування по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;

- аварійність порівняльна (загальна кількість ДТП, кількість ДТП з постраждалими, кількість загиблих і поранених) загалом по області, у тому числі, на автомобільних дорогах та за умов незадовільного стану автомобільних доріг загального користування в області.

Для визначення статистичних залежностей рівнів аварійності на автомобільних дорогах загального користування зроблений аналіз такого критерію як коефіцієнт пригод. До отриманих раніше даних проаналізовані та отримані залежності рівнів аварійності від інтенсивності руху для різного числа ДТП (відповідно до базової залежності для ДТП тільки з постраждалими):

$$K_{np} = \frac{10^6 \cdot z}{t \cdot 365 \cdot NL}, \quad \text{ДТП / 1 млн. авт.-км пробігу,}$$

де  $z$  – кількість ДТП на ділянці (місці) концентрації ДТП, шт.;

$N$  – середньорічна добова інтенсивність руху за останній рік періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт/добу;

$t$  – кількість років спостереження за розподілом ДТП (три роки);

$L$  – довжина ділянки, км (не враховується для коротких ділянок протяжністю менш ніж один кілометр).

Аналогічно отримані рівні аварійності в залежності від інтенсивності руху для різної кількості ДТП (відповідно до базової залежності), де граничними рівнями є значення коефіцієнту пригод  $K_{np}$ :

$K_{np} = 1,45 \div 1,70$  – мало небезпечні ділянки концентрації ДТП;

$K_{np} = 1,71 \div 1,96$  – небезпечні ділянки концентрації ДТП;

$K_{np} = 1,97$  і більше – дуже небезпечні ділянки концентрації ДТП.

Для розрахунків показників аварійності створено відповідне програмне забезпечення, що застосовується в Галузевій базі даних обліку і аналізу ДТП (RSM).

Загальна блок-схема оцінки рівнів аварійності на автомобільних дорогах України подана на рис. 3.18.

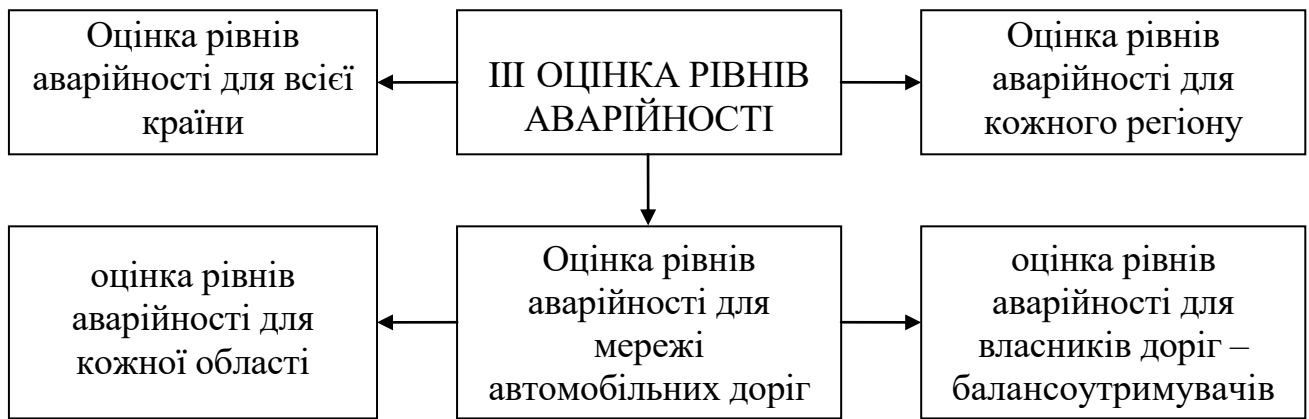


Рисунок 3.18 – Блок-схема оцінки рівнів аварійності на автомобільних дорогах України

### 3.5.5 Метод оцінки рівнів безпеки руху з урахуванням можливого ресурсного забезпечення

*Оцінка рівнів безпеки руху* – це порівняння фактичного рівня безпеки руху, що характеризується інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також ресурсним забезпеченням виконання заходів з їхнім деяким заздалегідь визначеним значенням.

Рівні безпеки руху мають *визначатися окремо* для:

- кожної дороги (враховуючи, що вона проходить через декілька областей);
- ділянок автомобільних доріг (у кожній області);
- доріг, що обслуговуються *кожною дорожньою організацією (власником доріг)*, яка є балансоутримувачем автомобільних доріг загального користування та уповноважена в установленому порядку здійснювати оперативне управління та повне господарське відання ними у межах, визначених законодавством про територіальний устрій чи іншими нормативними актами;
- ділянок (місць) концентрації ДТП – для усіх перерахованих підпунктів.

*Покращення дорожніх умов* як на найбільш небезпечних ділянках, так і на автомобільних дорогах взагалі, призводить не тільки до зменшення кількості ДТП та їх наслідків, але й підвищує рівень зручності руху транспортних потоків, що є вигідним для економіки країни та суспільства загалом.

Для визначення ділянок (місць) концентрації ДТП за даними лінійного (топографічного) аналізу ДТП, у тому числі тих, що суміщаються з дорогами та вулицями населених пунктів має застосовуватися стандарт Укравтодору СОУ 45.2-



00018112-007:2008 «Порядок визначення ділянок і місць концентрації дорожньо-транспортних пригод на дорогах загального користування».

Відповідно до СОУ 45.2-00018112-007:2008 слід визначити:

- кількість ДТП на ділянці (місці) концентрації ДТП;
- середньорічну добову інтенсивність руху за останній рік періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт/добу;
- довжину ділянки (місця) концентрації ДТП;
- довжину ділянки, км (не враховується для ділянок довжиною менш ніж 1 км).

Ділянки та місця концентрації ДТП оцінюються та ранжируються за ступенем небезпеки дорожніх умов для руху транспортного потоку відповідно до значень коефіцієнта пригод  $K_{np}$  як малонебезпечні, небезпечні та дуже небезпечні в залежності від значення  $K_{np}$  (в табл. 8.1 та 8.2 СОУ 45.2-00018112-007:2008). Для зручності застосування у додатках А та Б зазначеного вище стандарту подані залежності рівнів аварійності від інтенсивності руху для різного числа ДТП.

Кількість місць та ділянок концентрації визначається відносно до довжини доріг, що обслуговується кожним дорожнім підприємством (балансоутримувачем).

Приведена вартість ДТП (рис. 3.19) 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 у регіоні до валового регіонального продукту):

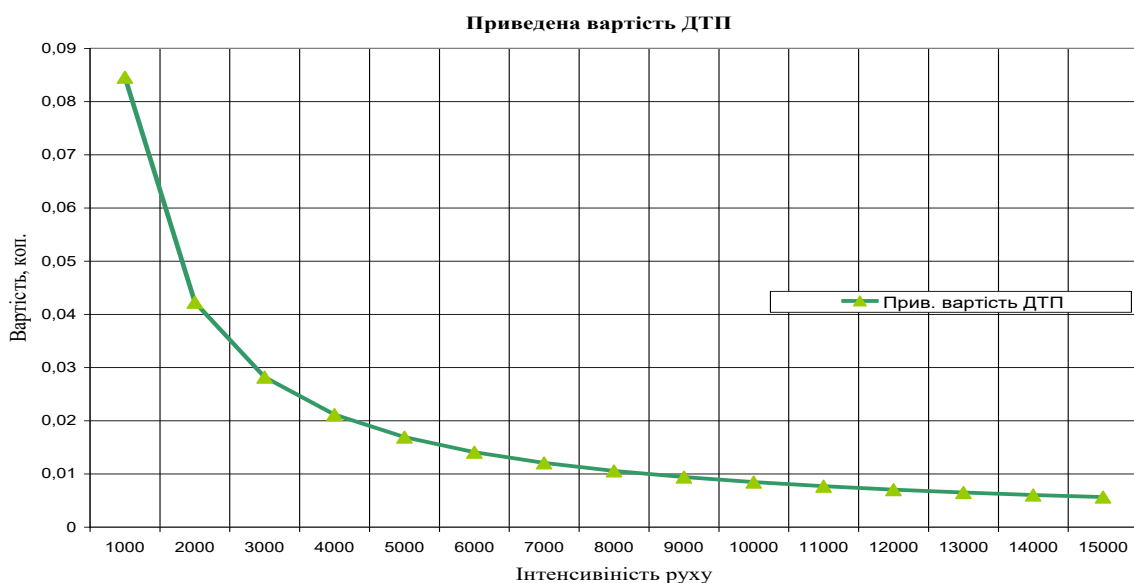


Рисунок 3.19 – Визначення приведеної вартості ДТП (приклад)

Визначаються всі види дорожніх витрат (рис. 3.20) щодо забезпечення

функціонування автомобільної дороги або її ділянки.

Рівні безпеки руху визначаються (рис. 3.21) як інтегральна характеристика стану аварійності, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання запланованих дорожніх робіт.

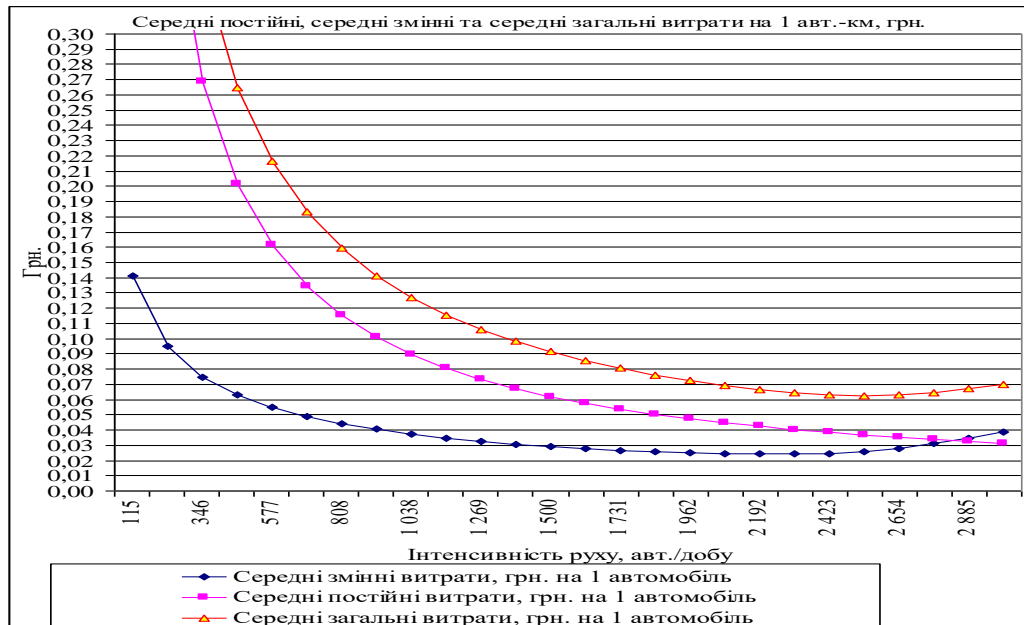


Рисунок 3.20 – Визначення дорожніх витрат (приклад)

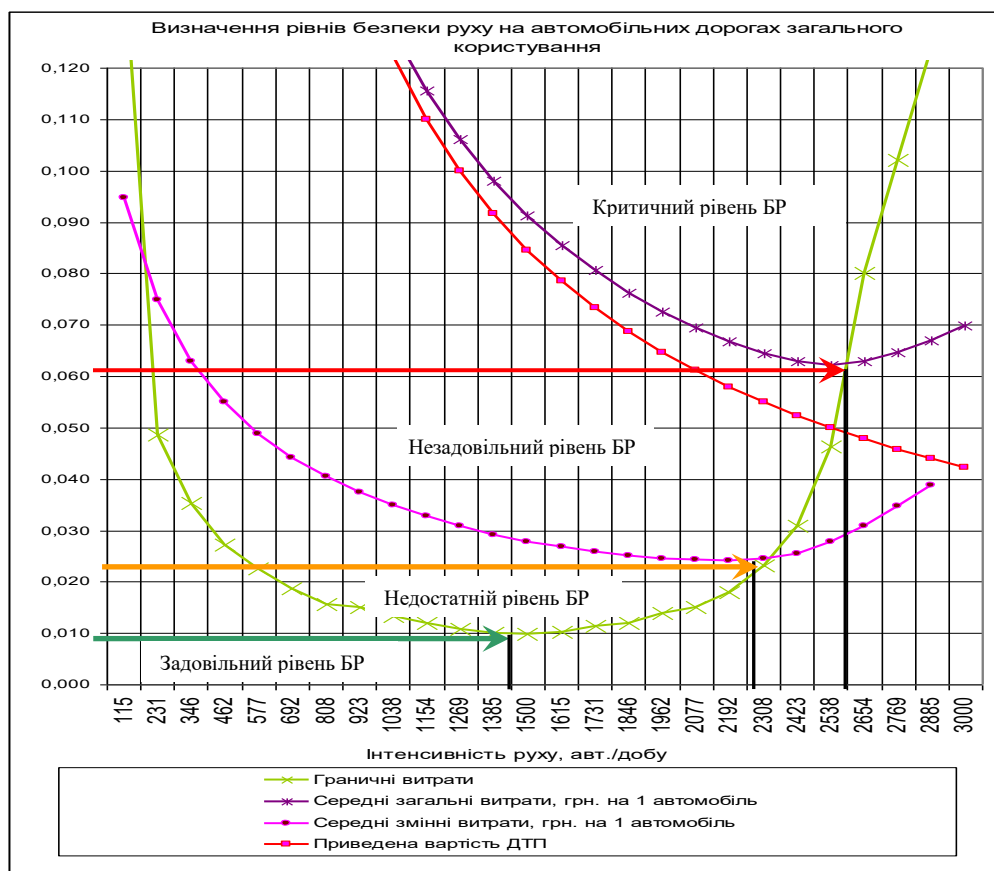


Рисунок 3.21 – Визначення рівнів безпеки руху на автомобільній дорозі (приклад)

На рис. 3.21 наведено визначені рівні безпеки руху (гіпотетичний приклад)

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 задовільним 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 недостатнім 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 незадовільним 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. Наступним рівнем є критичний рівень безпеки руху. У даному прикладі *крива приведеної вартості ДТП* розташована у зоні третього, тобто, незадовільного рівня безпеки руху.

### **3.5.6 Метод оцінки рівнів зручності руху з урахуванням можливого ресурсного забезпечення**

Третім за рейтингом (після оцінки безперервності та безпеки руху) через обмежене ресурсне забезпечення виконання дорожніх робіт слід вважати оцінку забезпечення зручності руху транспортних потоків. Таким чином, заходи із забезпечення безперервності руху вважатимемо позачерговими, із забезпечення безпеки руху – першочерговими, а забезпечення зручності руху – черговими, особливо для автомобільних доріг державного значення.

Зазвичай під рівнем зручності розуміють максимальну кількість автомобілів, яку може пропустити ділянка дороги в одиницю часу і називають це пропускнуою здатністю дороги.

Оцінку пропускнуої здатності виконують за методикою проф. Сільянова В.В. за рівнями зручності руху: А, Б, В, Г-а и Г-б [193].

Так, рівень зручності А відповідає умовам, при яких спостерігається вільний рух окремих транспортних засобів і відсутній вплив кожного з них на режими руху інших автомобілів. Рівень зручності Б – в транспортному потоці утворюються окремі групи автомобілів. Число обгонів зростає. Рівень зручності В характерний появою колон автомобілів і скороченням числа обгонів. Рівень Г-а – рух колон з невеликими розривами. Обгони відсутні. При рівні зручності Г-б автомобілі рухаються безперервною колоною з частими зупинками (заторами). Такий рух

найчастіше спостерігається на ділянках доріг з високою інтенсивністю при несприятливих умовах погоди.

Отже, як походить із вищенаведеного, таким чином оцінюються якісні характеристики транспортних потоків, що рухаються автомобільними дорогами. Окрім того, дійсно, значний вплив на характеристики транспортного потоку мають дорожні умови, які, з одного боку, формують стан потоків, з іншого, повинні відповідати вимогам транспортних потоків щодо відповідної якості транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг з метою забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху.

Ще однією з найважливіших властивостей показника «пропускна здатність автомобільної дороги» є його просторово-часова ймовірнісна характеристика, що доведено у роботі к.т.н. Красильнікової О.В. [194].

Потреба у новій якості застосування поняття «рівні зручності руху автомобільними дорогами» виникає через можливість системного підходу до розгляду роботи дороги щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху із визначенням потреби у необхідному ресурсному забезпеченні.

Для отримання рівнів зручності, що відповідають різному ресурсному забезпеченню, використовується Методологія визначення транспортної цінності забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги (розділ 3.4).

Окремими кроками визначення рівнів зручності руху є отримання наступних залежностей:

- швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку;
- продуктивність автомобільної 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 автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення);
- постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;

- загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної дороги.

*Оцінка рівня зручності руху* – це порівняння фактичного рівня зручності руху, що характеризується інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, попиту користувачів на рух дорогою, умов формування транспортних потоків, погодно-кліматичних умов, а також ресурсним забезпеченням виконання заходів щодо удосконалення умов руху з їхнім деяким заздалегідь визначеним значенням.

Рівні зручності руху мають *визначатися окремо* для:

- кожної автомобільної дороги державного значення у регіоні (враховуючи те, що в першочергово слід розглядати роботу автомобільних міжнародних транспортних коридорів, потім за рангом: міжнародні, національні та регіональні);
- ділянок автомобільних доріг місцевого значення у регіоні (за рангом: територіальні, обласні та районні);
- автомобільних доріг за титулом, що обслуговуються *різними дорожніми організаціями (власниками ділянок доріг)*, які є балансоутримувачами доріг загального користування та уповноважені в установленому порядку здійснювати оперативне управління та повне господарське відання ними у межах, визначених законодавством про територіальний устрій чи іншими нормативними актами.

*Покращення дорожніх умов* на автомобільних дорогах не тільки підвищує рівень зручності руху транспортних потоків, але й призводить до зменшення кількості ДТП та їх наслідків, що є вигідним для економіки та суспільства країни.

*Оцінка рівнів зручності руху методологічно ґрунтується* на визначенні цінності забезпечення дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування (розділ 3.4).

На підставі переліку наведених залежностей отримані (як приклад) такі рівні зручності дорожнього руху з урахуванням їх ресурсного забезпечення (рис. 3.22).

Завдяки приведеній методології оцінки для кожної дороги можливим є

визначення рівнів зручності: достатній, задовільний, недостатній, незадовільний та критичний. Виникнення останнього має привести до порушення безперервності у дорожньому русі – створенням транспортного затору. Рівні зручності відносяться за своїми показниками до ймовірнісних просторово-часових характеристик – тобто вони мають ймовірнісні характеристики у просторі та часі.

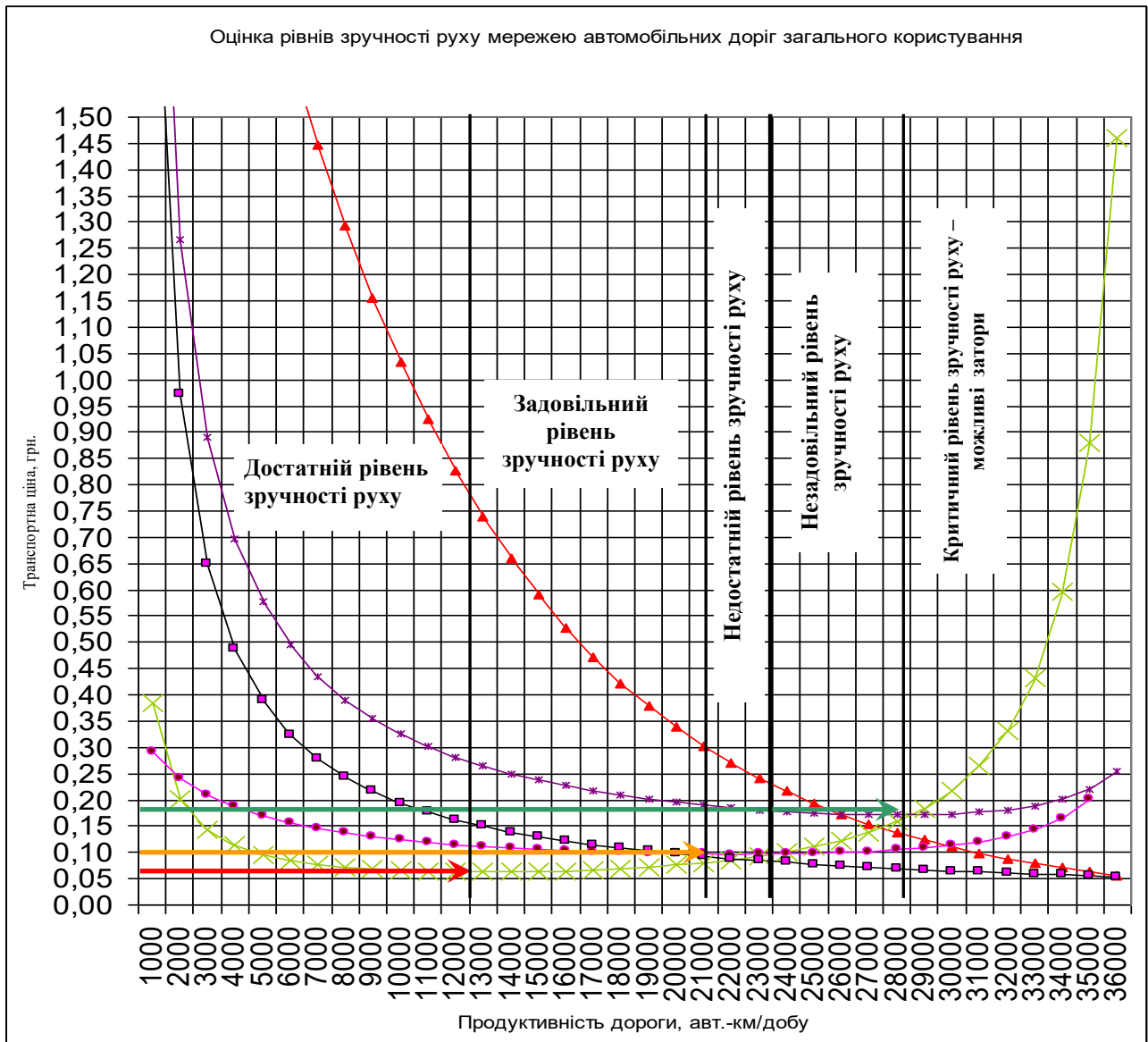


Рисунок 3.22 – Рівні зручності руху з урахуванням їх ресурсного забезпечення (приклад)

*Достатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою відповідає умовам, при яких спостерігається вільний рух окремих транспортних засобів і відсутній вплив кожного з них на режими руху інших автомобілів; при даному ресурсному забезпеченні характеризується значеннями:

- максимум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 13000 авт.-км/добу;
- середня швидкість транспортного потоку – max: 95, 88, 81 та 77 км/г в залежності

від складу руху, min: 64, 61, 57 та 55 км/г.

*Задовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: в транспортному потоці утворюються окремі групи автомобілів, кількість обгонів зростає; при даному ресурсному забезпеченні характеризується значеннями:

- мінімум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 13000 авт.-км/добу;  
максимум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 21000 авт.-км/добу;
- середня швидкість транспортного потоку – max: 64, 61, 57 та 55 км/г в залежності від складу руху, min: 45, 44, 42 та 41 км/г.

*Недостатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою характеризується появою колон автомобілів і скороченням числа обгонів; при даному ресурсному забезпеченні характеризується значеннями:

- мінімум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 21000 авт.-км/добу;  
максимум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 24000 авт.-км/добу;
- середня швидкість транспортного потоку – max: 45, 44, 42 та 41 км/г в залежності від складу руху, min: 37, 37, 36 та 36 км/г.

*Незадовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: рух колон з невеликими розривами, обгони відсутні; при даному ресурсному забезпеченні характеризується значеннями:

- мінімум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 24000 авт.-км/добу;  
максимум продуктивності ділянки дороги довжиною 1 км – 29000 авт.-км/добу;
- середня швидкість транспортного потоку – max: 45, 44, 42 та 41 км/г в залежності від складу руху, min: 26, 25, 25 та 24 км/г.

*Критичний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: автомобілі рухаються безперервною колоною з частими зупинками (заторами); при даному ресурсному забезпеченні характеризується значеннями:

- продуктивність ділянки дороги довжиною 1 км – більше за 29000 авт.-км/добу;
- середня швидкість транспортного потоку – max: 5 - 10 км/г, min: 0 км/г (затор у дорожньому русі).

Окрім вищенаведених даних для наведеного прикладу можна казати, що рівні зручності забезпечуються таким ресурсним забезпеченням:

- *достатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 6 коп. на один авт.-км за добу ресурсне забезпечення продуктивності дороги у

13000 авт.-км/добу складає 780 грн. дорожніх витрат або на рік 284700 грн.;

- *задовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 10 коп. на один авт.-км за добу ресурсне забезпечення продуктивності дороги у 21000 авт.-км/добу складає 2100 грн. дорожніх витрат або на рік 766500 грн.;

- *недостатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 11 коп. на один авт.-км за добу ресурсне забезпечення продуктивності дороги у 24000 авт.-км/добу складає 2640 грн. дорожніх витрат або на рік 963600 грн.;

- *незадовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 18 коп. на один авт.-км за добу ресурсне забезпечення продуктивності дороги у 29000 авт.-км/добу складає 5220 грн. дорожніх витрат або на рік 1905300 грн.

- *критичний рівень зручності руху* автомобільною дорогою при рівні більше за 18 коп. на один авт.-км за добу потребує збільшення ресурсного забезпечення продуктивності дороги у понад 5220 грн. дорожніх витрат або на рік 1905300 грн.

Методика отримання значень відповідного ресурсного забезпечення щодо ефективної роботи дороги в транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП* приведена у розділі 5.

### **3.6 Висновки за розділом 3**

1) дослідження роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг по забезпеченню умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків дозволило отримати цільову функцію. Продуктивність автомобільної дороги адекватно описує її роботу, а відповідні обмеження дозволяють визначати властивості цієї транспортної системи, що, у свою чергу, надає можливості оцінити ефективність функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг;

2) розглянуті теоретичні основи споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг дозволили вперше отримати можливість побудови кривої попиту на проїзд автомобільною дорогою;

3) методологічні основи визначення витрат і вигод щодо функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг надають можливість оперувати такими теоретичними поняттями як нормальна (справедлива) вигода, економічна вигода,



економічні витрати, зовнішні витрати, внутрішні витрати, короткостроковий період, постійні дорожні витрати, змінні дорожні витрати, загальна сума дорожніх витрат, середні постійні дорожні витрати, середні змінні дорожні витрати, загальні дорожні витрати, граничні дорожні витрати, граничні вигоди, регульована монополія, транспортна цінність руху, попит на користування автомобільними дорогами та дилема регулювання – всі вони є необхідними для досягнення мети дослідження;

4) методологія визначення ефективності роботи автомобільної дороги побудована на необхідності розрахунку транспортної цінності руху як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу замість альтернативного проїзду існуючою мережею автомобільних доріг, виходячи з кращих умов забезпечення безперервного руху, рівнів безпеки та зручності руху на підставі співвідношення об'ємів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, дорожніх витрат як пропозиції щодо забезпечення умов зручного руху транспортних потоків із одночасним визначенням транспортної цінності руху, що відповідає цьому співвідношенню;

5) оцінка ефективності надає можливість регулювання державою процесів достатнього ресурсного забезпечення відповідного рівня функціонування або необхідного розвитку мережі автомобільних доріг, а також формування попиту на користування ними через те, що ці послуги є суспільно необхідними й надаються на умовах обмеженої монополії;

6) розроблені методи оцінки умов безперервного, безпечного та зручного руху дозволяють оцінити існуючі умови руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування та удосконалити дорожні умови з урахуванням відповідного для цього ресурсного забезпечення.

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА ЕКОНОМІЧНУ СИСТЕМУ СУСПІЛЬСТВА ТА СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ЇЇ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Метою функціонування мережі автомобільних доріг загального користування є забезпечення рівномірного наземного доступу в усі регіони країни, а також безпечного і надійного переміщення людей та транспортування вантажів із належною ефективністю. Автомобільні дороги є однією з підсистем транспортної системи України, яка, у свою чергу, є елементом економічної системи країни. Вони є суспільним продуктом, мають важливе значення, надаючи суспільству послугу, яка приносить йому суттєву вигоду.

Галуззю, що безпосередньо впливає на макропоказники функціонування економічної системи країни, є транспорт, зокрема, дорожній (у тому числі автомобільний) транспорт та автомобільні дороги як шляхи його сполучення. Історія розвинутих країн світу підтверджує значимість автомобільних доріг для економічного та соціального розвитку будь-якої країни.

Світовий досвід довів [195], що ринок є найбільш працездатною й доцільною системою виробництва та розподілу, яка залучає у творчу роботу все населення, дозволяє максимально використовувати індивідуальні можливості кожної людини. Це, у свою чергу, сприяє досягненню найвищої продуктивності праці та високого рівня життя. Формування ринкових відносин стимулювало зростання економіки, підвищення суспільного багатства та добробуту населення.

Перехід України до ринкових конкурентних відносин є складним процесом. Ліквідація командно-адміністративної системи управління народним господарством, приватизація, впровадження різних форм власності, розвиток підприємницької діяльності, перебудова системи фінансів та ціноутворення, активізація роботи бірж створило нові умови господарювання в Україні й, особливо, умови функціонування окремих галузей економіки, у тому числі, також і транспортної системи України.

Це вплинуло на зміну суспільно-політичного устрою держави, завдало зміни у

транспортно-дорожньому законодавстві України. Децентралізація системи управління та постачання призвела до виникнення значної кількості малих підприємств, які перевозять малі партії вантажів без перевантажень та централізованого складування. Зросли міжнародні перевезення. Підвищення інтенсивності руху, вантажопідйомності автомобілів негативно вплинуло на транспортно-експлуатаційний стан мережі автомобільних доріг. Якщо зараз не прийняти необхідних рішень щодо підвищення ефективності функціонування мережі доріг, вже дуже швидко автомобільні дороги стануть непридатними для користування.

Макрорівень аналізу функціонування мережі автомобільних доріг дозволяє визначити існуючі матеріально-речовинні та інформаційні зв'язки, а також вплив цієї мережі доріг на поточні процеси, які відбуваються в економічній системі та суспільстві України.

#### **4.1 Визначення матеріально-речовинних та інформаційних зв'язків і поточних процесів в економічній системі та суспільстві країни з метою аналізу макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг**

##### **4.1.1 Ієрархічна структура суспільно-економічної системи та її зв'язок з функціонуванням мережі автомобільних доріг**

Економіка є системою суспільного виробництва. Вона здійснює: власне виробництво, розподіл, обмін і споживання необхідних суспільству матеріальних та духовних благ. Базуючись на економічному аналізові суспільного виробництва, розглянемо матеріально-речовинні та інформаційні перетворення, а також зв'язки в суспільно-економічній системі, елементом якої є мережа автомобільних доріг [196].

Економічну систему ( $E$ ) можна представити [197] як перетин двох систем більш високого рівня: макросистеми суспільство ( $S$ ) та макросистеми ресурси ( $Q$ ) (рис. 4.1).

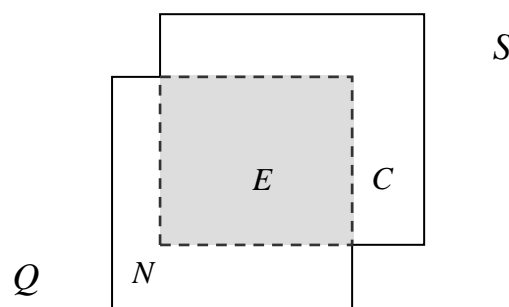


Рисунок 4.1 – Зв'язки «Ресурси – Економіка – Суспільство»

З точки зору суспільства економіка виступає як «живильний блок» його функціональної підсистеми, що перетворює зовнішні, природні ресурси ( $N$ ) у придатні до споживання продукти (товари та послуги) й постачає їх споживачам або користувачам ( $C$ ).

Під час розгляду економіки в якості суспільної підсистеми ( $E \supset S$ ) визначальними стають суспільно-економічні аспекти її аналізу. При вивченні економіки в якості підсистеми ресурсів ( $E \supset Q$ ) на перший план виступають ресурсно-технологічні аспекти її аналізу. Відповідно до таких вихідних позицій при аналізі економіки як системи громадяни – члени суспільства – виступають подвійним чином: як споживачі, які задають виробництву його мету, та як трудові ресурси. Отже, вони також є функціональним елементом утворення ВВП.

Економіка може вивчатися як відносно відособлена система – перетворювач потоку  $N \rightarrow C$ , пов'язаний своїми входами та виходами з природним і суспільним середовищами. Аналогічно можна вивчати й кожен окрему підсистему, що є окремими перетворювачами. Завдяки такому аналізу з'ясовується внутрішня структура економіки та її елементів (у тому числі, функціонування мережі автомобільних доріг), їхні взаємозв'язки, що визначаються накладенням і взаємодією суспільно-економічних та ресурсно-технологічних чинників.

#### 4.1.1.1 Ресурсно-технологічні зв'язки

У кожному момент можна розрізнити три функціональні входи в економічну систему (рис. 4.2):  $N$  – земля (природні ресурси),  $K$  – капітал (засоби виробництва) та  $L$  – людська праця. Їх цілеспрямоване перетворення і є процесом виробництва  $B$  споживчих благ (товарів та послуг –  $Z$ ).

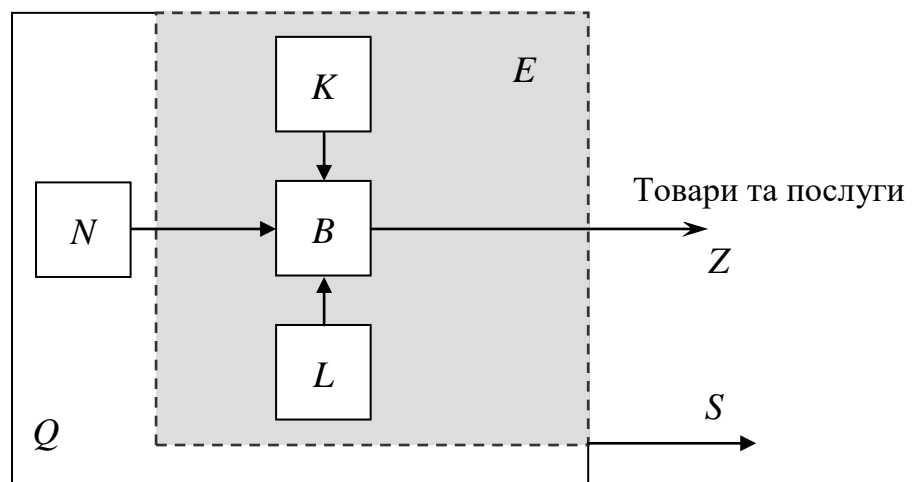


Рисунок 4.2 - Процес виробництва споживчих благ (товарів і послуг)

Раніше було прийнято вважати, що засвоєні природні ресурси (сировина, матеріали, електроенергія, паливно-мастильні матеріали і т.п.), виступають як частина засобів виробництва. Тому на макрорівні аналізу функціонування економічної системи нерідко розрізняли лише два види ресурсів: капітал і людська праця, тобто виділяли два входи:  $K$  та  $L$ . Питання при цьому полягало в тому, де провести межу, що виокремлює економічну систему із суперсистеми ресурсів, тобто, як відокремити її від природних ресурсів, завжди було дуже актуальним. Від цього залежить, яким ресурсам варто давати економічну оцінку, на відміну від зовнішніх «готових» ресурсів.

У зв'язку з необхідністю раціонального використання та збереження широкого кола ресурсів, має переважати тенденція урахування усіх складових ( $N$ ,  $K$  та  $L$ ).

Залежність виходу економічної системи від співвідношення її входів кількісно моделюється за допомогою виробничих функцій.

#### **4.1.1.2 Зв'язки «Споживання – Виробництво» в суспільно-економічній системі**

Економічна система має задовольняти визначений клас потреб суспільства. Вимоги, поставлені суспільством до своєї економічної системи, є «зовнішнім» (стосовно економіки) критерієм функціонування. Як засіб завдання «зовнішніх» вимог, так і «внутрішній» механізм функціонування економічної системи обумовлені характером відношень власності та типом виробничих відносин. Цим істотно визначається зміст і, особливо, структура потреб суспільства, у тому числі, користування мережею автомобільних доріг як суспільним продуктом.

Поняття суспільних потреб та їх задоволення формується в рамках суспільної системи, у складному переплетенні суспільних цілей, цінностей та норм, соціально-політичних і економічних інтересів, що накладаються на індивідуальні та колективні потреби різних соціальних груп суспільства, що взаємодіють на всіх рівнях цієї системи. Споживання створює необхідність нового виробництва і є, щодо нього, визначальним.

Але виробництво не тільки поставляє матеріал для споживання. Своїм розвитком воно породжує нові потреби. Структура потреб змінюється й набуває суспільно спрямованого характеру. Зміна потреб призводить до внутрішніх структурних зсувів як в інших потребах, так й у відповідних галузях виробництва. Мобільність населення, що постійно зростає, зажадала не тільки розвитку

транспортних засобів, але й будівництва відповідної за якістю та щільністю мережі автомобільних доріг, створення індустрії туризму і т.д.

Спектр потреб «речовина – енергія – інформація – вільний час» є пов'язаним як із зміною потреб, так і самого виробництва. Потреби значно розширили зміст і структуру вимог, поставлених суспільством до економіки. Вище охарактеризована внутрішня структура потоку виробництва ( $Z$ ). Відповідно мають бути конкретизовані й вимоги до цього потоку від суспільства. Вони визначають формулювання критеріїв в оптимізаційних макромоделях. Саме ринковий механізм формує вимоги до валового внутрішнього продукту (ВВП)  $Z$ . Він визначає попит і ціни на засоби виробництва ( $K$ ) та робочу силу ( $L$ ). Держава за допомогою кредитно-фінансового регулювання робить визначений вплив на потік  $Z$ .

Управління економічною системою країни може здійснюватиметься різними засобами: у плановій економіці задавалася структура всього валового продукту ( $Z$ ), включаючи й виробниче споживання самих підприємств ( $X$ ), що відповідало дійсності. У цьому випадку економіка ніяк не виділялася із суспільно-економічної системи. Суспільство через уповноважений ним орган – Держплан, шляхом планових завдань визначало обсяг і структуру ВВП, формувало внутрішні зв'язки між елементами економіки в такій же мірі, як й її зв'язки з іншими елементами суспільної системи. У цьому випадку критерієм оцінки потоку  $Z$  природно було вважати максимізацію випуску валової продукції (або темпу росту ВВП) з урахуванням виділення пріоритетних, ключових галузей народного господарства. Такий критерій був особливо характерний для періоду індустріалізації країни, ліквідації її економічної відсталості та залежності.

Перший крок відокремлення економіки на сучасному етапі розвитку суспільства полягає в тому, що поточні виробничі споживання інвестиційних товарів ( $X$ ), а потім і реновація основних фондів (у нашому випадку – утримання мережі доріг –  $G_r$ ) розглядаються як внутрішньо-економічні процеси.

Тоді на виході економічної системи залишається чистий національний продукт (ЧНП)  $V$  або національний доход (НД)  $Y$ , а суспільство через попит має задавати лише їх обсяг і структуру. Відповідно критерієм оцінки потоку  $Z$  стає максимізація ЧНП  $V$  або НД  $Y$  в заданій структурі. Внутрішні поточні зв'язки між елементами економічної системи встановлюються на основі саморегулювання зовнішніх вимог суспільства до її виходу. Цей крок відокремлення економіки

пов'язаний з її динамікою. Якщо накопичення ( $G$ ), що забезпечує розвиток економічної системи, також вважати внутрішньо-економічним процесом, тоді на виході залишається потік  $C$  – продукт для невиробничого (суспільного та індивідуального) споживання. Саме ця частина потоку  $Z$  безпосередньо задовольняє індивідуальні та колективні потреби суспільства. Усі інші компоненти потоку  $Z$  є засобом, що забезпечує отримання продуктів невиробничого споживання. Тоді критерієм оцінки потоку  $Z$  є максимізація невиробничого (суспільного та індивідуального) споживання, наприклад, *користування автомобільними дорогами* власниками індивідуальних автомобілів.

На кожному наступному етапі зовнішній критерій функціонування економічної системи має усе більш чітко виражати кінцеву мету виробництва – споживання. Відповідно до цього перерозподіляються інші елементи економічної системи. Вони розглядаються вже не як апріорно задані зовнішні параметри, а пов'язуються одне з одним у якості внутрішніх перемінних економічної системи. Аналіз внутрішніх зв'язків в економіці потребує її аналізу як відокремленої системи.

#### 4.1.2 Схема формування валового внутрішнього продукту, чистого національного продукту та національного доходу країни

Виходи економічної системи [197] неоднорідні за своїм речовинним складом і функціональним призначенням (рис. 4.3).

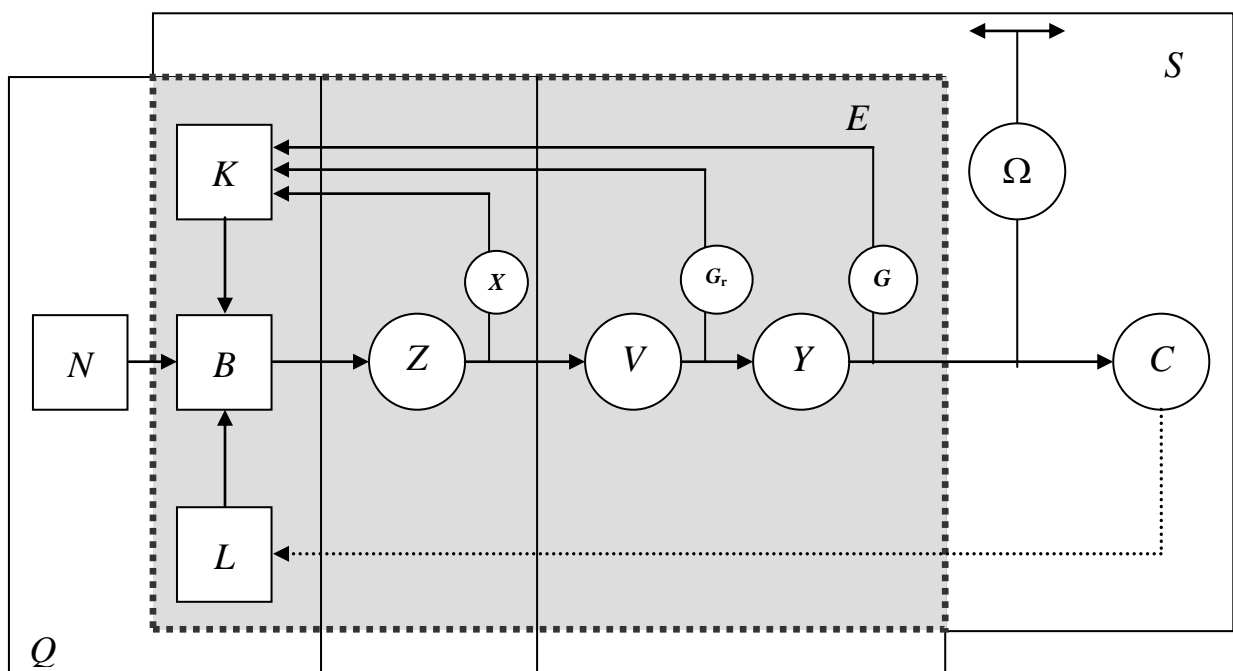


Рисунок 4.3 - Матеріально-речовинний склад і функціональне призначення виходів економічної системи

Узагальнений вихід економічної системи – це результат функціонування суспільного виробництва. Він утворює ВВП ( $Z$ ) і обчислюється як сума врахованих валових випусків продукції усіх підприємств, у тому числі, транспортних [197, 198].

Протягом року визначена його частина ( $X$ ) споживається в економічній системі: якісь підприємства поставляють іншим сировину, комплектуючі, електроенергію, паливно-мастильні матеріали та інші матеріальні елементи оборотних фондів. Це *поточне виробниче споживання інвестиційних товарів*. Частина ВВП  $Z$ , що залишилася, виходить за рамки економічної системи у даному періоді (році)  $T$ . Її називають ЧНП  $V$ :

$$V = Z - X. \quad (4.1)$$

ЧНП у натуральній формі включає не тільки предмети споживання, але й засоби виробництва. Вони необхідні для заміни устаткування, будинків, споруд, що застаріли, новими, тобто для реновації основних фондів (потік  $G_r$ ), а також для подальшого виробництва, за рахунок виробленого додаткового устаткування, споруд, а також сировини, палива та ін., тобто, за рахунок приросту основних і оборотних засобів (потік  $G$ ). На практиці реновація завжди забезпечує відоме збільшення виробництва – нове обладнання продуктивніше старого. У цьому сенсі потоки  $G_r$  і  $G$  пов'язані з розширенням виробництва та є накопиченням. У вартісній формі вони утворюють валові інвестиції  $G_b$ :

$$G_r + G = G_b. \quad (4.2)$$

Реновація основних фондів покривається амортизаційними відрахуваннями попередніх років і поточного року. Ця вартість, як і вартість витраченої сировини та матеріалів, перенесена в даному році на виробничий продукт, а не створена. Проте іноді реновацію помилково відносять до поточного виробничого споживання і виключають її з кінцевого продукту, під яким розуміють потік  $Y$ . Тому національним доходом  $Y$  є лише вартість потоку:



$$Y = Z - (X + G_r), \quad (4.3)$$

тобто з вартості ВВП треба відняти витрати на поточне виробниче споживання та реновацію. Чисті інвестиції (капвкладення  $G$ ) покриваються з національного доходу.

Накопичення (заощадження) – основний чинник економічної динаміки, воно забезпечує розвиток економічної системи. Ця частина кінцевого продукту (національного доходу) згодом повертається в економічну систему. Причому до накопичення варто прираховувати приріст як матеріально-речовинних запасів, так і вкладення у соціальну сферу (охорона здоров'я, освіта, наука).

Інша частина кінцевого продукту покидає його назавжди – це чистий кінцевий продукт, чисте кінцеве невиробниче споживання  $C$ :

$$C = V - (G_r + G). \quad (4.4)$$

Поряд із корисними продуктами, економіка виробляє й відходи – негативний вплив на довкілля, а також, при функціонуванні автомобільних доріг, скоєння ДТП. Скорочення та утилізація цього виходу економічної системи стає усе більш нагальним.

Невиробниче споживання є кінцевим виходом економічної системи, якщо розглядати його матеріально-речовинний аспект. Проте воно робить зворотний та зростаючий вплив на економіку. Так, у споживанні населення істотну частку складає споживання зайнятих в економіці осіб, що означає підтримку та розвиток особистих ресурсів (потік  $C \rightarrow L$  на рис. 4.3). Краще харчування, медичне обслуговування, освіта, підвищення інтелектуального рівня та фахової підготовки покращують якість цього ресурсу й забезпечують приріст продуктивності праці.

За рахунок невиробничого споживання утримується система, що забезпечує економіку інформацією про технологію та організацію її функціонування. Як правило, інформація безпосередньо забезпечує зростання обсягу та ефективності, якість тих або інших виробничих ресурсів і продуктів. До невиробничого споживання ставиться й адміністративний апарат управління, який пов'язаний з регламентацією та регулюванням економіки. На цій стадії аналізу ще не розділяються матеріальні, енергетичні та інформаційні потоки і можна вважати,

що носіями цього інформаційного впливу є суб'єкти економічної системи. В їх сукупній праці усе більш питому вагу мають інформаційно-управлінські функції, а не фізична праця.

Стосовно до кожного даного блоку, як системи перетворення ресурсів, останні є зовнішніми чинниками, що надходять на вхід виробничого процесу. У динаміці можна виявити, що частина вихідного потоку, тобто результатів виробництва, надходить знову на вхід даного елемента, створюючи замкнуту петлю. Дійсно, потоки  $X$ ,  $G_r$ ,  $G_i$ , вресі-ресі,  $C \rightarrow L$  відображають зворотні зв'язки в економіці як матеріальному перетворювачеві. Визначення їхніх обсягів, співвідношень та структури є центральною проблемою суспільно-економічної динаміки.

#### **4.1.3 Головні напрямки визначення ефективності макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг**

Для визначення ефективності макрорівня функціонування потрібним є:

1. Аналіз впливу функціонування мережі автомобільних доріг на макродинаміку розвитку країни, у тому числі:

- аналіз співвідношення ВВП та ЧНП у залежності від ефективності макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг;

- аналіз залежності «Державні інвестиції – Функціонування мережі автомобільних доріг – Чистий національний продукт»;

- визначення впливу запізнювань у ресурсному забезпеченні функціонування мережі автомобільних доріг, що призводить до їх «недоремонту»;

- визначення впливу термінів ефективного функціонування мережі доріг на темп приросту ЧНП (визначення необхідних обсягів ресурсного забезпечення);

- визначення впливу роботи автомобільного транспорту як складової транспортної системи на темпи приросту чистого національного продукту;

- аналіз мультиплікативного ефекту від ресурсного забезпечення дорожнього господарства та його вплив на формування національного доходу країни.

2. Синтез моделей прогнозування розвитку мережі автомобільних доріг, у т.ч.:

- аналіз темпів та пропорцій суспільно-економічного відтворення;

- розробка основ прогнозування розвитку мережі автомобільних доріг.

3. Визначення принципів та критеріїв оптимізації суспільно-економічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства.

## 4.2 Математичне моделювання впливу функціонування мережі автомобільних доріг на економічну систему країни

### 4.2.1 Аналіз впливу функціонування мережі автомобільних доріг на макродинаміку розвитку країни

Функціонування мережі автомобільних доріг належить до процесів матеріально-речовинного відтворення, де об'єктом досліджень є суспільно-економічна система. Через це аналіз впливу функціонування мережі доріг на макродинаміку розвитку країни виявляє матеріально-речовинні зв'язки, що властиві цим процесам, які, у загальному вигляді, можуть бути описані наступними рівняннями [6,197]:

$$\bar{Q}(t) = \varphi[Q(t), W(t)]; \quad (4.5)$$

$$Q(t) = F[Q(t), W(t)]. \quad (4.6)$$

де  $W(t)$  – вектор вхідних перемінних;

$Q(t)$  – вектор вихідних перемінних або вектор станів (у залежності від постановки задачі).

З початку розглянемо методологічні питання, що пов'язані з визначенням вхідних (вихідних) перемінних і перемінних стану для економічної системи у цілому. Через те, що в цьому випадку внутрішня структура економічної системи, тобто галузеві, внутрішньогалузеві та територіальні зв'язки й пропорції стають нецікавими [198], то рівняння (4.5) перетворюється наступним чином:

$$\bar{Q}(t) = f[Q(t), W(t)]. \quad (4.7)$$

У якості вхідної перемінної економічної системи прийнята інтенсивність суспільного споживання, це визначає цілі матеріального виробництва. У загальному випадку в якості входу приймається інтенсивність національного доходу –  $W(t)$ .

Як вихідні перемінні макромоделі можна обрати інтенсивності ВВП  $Z(t)$  або ЧНП  $V(t)$ , що пов'язані між собою співвідношенням:

$$Z(t) = X(t) + V(t), \quad (4.8)$$

де  $X(t)$  – інтенсивність проміжного (додаткового) продукту, що спрямовується на відшкодування спожитих при виробництві матеріальних благ (сировини, матеріалів, енергії).

ВВП  $Z(t)$  за матеріальним складом являє собою сукупність вироблених предметів праці, засобів праці та продуктів виробничого споживання. ЧНП  $V(t)$  являє собою сукупність засобів праці, що призначені для накопичення та відшкодування  $G_e(t)$ , а також продуктів невиробничого споживання (у тому числі, невиробничого користування мережею автомобільних доріг)  $C(t)$ :

$$V(t) = G_e(t) + C(t), \quad (4.9)$$

де  $G_e(t)$  – валові інвестиції, у т. ч. реновація (видатки дорожнього фонду).

Валовими капітальними вкладеннями (виробничими інвестиціями) будемо вважати накопичені та відшкодовані засоби праці. Питання про співвідношення виробничих і невиробничих інвестицій розглянемо окремо.

Після визначення вхідних перемінних споживання  $C(t)$  або  $W(t)$  та вихідних перемінних ВВП  $Z(t)$  або ЧНП  $V(t)$ , напрямком подальшого аналізу є система:

$$\dot{Z}(t) = f_1(Z(t), C(t) \text{ або } W(t)) \quad (4.10)$$

або

$$\dot{V}(t) = f_2(Z(t), C(t) \text{ або } W(t)). \quad (4.11)$$

За умов динамічного аналізу економічної системи основним питанням є з'ясування джерел, чинників зростання виробництва, тобто змін ВВП або ЧНП, що у безперервному випадку описуються похідними:

$$\dot{Z}(t) \equiv \frac{dZ}{dt} \quad \text{та} \quad \dot{V}(t) \equiv \frac{dV}{dt}.$$

Обсяг державних інвестицій та продуктивність визначає межу ефективного користування мережею автомобільних доріг. Тому, вважаючи фіксованою залежність між інвестиціями та додатковою транспортною роботою (продукцією

функціонування мережі автомобільних доріг як мети її кінцевого споживання – користування нею), можна розрахувати, яким чином ці інвестиції позначаються на прирості ВВП або ЧНП. Враховуючи припущення «за інших рівних умов», достатньо досліджувати лише динаміку ЧНП  $V(t)$  у залежності від впливу функціонування мережі автомобільних доріг.

#### 4.2.2 Визначення співвідношення ВВП та ЧНП у залежності від впливу функціонування мережі автомобільних доріг на макрорівні

Припускається існування лінійної залежності відшкодування проміжного (додаткового) продукту, створюваного за рахунок транспортної роботи мережі автомобільних доріг від ВВП [199]:

$$X(t) = a(t) \cdot Z(t), \quad (4.12)$$

де  $a(t)$  – частка поточних витрат як співвідношення обсягу послуг автомобільного транспорту від ВВП або гранична схильність до користування мережею доріг.

За всілякої умовності такої гіпотези можна казати, що вона достатньо характеризує реальні залежності між відшкодуванням спожитих у транспортному процесі матеріальних благ (сировини, матеріалів, енергії) та обсягами транспортної роботи. Підставляючи (4.12) у (4.8) отримуємо:

$$Z(t) = a(t)Z(t) + V(t), \quad (4.13)$$

звідки  $Z(t) = [1 - a(t)]^{-1} V(t)$

або  $Z(t) = \bar{a}(t) V(t), \quad (4.14)$

де  $\bar{a}(t) = [1 - a(t)]^{-1}. \quad (4.15)$

Залежність (4.15) показує, що з точністю до коефіцієнта пропорційності  $a = a(t)$  можна замінити дослідження динаміки валового внутрішнього продукту динамікою чистого національного продукту.

Економічний сенс співвідношення (4.15) може бути пояснений таким чином.

Нехай:

$$a(t) = a = const,$$

тоді зі співвідношення  $Z(t) = \bar{a}V(t)$  (4.16)

походить, що, якщо ЧНП  $V(t)$  збільшується на одну одиницю, то відповідна зміна ВВП  $Z(t)$  має бути  $\bar{a} = (1-a)^{-1}$ . Таким чином, величина  $\bar{a}(t)$  є мультиплікатором, показує збільшення валових витрат, що викликається виробництвом додаткової одиниці ЧНП за рахунок збільшення відповідної транспортної роботи.

За економічним сенсом  $a(t)$  (гранична схильність до користування мережею) задовольняє умові

$$0 < a < 1, \quad (4.17)$$

тому що не може бути від'ємних витрат, поточні витрати завжди існують та завжди менше ВВП (в супротивному випадку виробництво суспільного продукту було б безглуздом).

Визначення *мультиплікативного ефекту* утворення валових витрат на одиницю ЧНП. З урахуванням (4.17) для величини  $\bar{a}$  існує розкладання у ряд по ступенях  $a$ , тобто:

$$\bar{a} = (1-a)^{-1} = \sum_{i=0}^{\infty} a^i, \quad (4.18)$$

через це має місце співвідношення:

$$Z(t) = (1 + a + a^2 + \dots)V(t), \quad (4.19)$$

яке описує процес утворення валових витрат (ВВП), необхідних для виробництва чистого національного продукту. Вираз (4.19) показує *мультиплікативний ефект* утворення валових витрат на одиницю чистого національного продукту. Співвідношення (4.19) характеризує статичні пропорції, що відбуваються у транспортному процесі, тому що не розкриває джерела росту чистого національного продукту, а отже, й ВВП.

### 4.2.3 Аналіз залежності «Інвестиції – Функціонування мережі автомобільних доріг – Чистий національний продукт»

Державні інвестиції  $G(t)$ , вкладені у мережу автомобільних доріг, є тим матеріальним чинником, що викликає подальше збільшення масштабів транспортного процесу, а отже, приріст ЧНП  $V(t)$  [200]:

$$H_R(t) = \int_0^t D(\xi) d\xi + H_R(t) \quad (4.20)$$

або

$$\frac{dH_R}{dt} = D(t). \quad (4.21)$$

де  $H_R(t)$  – наявна вартість мережі автомобільних доріг, що функціонує на момент часу  $t$ ;  $D(t)$  – державні інвестиції в розвиток мережі автомобільних доріг.

Величини ЧНП  $V(t)$  і державних інвестицій  $D(t)$  є інтенсивностями, що характеризують потоки загального об'єму транспортної роботи (продукції функціонування мережі доріг як мети її кінцевого споживання – користування нею) та державних інвестицій в мережу автомобільних доріг. ЧНП є результатом перетворення в транспортному процесі виробництва різноманітних матеріальних чинників: будівництва та утримання автомобільних доріг, застосування відповідної дорожньої техніки, робочої сили, а також перевезень вантажів і пасажирів автомобільними дорогами як руху транспортних потоків.

Залежність, що моделює взаємозв'язок інтенсивностей використання матеріальних чинників із кінцевими результатами транспортного процесу:

$$V(t) = F[R(t), L(t)], \quad (4.22)$$

де  $R(t)$  – інтенсивність використання мережі автомобільних доріг;

$L(t)$  – інтенсивність використання автомобільного транспорту.

Визначення залежності інтенсивності використання мережі автомобільних доріг від її розмірів (довжини, кількості смуг, щільності мережі):

$$R(t) = 1 \cdot H_R(t), \quad (4.23)$$

Відзначимо, що, якщо розмірність  $H_R(t)$  – грошові одиниці, то розмірність  $R(t)$  – грошові одиниці/час, де символ «1» розмірності [1/час] узгоджує залишкову вартість мережі автомобільних доріг (враховуючи довжину доріг, кількість смуг руху та їхній стан) з інтенсивністю її використання.

Швидкість зміни ЧНП (за рахунок прискорення транспортного процесу) дорівнює:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial R} \cdot \frac{dR}{dt} + \frac{\partial V}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dt}$$

або

$$\frac{dV}{dt} = \left( \frac{\partial V}{\partial R} + \frac{\partial V}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dR} \right) \frac{dR}{dt}, \quad (4.24)$$

де  $\frac{\partial V}{\partial R}$  – гранична ефективність використання мережі автомобільних доріг;

$\frac{\partial V}{\partial L}$  – продуктивність автомобільного транспорту;

$\frac{dL}{dR}$  – вплив умов зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами на зміну кінцевого обсягу виконаної транспортної роботи при зміні інтенсивності використання мережі автомобільних доріг  $\frac{dR}{dt}$ .

У більш компактному вигляді (4.24) може бути записане з урахуванням (4.23) і, вважаючи, що  $L$  залежить від  $R$ , наступним чином:

$$\frac{dV}{dt} = \varphi[R(t)] \cdot \frac{dR}{dt}. \quad (4.25)$$

У залежності (4.25) в якості матеріального чинника, що викликає зростання кінцевого обсягу виконаної транспортної роботи, виступають державні інвестиції, причому всі внутрішні структурні зміни функціонування мережі автомобільних доріг акумулюються у функції  $\varphi[R(t)]$ .

Існують дві найпростіші гіпотези щодо функції  $\varphi[R(t)]$ :

$$\varphi[R(t)] = \chi^{-1}(t) \quad (4.26)$$



$$\varphi[R(t)] = \bar{\chi}^{-1} = \text{const.} \quad (4.27)$$

Перша гіпотеза припускає, що функція  $\varphi$ , яка характеризує *ефективність використання державних інвестицій у мережу доріг*, змінюється у часі, друга – будується на припущенні допустимості її апроксимації в аналізованому інтервалі часу деяким середнім значенням.

Перетворюючи (4.21), (4.23) та (4.25) отримаємо:

$$\frac{dH_R}{dt} = \bar{\chi}(t) \frac{dV(t)}{dt} = D(t), \quad (4.28)$$

де  $\bar{\chi}(t)$  – коефіцієнт капіталомісткості мережі автомобільних доріг у прирості ЧНП.

При постійному значенні коефіцієнта  $\bar{\chi}$  диференціальне рівняння, що описує зміну інтенсивності зростання ЧНП:

$$\bar{\chi}(t) \frac{dV(t)}{dt} = D(t), \quad (4.29)$$

є аналогічним рівнянню руху матеріального тіла з постійною масою  $\bar{\chi}$ , що рухається з прискоренням  $\dot{U}(t)$  під впливом сили  $D(t)$ , яка залежить від часу. Таким чином, коефіцієнт  $\bar{\chi}$  характеризує «інерційність» суспільно-економічної системи відповідно до функціонування мережі автомобільних доріг, пов'язаної з рухом транспортних потоків автомобільними дорогами загального значення. Його розмірність – [час], це впливає з того, що розмірність  $\dot{U}$  у вартісному вираженні [грошова одиниця/час<sup>2</sup>], а державних інвестицій – [грошова одиниця/час]. Так, якщо  $\bar{\chi}$  дорівнює, наприклад, чотирьом рокам, то це означає, що інвестиції інтенсивністю 1 [грошова одиниця/рік] забезпечують річний приріст інтенсивності отримання чистого національного продукту на 0,25 [грошова одиниця/рік].

На підставі (4.15) співвідношення, аналогічне (4.28), може бути записане для приросту інтенсивності ВВП за рахунок впливу функціонування мережі доріг:

$$\chi(t) \frac{dZ(t)}{dt} = D(t), \quad (4.30)$$

де

$$\chi(t) = \bar{a}^{-1}(t) \cdot \bar{\chi}(t), \quad (4.31)$$

де  $\chi(t)$  – коефіцієнт приросту фондомісткості мережі автомобільних доріг у ВВП.

За умови  $\chi = const$  приріст фондомісткості мережі автомобільних доріг у ВВП з точністю до постійного множника збігається з його середнім приростом. Дійсно, за визначенням, фондомісткість мережі автомобільних доріг у створенні чистого національного продукту (при дотриманні умови (4.23)):

$$\bar{h} = \frac{H_R(t)}{V(t)} \quad (4.32)$$

або

$$\frac{dH_R(t)}{dt} = \bar{h} \frac{dV(t)}{dt}, \quad (4.33)$$

звідки походить (див. 4.28), що  $\bar{h}$  є еквівалентним  $\chi$ .

Через це надалі слід використовувати для позначення впливу мережі автомобільних доріг щодо формування ЧНП і ВВП один символ  $\chi$  – саме цим підкреслюється спільність методологічного підходу до аналізу зв'язків «державні інвестиції – чистий національний продукт» і «державні інвестиції – ВВП».

Державні інвестиції в мережу автомобільних доріг складають частину створюваного чистого національного продукту, а саме формуються за рахунок збору акцизу з нафтопродуктів та інших податкових надходжень. Вони є функцією залежності переходу до інвестування від схильності до споживання. Їх інтенсивність  $\epsilon$  (за умов відсутності запізнювання в їхньому формуванні):

$$D(t) = \rho(t) \cdot T(t), \quad (4.34)$$

$$0 < \rho(t) < 1,$$

де  $\rho(t)$  – схильність до інвестування держави у розвиток мережі доріг;

$T(t)$  – акциз з нафтопродуктів та інші податкові надходження до державного бюджету.

Зміна чистого національного продукту як функції часу походить із (4.28) і (4.34) у вигляді диференціального рівняння:

$$\frac{dV(t)}{dt} - \chi^{-1}(t)\rho(t)V(t) = 0 \quad (4.35)$$

або

$$\frac{dV(t)}{dt} - \omega(t)V(t) = 0, \quad (4.36)$$

де

$$\omega(t) = \frac{\rho(t)}{\chi(t)} \quad (4.37)$$

є темпом приросту чистого національного продукту.

Рішенням рівняння (4.37) є функція:

$$V(t) = \exp\left[\int_0^t \omega(\xi)d\xi\right]V(0), \quad (4.38)$$

що описує динаміку створення ЧНП на інтервалі  $[0, t]$  за умови, що для  $t = 0$  його інтенсивність дорівнює  $V(0)$ . З отриманого видно – зростання ЧНП відбувається по експоненті.

**Визначення впливу запізнювань у бюджетному фінансуванні, що призводить до «недоремонту» автомобільних доріг**

Затримки у бюджетному фінансуванні, а, отже, у реалізації державного інвестування, зменшують розмір темпу приросту чистого національного продукту. Завдяки ненульовим термінам виконання дорожніх робіт та впровадженням у дію заходів з удосконалення дорожніх умов інвестиції року  $t$  призводять до збільшення чистого національного продукту у році  $t+\tilde{T}$ , де  $\tilde{T}$  означає затримку (лаг) у реалізації державних інвестицій [155]:

$$D(t) = D^0(t - \tilde{T}) = \rho \cdot V(t - \tilde{T}), \quad (4.39)$$

а (4.28) модифікується у

$$\chi \frac{dV}{dt} = D(t - \tilde{T}) \quad (4.40)$$

або

$$\chi \frac{dV}{dt} = \rho \cdot V(t - \tilde{T}). \quad (4.41)$$

Темп приросту ЧНП:

$$\omega(t) = \left[ \frac{\rho}{\chi} \right] e^{-\omega \tilde{T}}. \quad (4.42)$$

З (4.42) походить, що, якщо період освоєння затримується через бюджетне недофінансування, то темп ЧНП зменшується. Якщо період освоєння дорівнює нулю ( $\tilde{T} = 0$ ), то темп приросту ЧНП збігається з величиною, що визначається із (4.37).

### **Визначення необхідного бюджетного фінансування через оцінку впливу термінів функціонування мережі доріг на темп приросту ЧНП**

До цього моменту були розглянуті лише «чисті» інвестиції, тобто та їхня частина, що викликає збільшення чистого національного продукту. У дійсності обмежені строки сталого функціонування мережі автомобільних доріг через їх фізичне зношення (старіння) викликають витрати на їх поточний ремонт та утримання. Джерелом покриття має бути фінансування з державного бюджету у межах його доходів  $V_T$  (акцизи з нафтопродуктів, тощо) [201]. Ось чому на удосконалення мережі автомобільних доріг спрямовуються валові інвестиції  $D_g(t)$ , які складаються з чистих інвестицій  $D(t)$  та ресурсне забезпечення поточного ремонту та утримання) автомобільних доріг  $D_r(t)$ :

$$D_g(t) = D(t) + D_r(t). \quad (4.43)$$

Припустимо, що дороги зношуються рівномірно протягом строку їхнього функціонування  $\theta$ , звідки фінансування автомобільних доріг  $A(t)$  має бути:

$$A(t) = \frac{H_R(t)}{\theta}. \quad (4.44)$$

Через те, що термін ефективного функціонування доріг дорівнює  $\theta$ , має місце співвідношення:

$$D_r(t) = D_g(t - \theta). \quad (4.45)$$

З урахуванням (4.43) і (4.45) рівняння (4.28) запишеться у вигляді:

$$\frac{dV}{dt} = \chi^{-1} [D_g(t) - D_g(t - \theta)] \quad (4.46)$$

Якщо припустити, що автомобільні дороги мають відновлюватися у суворій відповідності з їх фізичним зносом (старінням), тобто,  $D_r(t) = A(t)$ , то рівняння (4.34) при постійному  $\rho$  запишеться як:

$$D(t) = \rho \cdot [V_T(t) - A(t)], \quad (4.47)$$

при цьому (4.43) має вигляд:

$$D_g(t) = \rho \cdot V_T(t) + (1 - \rho) \cdot A(t). \quad (4.48)$$

Підставляючи (4.44) в (4.48) та, використовуючи (4.28) у припущенні, що  $\chi = const$ , отримуємо:

$$D_g(t) = \left[ \rho + \frac{\chi}{\theta} \cdot (1 - \rho) \right] \cdot V_T(t). \quad (4.49)$$

Нехай валові інвестиції зростають із темпом  $\omega$ , тоді:

$$D_g(t) = D_g(0) \cdot e^{\omega t}$$

та

$$D_g(t - \theta) = D_g(0) \cdot e^{\omega(t - \theta)} \quad (4.50)$$

З урахуванням (4.46) і (4.50) отримаємо наступну залежність між приростом ЧНП і валовими державними інвестиціями в мережу автомобільних доріг:

$$\frac{dV_T}{dt} = \chi^{-1} \cdot D_g(0) \cdot e^{\omega t} \cdot (1 - e^{-\omega \theta}), \quad (4.51)$$

рішенням якого є функція

$$V_T(t) = \frac{1}{\chi\omega} \cdot D_e(0) \cdot e^{\sim\omega t} \cdot (1 - e^{\sim-\omega\theta}). \quad (4.52)$$

Підставляючи (4.48) у рівняння (4.45), знаходимо співвідношення, що визначає темп приросту  $\omega$  :

$$\omega = \left[ \frac{\rho}{\chi} + \frac{(1-\rho)}{\theta} \right] \cdot (1 - e^{-\omega\theta}). \quad (4.53)$$

**Визначення впливу роботи автомобільного транспорту як елемента транспортної системи на темпи приросту чистого національного продукту**

Найважливішим матеріальним фактором, що обумовлює транспортний процес, є саме автомобільні перевезення. Визначимо вплив саме цих перевезень автомобільними дорогами на темпи приросту чистого національного продукту. Доповнимо рівняння (4.9) рівняннями зв'язку [196]:

$$L(t) = b(t) \cdot V(t); \quad (4.54)$$

$$S(t) = \gamma(t) \cdot L(t) = \gamma(t) \cdot b(t) \cdot V(t); \quad (4.55)$$

де  $L(t)$  – інтенсивність використання автотранспорту на автомобільних дорогах загального користування;

$b(t)$  – ризик виникнення аварійності автотранспорту в одиниці ЧНП;

$\gamma(t)$  – об'єми дорожнього руху.

Підставимо (4.55) у (4.9) та, приймаючи  $D_e(t) \equiv D(t)$ , отримаємо:

$$\frac{dV(t)}{dt} - \chi^{-1}(t) \cdot [1 - \gamma(t) \cdot b(t)] \cdot V(t) = 0$$

або при постійних коефіцієнтах:

$$\frac{dV}{dt} - \chi^{-1} \cdot [1 - \gamma \cdot b] \cdot V(t) = 0. \quad (4.56)$$

Рішення рівняння (4.56) знаходиться аналогічно рішенню (4.36). Оцінюючи параметр рівняння, робимо висновок, що він є значенням темпу приросту ЧНП:

$$\omega = \frac{(1 - \gamma \cdot b)}{\chi}. \quad (4.57)$$

Залежність (4.57) указує на необхідність узгодження капіталомісткості мережі автомобільних доріг та об'ємів дорожнього руху, тобто конкретизує зв'язок темпів приросту та основних пропорцій у суспільно-економічній системі.

Визначивши *вигоди від заходів щодо покращення безпеки руху для суспільства* (зниження аварійності) можна довести необхідність збільшення обсягів ресурсного забезпечення дорожнього господарства, у тому числі, ресурсне забезпечення заходів із підвищення безпеки дорожнього руху на рівні держави та її окремих регіонів.

#### **4.2.4 Аналіз мультиплікативного ефекту від ресурсного забезпечення дорожнього господарства на формування національного доходу країни**

Раніше були розглянуті моделі відтворення чистого національного продукту, які мали нульовий вхідний вплив. У більш загальному випадку природно думати, що вхідні перемінні, які подають завдання з виробництва суспільного продукту (функціонування мережі автомобільних доріг), є деякими заданими функціями часу. Вхідна функція, що визначає розвиток економіки, задається автономно, поза моделлю, із більш загальних суспільно-економічних передумов. У цьому випадку необхідний аналіз так називаної відкритої моделі відтворення ЧНП, для якої використовуються неоднорідні диференціальні рівняння [200].

Виділяючи лише чисті державні інвестиції, отримаємо:

$$V(t) = D(t) + C(t)$$

або

$$\frac{dV}{dt} = \chi^{-1}(t)V(t) - \chi^{-1}(t)C(t). \quad (4.58)$$

Нехай  $\chi(t) = \chi = const$ , тоді (4.58) запишеться так:

$$\frac{dV}{dt} = \chi^{-1}[V(t) - C(t)]. \quad (4.59)$$

Вирішенням рівняння (4.59) буде функція:

$$V(t) = e^{\gamma t} V(0) - \int_0^t e^{\gamma(t-\xi)} C(\tau) d\tau, \quad (4.60)$$

де  $\gamma = \chi^{-1}$ . Через те, що величина  $\gamma = \chi^{-1} > 0$ , перехідний процес у системі (4.53) незатухаючий, а отже, вона асимптотично нестійка.

Переваги використання відкритої моделі динаміки ЧНП полягають у можливості задавати різні вхідні впливи і, відповідно до цільових управляючих установок прогнозу розвитку економічної системи, приймати різноманітні гіпотези щодо виду функціонування мережі автомобільних доріг. Наприклад, припустимо, що невиробниче користування автомобільними дорогами  $C(t)$  зростає протягом періоду  $[0, t]$  з постійним темпом  $\mu$ , тобто  $C(t) = C(0) \exp[\mu t]$ .

Тоді вирішенням (4.59) буде функція

$$V(t) = [V(0) + B] \cdot e^{\gamma t} - B \cdot e^{\mu t}, \quad (4.61)$$

де  $B = (1 - \chi\mu)^{-1} \cdot C(0)$ .

Аналіз параметра  $\chi$  як характеристики інерції суспільно-економічної системи, що має розмірність – час, може призвести до цікавих висновків. Припустимо, що:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V(t) - V(t - \chi)}{\chi},$$

тобто, збільшення ЧНП в момент  $t$  дорівнює середньому збільшенню за останні  $\chi$  років. Тоді рівняння (4.9) для чистого національного продукту запишеться, приймаючи  $D_g \equiv D$ , як:

$$V(t) = C(t) + V(t) - V(t - \chi),$$



звідки

$$C(t) = V(t - \chi). \quad (4.62)$$

Залежність (4.62) показує, що невиробниче користування дорогами в році  $t$  дорівнює обсягу отримання ЧНП у році  $(t - \chi)$ , якщо державні інвестиції здійснюються у відповідності із середнім темпом зміни ЧНП за останні  $\chi$  років.

Визначимо процес формування повних сукупних витрат або ВВП  $Z(t)$ . На підставі (4.8), (4.9), (4.12) та, маючи на увазі (4.31), а також приймаючи параметри відтворення постійними й  $G_s \equiv G$ , запишемо таке диференціальне рівняння, що визначає інтенсивність формування ВВП:

$$Z(t) = aZ(t) + \chi \frac{dZ}{dt} + W(t). \quad (4.63)$$

Передбачається, що державні інвестиції в утримання та ремонти доріг разом з витратами користувачів автомобільних доріг утворюють національний доход.

Перетворимо (4.63) до вигляду:

$$\left[ 1 - a - \chi \cdot \frac{dZ}{dt} \cdot \frac{1}{Z(t)} \right] \cdot Z(t) = W(t).$$

Візьмемо до уваги, що

$$\frac{dZ}{dt} \cdot \frac{1}{Z(t)} = \omega(t) \text{ є темп приросту ВВП та знайдемо передатну функцію:}$$

$$F[\omega(t)] = \frac{Z(t)}{W(t)} = [1 - a - \chi \cdot \omega(t)]^{-1}. \quad (4.64)$$

Права частина (4.64) може бути подана так:

$$(1 - a)^{-1} [1 - (1 - a)^{-1} \cdot \chi \cdot \omega]^{-1}$$

або (див. 4.15)

$$F[\omega(t)] = \bar{a} \left[ 1 - \bar{a} \cdot \chi \cdot \omega(t) \right]^{-1}. \quad (4.65)$$

Отже:

$$Z(t) = \bar{a} (1 - \bar{a} \cdot \chi \cdot \omega)^{-1} \cdot W(t). \quad (4.66)$$

Співвідношення (4.66) дозволяє обчислити  $Z(t)$  по відомих значеннях параметрів  $a, \chi$ , темпу приросту ВВП  $\omega(t)$  і при заданій функції національного доходу. Темп приросту  $\omega$  визначається після рішення диференціального рівняння (4.63) за залежністю:

$$\omega(t) = \frac{dV(t)}{dt} \cdot \frac{1}{V(t)} = \frac{dZ(t)}{dt} \cdot \frac{1}{Z(t)}.$$

Наприклад, диференціальне рівняння (4.63) має такий вид:

$$\chi \frac{dZ(t)}{dt} - (1-a) \cdot Z(t) + W = 0,$$

де  $W$  – задана постійна інтенсивність національного доходу.

Загальне рішення цього диференціального рівняння запишеться так:

$$Z(t) = E \cdot e^{\alpha t} + \bar{a} \cdot W,$$

де  $\alpha = (a\chi)^{-1}$ ,  $E$  – постійна, обумовлена початковими умовами для моделі.

З отриманого співвідношення:

$$\frac{dZ}{dt} = \alpha \cdot E \cdot e^{\alpha t}$$

та темп приросту ВВП

$$\omega = \frac{\alpha \cdot E \cdot e^{\alpha t}}{E \cdot e^{\alpha t} + \bar{a} \cdot W}.$$

Обчислимо передатну функцію для заданої моделі відповідно до (4.65):

$$F(\omega) = \bar{a} \left( 1 - \bar{a} \cdot \chi \cdot \frac{\alpha \cdot E \cdot e^{\alpha t}}{E \cdot e^{\alpha t} + \bar{a} \cdot W} \right)^{-1} = \frac{1}{W} \left( E \cdot e^{\alpha t} + \bar{a} \cdot W \right)$$

та, із її допомогою, знайдемо отримане раніше значення функції:

$$Z(t) = F(\omega) \cdot W.$$

Права частина виразу (4.66) описує стадійне утворення ВВП, ЧНП та національного доходу у вигляді мультиплікативного ефекту від ресурсного забезпечення дорожнього господарства. Дійсно, із (4.66) походить, що (див. 4.16):

$$V(t) = \bar{a}^{-1} \cdot Z(t) = \left[ 1 - \bar{a} \cdot \chi \cdot \omega(t) \right]^{-1} \cdot W(t). \quad (4.67)$$

При  $\bar{a} \cdot \chi \cdot \omega < 1$  (ця умова виконується в суспільно-економічних процесах):

$$V(t) = \sum_{i=0}^{\infty} \left[ \bar{a} \cdot \chi \cdot \omega(t) \right]^i \cdot W(t). \quad (4.68)$$

Залежність (4.68) показує, що для отримання одиниці національного доходу витрачається  $\sum_i \left( \bar{a} \cdot \chi \cdot \omega \right)^i$  одиниць чистого національного продукту, а для отримання одиниці останнього витрачається  $\sum_i a^i$  одиниць ВВП (див. 4.18).

#### 4.2.5 Дискретна модель макродинаміки розвитку мережі автомобільних доріг

Обсяг інвестицій  $D_{b\tau}$  у кожному фіксованому циклі  $\tau$  відтворення може бути визначений як [156]:

$$D_{b\tau} = \Delta R_{\tau} + D_{\tau}^0, \quad (4.69)$$

де  $\Delta R_{\tau}$  – приріст удосконалених дорожніх умов, що викликає приріст ВВП  $\Delta Z_{\tau}$ ;

$D_{\tau}^0$  – частина інвестицій, яка не має віддачі у даному фіксованому циклі;

$\tau$  – фіксований цикл,  $\tau = 0, 1, 2, \dots$  рівних циклів, які відповідають річній тривалості.

До складу  $D_{\tau}^0$  включаються відшкодування вибуття основних виробничих фондів і невиробничі витрати. Таким чином, у динаміці частина валових інвестицій постійно реалізується у прирості капіталу та дає віддачу по продукції, тоді як інша є навантаженням на економіку. Матеріально обидві частини інвестицій систематично змінюються як за обсягом, так і за якістю, проте є постійними елементами відтворення. Рівняння (4.69) є уточненням (4.43).

Приріст ВВП може бути визначений так:

$$Z_{\tau} = X_{\tau} + \Delta R_{\tau} + W_{\tau}. \quad (4.70)$$

Це означає, що для будь-якого року  $\tau$  аналізованого періоду речовинний склад ВВП подається як сума проміжного продукту  $X_{\tau}$ , приросту основних виробничих

фондів  $\Delta R_\tau$  і національний дохід  $W_\tau$ , що включає частину інвестицій  $D_\tau^0$ , а також невиробниче споживання (у тому числі – невиробниче користування мережею автомобільних доріг)  $C_\tau$ . Отже, (4.70) може трактуватися як співвідношення, що показує потреби у відтворенні визначених кількостей проміжних (додаткових) продуктів, капіталу та споживчої продукції (послуг із забезпечення користування автомобільним дорогами).

Структурними характеристиками суспільно-економічного розвитку мережі автомобільних доріг є:

- складова повних витрат в економічній системі:

$$a_\tau = \frac{X_\tau}{Z_\tau},$$

- інвестиційна складова держави:

$$\chi_\tau = \frac{\Delta R_\tau}{\Delta Z_\tau},$$

- та суспільна складова користувачів:

$$S_\tau = \frac{W_\tau}{Z_\tau}.$$

Дискретна замкнута модель суспільно-економічного розвитку має вигляд кінцево-різницевого рівняння 1-го порядку щодо скалярної функції  $Z_\tau$  (отримане після підстановки структурних характеристик у (4.70)):

$$\Delta Z_\tau = \chi_\tau^{-1}(1 - a_\tau - S_\tau)Z_\tau. \quad (4.71)$$

Таким чином, проведене математичне моделювання функціонування мережі доріг дозволяє перейти до синтезу моделей прогнозування розвитку мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України.

### **4.3 Методологічні основи синтезу моделей прогнозування раціонального функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг**

Задача синтезу моделей прогнозування раціонального функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг загального користування, що входить до транспортної системи України, може бути описана наступними етапами [201]:

- формулювання вимог до процесу перетворення матеріальних входів у виходи, що реалізуються системою;
- визначення елементів системи та їхніх характеристик;
- визначення структури системи та параметрів управління цією системою.

Сукупність контрольованих показників, що регламентують із деяким ступенем деталізації функціонування мережі автомобільних доріг як системи, визначає прогноз процесів її діяльності. Інформаційне відображення синтезованої транспортної системи зазвичай називають моделлю прогнозування, що охоплює ті чи інші процеси функціонування й розвитку відповідного об'єкта – мережі автомобільних доріг або її окремих доріг [201]. Надалі, через це, мова йде про синтез транспортної системи як про регулярну процедуру формування відповідної математичної моделі, рішення якої надає інформацію для розрахунку прогнозних показників.

#### **4.3.1 Синтез моделей прогнозування функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг**

Конкретні значення показників прогнозування, при застосуванні будь-яких методів і техніки прогнозування, визначаються через інформаційне моделювання матеріальних суспільно-економічних процесів, реалізованих у транспортній системі, а також завдяки моделюванню її майбутньої поведінки як сукупності економічних об'єктів. Взаємодії елементів, компонентів і факторів функціонування в моделі представляють інформаційні зв'язки між відповідними перемінними. Обмеження, що об'єктивно присутні в транспортній системі, відображаються в моделі у вигляді обмежень на область допустимих змін її перемінних. Насамкінець, шляхом синтезу структури та параметрів моделі визначають структуру та параметри транспортної системи, що забезпечать її раціональне функціонування.

При формуванні моделей прогнозування значним стає питання про ступінь деталізації прогнозних розрахунків. В економічній системі, елементом якої є

транспортна система України, діють тисячі підприємств, номенклатура виробленої та споживаної продукції нараховує мільйони найменувань. Побудувати єдину модель, що відображає формування та взаємозв'язки цієї великої кількості компонентів, і в централізованому порядку їх розрахувати та збалансувати, неможливо навіть за допомогою найбільш удосконалених програмних засобів. Це обумовлює необхідність багатоступінчастої ієрархічної організації процесу прогнозування. Отже, потрібно побудувати *ієрархію моделей прогнозування*.

Стосовно до існуючої організації економічного устрою вона охоплює наступні вертикальні рівні ієрархії: макроекономічні моделі, що відображають взаємозв'язки галузей, галузеві моделі, моделі окремих підприємств та організацій. Взаємодія елементів і підсистем подвійним чином відбивається на взаємодії їхніх моделей. З одного боку, входи та виходи моделей різних підсистем охоплюються мережею прямих і зворотних інформаційних зв'язків, з іншого боку – загальною для всіх моделей є первинна інформація, що виникає у процесі виробництва, розподілу й споживання виробленої продукції.

Організаційні та інформаційні сторони прогнозування та управління розглянуті у розділі 5. У цьому розділі подана в спрощеному вигляді типова задача синтезу, що має фундаментальне значення в макроекономічному прогнозуванні, а саме, синтез багатопродуктової моделі виробництва та обміну, у тому числі, здійснення автомобільних перевезень, як сукупності однопродуктових моделей. Кожна з них є при цьому первинним елементом, для якого задані зв'язки між входами, виходами і станами. У залежності від об'єкта прогнозування однопродуктова модель має той чи інший суспільно-економічний сенс. Так, при синтезі міжгалузевого балансу виробництва та споживання продукції (макроекономічного, регіонального) одномірним об'єктом є продукт так названої чистої галузі чи однорідний (агрегований) продукт галузі. Багатопродуктова модель служить для прогнозування виробництва та обміну продукції, споживаної в самій галузі й поставленої до інших галузей. Тут як одномірні об'єкти виступають окремі продукти, вироблені в галузі, чи їхні агрегати. Нарешті, багатомірна балансова модель складає основу матричної схеми бізнес-плану підприємства. В ній одномірними об'єктами є виробничі підрозділи підприємства.

Побудуємо двопродуктову відкриту модель функціонування альтернативних автомобільних доріг, якими можуть рухатися їхні користувачі, що є достатньою для пояснення методів формування моделей. На рис. 4.4 подана схема зв'язків між

однопродуктовими моделями, за допомогою яких формується користування обома дорогами, а також умови їхнього утримання та удосконалення.

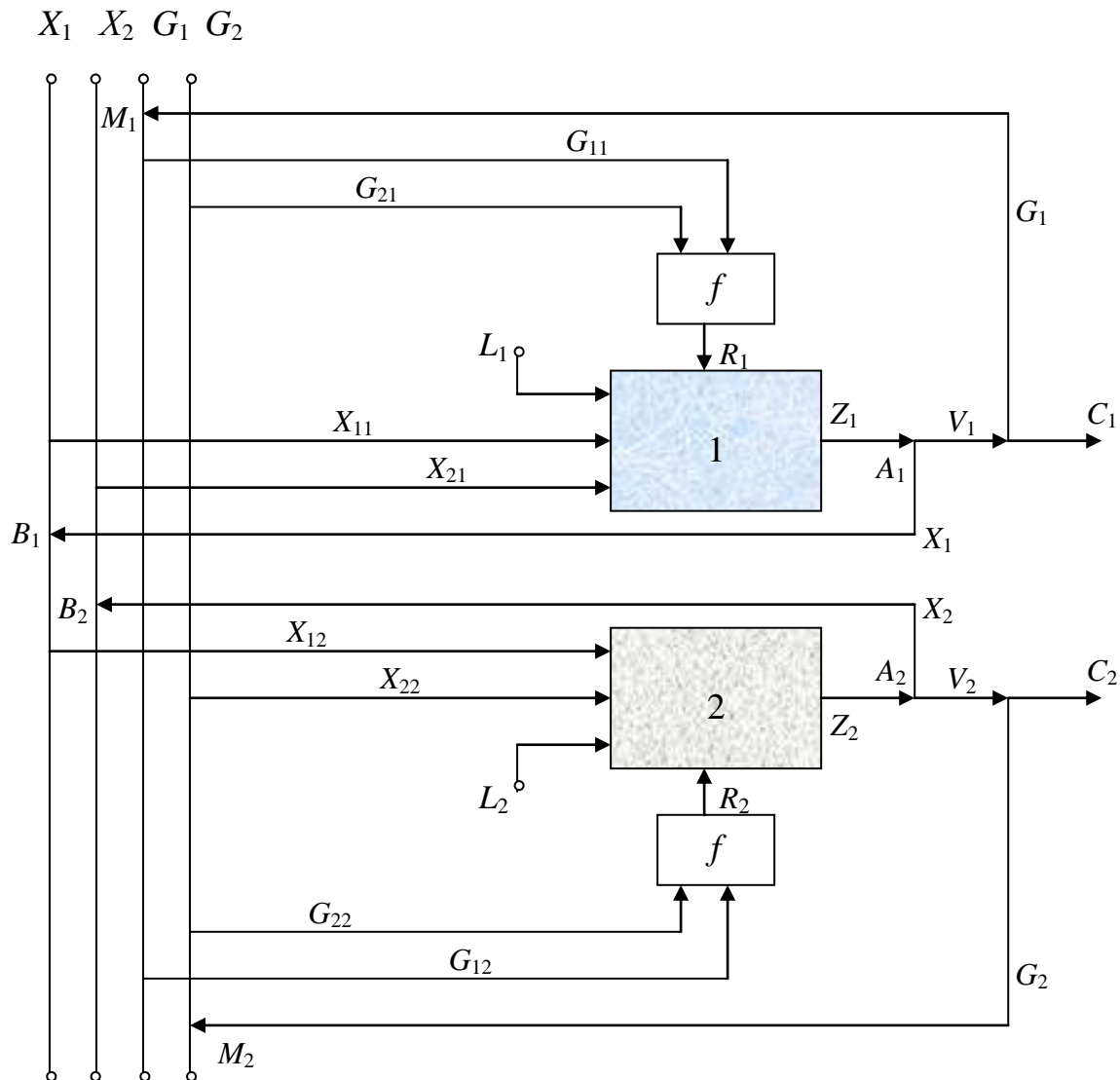


Рисунок 4.4 – Схема зв'язків між однопродуктовими моделями функціонування автомобільних доріг

Для визначення збалансованих значень показників, що забезпечують необхідні пропорції удосконалення, побудуємо у відповідності зі схемою таку систему рівнянь збалансованості ( $i, j = 1, 2$ ), в якій усі перемінні – функції часу.

Рівняння збалансованості в точках  $A_i$ :

$$Z_i - X_i - V_i = Z_i - X_i - G_i - C_i = 0. \quad (4.76)$$

Рівняння збалансованості в точках  $B_i$ :

$$X_i - \sum X_{ij} = 0. \quad (4.77)$$

Рівняння збалансованості в точках  $M_i$ :

$$G_i - \sum G_{ij} = 0. \quad (4.78)$$

Підставляючи (4.77) і (4.78) у (4.76), отримаємо наступну систему рівнянь:

$$Z_i - \sum X_{ij} - \sum G_{ij} = C(i, j = 1, 2). \quad (4.79)$$

Візьмемо до уваги, що

$$X_{ij} = a_{ij}Z_{ij} \text{ та } G_{ij} = k_{ij} \frac{dZ_j}{dt},$$

де  $a_{ij}$  та  $k_{ij}$  – норми поточних витрат та коефіцієнти інвестиційної складової відповідно (розділ 4.2), які приймаються постійними, та отримаємо наступну систему диференціальних рівнянь, що описують умови збалансованості у двопродуктовій моделі:

$$(1 - a_{11})Z_1(t) - a_{12}Z_2(t) - k_{12} \frac{dZ_2(t)}{dt} = C_1(t); \quad (4.80)$$

$$-a_{21}Z_1(t) + (1 - a_{22})Z_2(t) - k_{21} \frac{dZ_1(t)}{dt} - k_{22} \frac{dZ_2(t)}{dt} = C_2(t).$$

Рівняння (4.80) при інтенсивностях складової користування, заданих функціями  $C_1(t)$ ,  $C_2(t)$ , містять дві невідомі функції  $Z_1(t)$ ,  $Z_2(t)$ . Поведінка системи буде цілком визначена за фіксованих початкових значень  $Z_1(0)$  і  $Z_2(0)$ , вважаючи, що на початку прогнозного періоду вона знаходилася у збалансованому стані. У результаті рішення (4.80) за зазначених початкових умов буде визначена траєкторія розвитку розглянутої двопродуктової системи:

$$Z(t) = \varphi[C(t), a, k, Z(0), t] \quad (4.81)$$

Зміна використання ресурсів автомобільного транспорту, необхідних для забезпечення перевезень обома автомобільними дорогами визначиться балансовим співвідношенням:

$$L(t) = b_1Z_1(t) + b_2Z_2(t),$$



де  $b_i$  – витрати автомобільного транспорту.

Неважко узагальнити отримані результати стосовно до  $n$ -продуктової схеми забезпечення функціонування мережі доріг. Рівняння багатопродуктової динамічної балансової моделі запишуться так:

$$Z_i - \sum a_{ij}Z_{ij} - \sum k_{ij} \frac{dZ_j}{dt} = C_i; \quad (4.82)$$

$$L(t) = \sum b_i Z_i(t) \quad (i, j = 1, 2, \dots, n).$$

Система балансових рівнянь для статичної моделі може бути отримана із (4.82), якщо покласти  $\frac{dZ_j}{dt} = 0$ . При цьому система прийме наступний вигляд:

$$Z_i(t) - \sum a_{ij}Z_{ij} = C_i \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (4.83)$$

У загальному випадку статичну багатопродуктову балансову модель можна подати у матричній формі:

$$AZ + Y = Z, \quad (4.84)$$

де  $A$  – матриця коефіцієнтів  $a_{ij}$ ;

$Z$  та  $Y$  – вектори ВВП та вихідної перемінної (чистий національний продукт, національний доход) відповідно.

Розглянемо докладніше двопродуктову статичну модель:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})Z_1 - a_{12}Z_2 &= C_1; \\ a_{21}Z_1 + (1 - a_{22})Z_2 &= C_2, \end{aligned} \quad (4.85)$$

яка має чотири показники  $Z_1, Z_2, C_1, C_2$ . При заданих інтенсивностях користування автомобільними дорогами, у випадку, коли визначник матриці:

$$\left\| \begin{array}{cc} 1 - a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & 1 - a_{22} \end{array} \right\| \quad (4.86)$$

не дорівнює нулю, система має єдине рішення:

$$Z_1 = \frac{[(1-a_{22})C_1 + a_{12}C_2]}{D},$$

$$Z_2 = \frac{[a_{12}C_1 + (1-a_{11})C_2]}{D}, \quad (4.87)$$

$$D = (1-a_{11}) + (1-a_{22}) - a_{12}a_{21}.$$

Зазвичай для матриць, що описують лінійні міжпродуктові зв'язки, ця умова дотримується, тому  $D > 0$ . Неважко також обчислити необхідні об'єми руху транспортних потоків і вплив функціонування автомобільних доріг:

$$L = L_1 + L_2 = b_1Z_1 + b_2Z_2; \quad (4.88)$$

$$R = R_1 + R_2 = h_1Z_1 + h_2Z_2,$$

де  $h_i$  – коефіцієнти впливу автомобільних доріг як складових її мережі.

Подамо тепер формули (4.87) у наступному вигляді:

$$Z_1 = \bar{a}_{11}C_1 + \bar{a}_{12}C_2; \quad (4.89)$$

$$Z_2 = \bar{a}_{21}C_1 + \bar{a}_{22}C_2.$$

Тут коефіцієнти  $\bar{a}_{ij}$  – повні поточні витрати, необхідні для забезпечення об'ємів руху як одиниці чистого національного продукту, що враховують не тільки прямі, але й непрямі витрати, обумовлені зв'язками між забезпеченням функціонування всіх ланок мережі автомобільних доріг, охоплюваних багатопродуктовою моделлю. Коефіцієнти повних витрат уявляють собою суму прямих і непрямих витрат. У цьому випадку непрямі витрати функціонування, наприклад, першої автомобільної дороги на об'єми руху  $C_1$  обумовлені його витратами на функціонування другої дороги, що також приймають участь у функціонуванні мережі автомобільних доріг загалом.

Коефіцієнти повних матеріальних витрат є елементами матриці

$$\begin{pmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} \end{pmatrix}, \quad (4.90)$$

що є зворотною матриці (4.86).

За допомогою коефіцієнтів повних поточних витрат можуть бути визначені коефіцієнти повних витрат інших факторів функціонування, необхідні для забезпечення об'ємів руху в сенсі випуску ЧНП з одиничною інтенсивністю. Так, враховуючи (4.89), одержимо із (4.88) такі вирази для витрат автотранспорту:

$$L = \bar{b}_1 C_1 + \bar{b}_2 C_2,$$

де  $\bar{b}_1 = b_1 \bar{a}_{11} + b_2 \bar{a}_{21}$ ;  $\bar{b}_2 = b_1 \bar{a}_{12} + b_2 \bar{a}_{22}$ . Інші витрати визначаються аналогічно.

У математичному моделюванні фундаментальну роль відіграє задача синтезу моделей оптимального прогнозування. Така модель описує умови суспільно-економічної збалансованості між перемінними в області, допустимій накладеними обмеженнями, й конкретно у тій її точці, якій відповідає екстремум цільової функції.

Оптимальна модель принципово відрізняється від балансових моделей, розглянутих вище. Перемінні, прийняті в якості незалежних, задаються не ззовні моделі, а визначаються з умови екстремуму цільової функції. Техніку синтезу оптимальних моделей та виникаючі при цьому поняття, що відносяться до теорії оптимального прогнозування, проілюструємо на прикладі лінійної статичної моделі.

Розглянемо спочатку модель, що максимізує об'єми руху як одиниці ЧНП при заданих обмеженнях у витратах автомобільного транспорту та ресурсному забезпеченні утримання та розвитку мережі автомобільних доріг. Скористаємося рівняннями збалансованості (4.89) і подамо систему обмежень наступними нерівностями:

$$\begin{aligned} b_1 C_1 + b_2 C_2 &\leq L_M; \\ h_1 C_1 + h_2 C_2 &\leq R_M; \\ C_1 &\geq 0; C_2 &\geq 0 \end{aligned} \tag{4.91}$$

та лінійною цільовою функцією:

$$U(C_1, C_2) = p_1 C_1 + p_2 C_2 \rightarrow \max. \tag{4.92}$$

Тут  $L_M$  і  $R_M$  – верхні обмеження на витрати автомобільного транспорту й

ресурсне забезпечення функціонування та розвитку мережі доріг, а  $p_1$  і  $p_2$  – задані коефіцієнти (ваги) компонентів користування, що характеризують транспортну цінність руху (розділ 3) кожного з них. Функція  $U(C_1, C_2)$  побудована в припущенні їх взаємозамінності та є комбінацією двох способів користування. Задача синтезу моделі полягає у пошуку значень перемінних  $C_1$  та  $C_2$ , при яких  $U(C_1, C_2) = \max$ , і визначенні збалансованих значень об'ємів руху обома автомобільними дорогами.

Рішення задач такого типу здійснюється методами лінійного програмування. Обмежимося описом змістовної частини вирішення та зосередимо увагу на його аналізі. Скористаємося графічною інтерпретацією рішення. Виберемо прямокутну систему координат (рис. 4.5) і побудуємо в ній прямі, обумовлені рівностями:

$$C_1 = 0; C_2 = 0 \text{ – осі координат;}$$

$$b_1 C_1 + b_2 C_2 = L_M \text{ – пряма I—I;} \quad (4.93)$$

$$h_1 C_1 + h_2 C_2 = R_M \text{ – пряма II—II.}$$

Усі точки, розташовані усередині та на границях заштрихованої області, задовольняють нерівностям (4.91). Побудуємо тепер сімейство рівнобіжних прямих, що залежить від параметра (уздовж прямої  $U = \text{const}$ ). Покладемо, що  $p_1$  та  $p_2$  є такими, що прямі розташовані саме так, як показано на рис. 4.5.

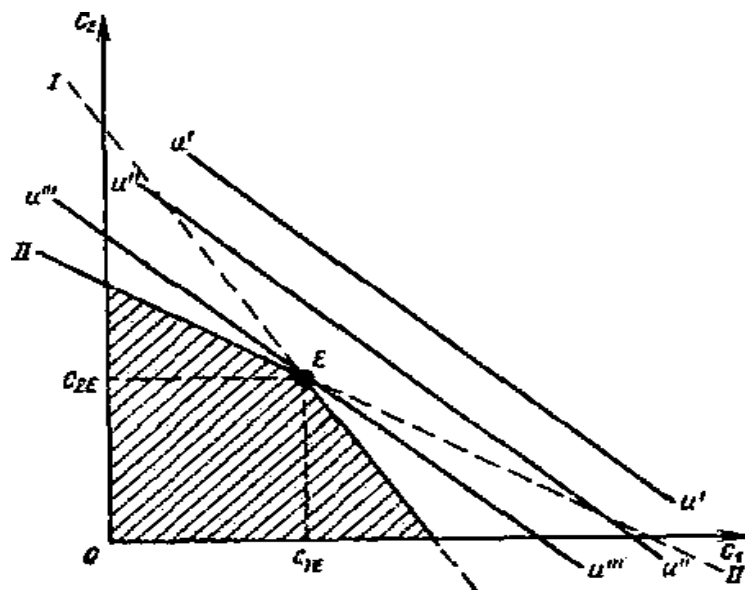


Рисунок 4.5 - Синтез двопродуктової моделі користування мережею автомобільних доріг

Тоді координати точки  $E$ , через яку проходить пряма  $U'''$ , визначається як

координати точки перетинання прямих  $I—I$  і  $II—II$ :

$$C_{1E} = \bar{h}_2 L_M - \bar{b}_2 R_M;$$

$$C_{2E} = \frac{(b_1 R_M - \bar{h}_1 R_M)}{D}; \quad (4.94)$$

$$D = \bar{b}_1 \bar{h}_2 - \bar{b}_2 \bar{h}_1.$$

Отже, максимум цільової функції виражається наступним чином:

$$\max U(C_1, C_2) = \frac{\left[ (p_1 \bar{h}_2 - p_2 \bar{h}_1) L_M - (p_1 \bar{b}_2 - p_2 \bar{b}_1) R_M \right]}{D}. \quad (4.95)$$

За знайденими значеннями  $C_{1E}$  та  $C_{2E}$  можна обчислити значення показників  $Z_1$  і  $Z_2$  в оптимальному балансі. Припустимо, що значення обмежуючих факторів функціонування змінилися на малі величини  $\Delta L_M$  і  $\Delta R_M$ . Тоді цільова функція одержить малий приріст біля точки  $E$ , що обумовлений співвідношенням:

$$\Delta U_E = \left( \frac{\partial U}{\partial Z_M} \right)_E \Delta L_M + \left( \frac{\partial U}{\partial R_M} \right)_E \Delta R_M = \eta_L \cdot \Delta L_M + \eta_R \cdot \Delta R_M. \quad (4.96)$$

Часткові похідні  $\eta_L$  та  $\eta_R$  – граничні оцінки ефективності факторів функціонування в точці оптимуму, або, як їх прийнято називати, оцінки оптимального прогнозу. Вони показують, наскільки зміняться значення екстремуму цільової функції при малих змінах обмежень на обмежуючі фактори функціонування. Очевидно, що оцінки факторів, які не обмежують функціонування, тобто, такі, що є наявними у надлишку порівняно з потребами оптимального прогнозу, дорівнюють нулю. У нашому випадку:

$$\eta_L = \frac{(p_1 \bar{h}_2 - p_2 \bar{h}_1)}{D};$$

$$\eta_R = \frac{(p_1 \bar{b}_2 - p_2 \bar{b}_1)}{D}, \quad (4.97)$$

причому їх розмірність визначається розмірністю параметрів  $p_1$  і  $p_2$  у цільовій функції, кожний з яких відіграє роль оцінки відповідного компонента в наборі альтернатив користування автомобільними дорогами.

Оцінки оптимального прогнозу можуть бути отримані також із двоїстої задачі лінійного програмування, що у розглянутому випадку запишеться так:

$$\begin{aligned} \bar{b}_1 \eta_L + \bar{h}_1 \eta_R &= p_1; \\ \bar{b}_2 \eta_L + \bar{h}_2 \eta_R &= p_2; \\ \eta_L &\geq 0; \eta_R \geq 0. \end{aligned} \quad (4.98)$$

Цільова функція тут має наступний вигляд:

$$W(\eta_L, \eta_R) = L_M \eta_L + R_M \eta_R \rightarrow \min. \quad (4.99)$$

Тепер припустимо, що вектор користування  $(C_1, C_2)$  може будуватися декількома, наприклад, двома, способами. Їм відповідають приведені нижче матриці дорожніх і автомобільних витрат (заради спрощення, опустимо обмеження і приймемо, що  $a_{ii} = 0$ ).

Побудуємо оптимальний прогноз функціонування з інтенсивностями, обмеженими знизу значеннями  $C_{1M}$  і  $C_{2M}$ , при мінімумі витрат автомобільного транспорту. Запишемо пряму задачу:

$$\begin{aligned} Z_1^{(1)} - a_{12}^{(1)} Z_2^{(1)} &= C_1^{(1)}; \\ -a_{21}^{(1)} Z_1^{(1)} + Z_2^{(1)} &= C_2^{(1)}; \\ Z_1^{(2)} - a_{12}^{(2)} Z_2^{(2)} &= C_1^{(2)}; \\ -a_{21}^{(2)} Z_1^{(2)} + Z_2^{(2)} &= C_2^{(2)}; \\ C_1^{(1)} + C_1^{(2)} &\geq C_{1M}; \\ C_2^{(1)} + C_2^{(2)} &\geq C_{2M}; \\ Z_i^{(S)} &\geq 0. \end{aligned} \quad (4.100)$$

Цільова функція:

$$L(Z) = b_1^{(1)} Z_1^{(1)} + b_2^{(1)} Z_2^{(1)} + b_1^{(2)} Z_1^{(2)} + b_2^{(2)} Z_2^{(2)} \rightarrow \min. \quad (4.101)$$

З рішення цієї задачі знайдемо інтенсивності кожного зі способів

функціонування, тобто компоненти  $Z_t^{(s)}$  та екстремальне значення цільової функції, виражене через параметри моделі й обмеження. Оцінки оптимального прогнозу – у даному випадку оцінки компонентів користування автомобільними дорогами – визначаються з двозначної задачі, що описується наступною системою нерівностей:

$$\begin{aligned} \eta_1 - a_{21}^{(1)} \eta_2 &\leq b_1^{(1)}; \\ \eta_1 - a_{21}^{(2)} \eta_2 &\leq b_1^{(2)}; \\ -a_{12}^{(1)} \eta_1 + \eta_2 &\leq b_2^{(1)}; \\ -a_{12}^{(2)} \eta_1 + \eta_2 &\leq b_2^{(2)}; \\ \eta_1 &\geq 0; \quad \eta_2 &\geq 0; \end{aligned} \tag{4.102}$$

та цільовою функцією

$$U(\eta_1, \eta_2) = C_{1M} \eta_1 + C_{2M} \eta_2 \rightarrow \max.$$

Дві шукані оцінки компонентів користування автомобільними дорогами  $\eta_1$  та  $\eta_2$ , що мають у даному випадку розмірність витрат власників транспортних засобів – користувачів автомобільних доріг, пов'язані чотирма нерівностями (4.102). Одночасно в строгі рівності можуть бути звернені тільки дві з них – одна з першої пари нерівностей, інша – із другої. Строгі рівності матимуть місце для гіршого зі способів функціонування, що потрапили в оптимальний прогноз. Його називають замикаючим. Способи функціонування, що потрапили в оптимальний прогноз, трактують як ефективні.

#### 4.4 Моделі прогнозування роботи дорожнього господарства

Моделі функціонування мережі автомобільних доріг загального користування можна вважати областю оптимального прогнозування, що об'єднана загальною схемою синтезу таких моделей [202, 203]:

1) задача поточного розподілу заданої програми дорожнього господарства на рівні її підприємств, що утримують автомобільні дороги;

2) задача перспективного розвитку, що охоплює, зокрема, будівництво нових і реконструкцію існуючих автомобільних доріг та допоміжних виробництв

(асфальтобетонні заводи, асфальтобетонні заводи, кар'єри).

При синтезі моделей оптимального прогнозування вихідними є:

- попит на продукцію дорожнього господарства по регіонах з боку автомобільного транспорту (попит на рух автомобільними дорогами, їх довжина, категорія, щільність мережі доріг та її транспортно-експлуатаційний стан, а також досягнення відповідного рівня безпеки та рівня зручності руху);

- можливі способи утримання автомобільних доріг у належному транспортно-експлуатаційному стані, що відповідає визначеним рівням безпеки руху та рівням зручності руху, а також варіанти поліпшення їх стану з урахуванням виробничих можливостей і спеціалізації організацій, що утримують ці дороги, собівартості виробництва, можливими розмірами ресурсного забезпечення з урахуванням вартості трудових, енергетичних, сировинних і водних ресурсів, наявності або відсутності альтернативної транспортної мережі та інших факторів;

- можливі трасування нових автомобільних доріг і характеристики нових підприємств з їхнього утримання, що охоплюють вищезазначені умови;

- можливі місця розміщення нових допоміжних виробництв.

У якості вихідних виступають інтенсивності режимів забезпечення попиту користувачів на рух у відповідних дорожніх умовах (потреби у перевезеннях вантажів і пасажирів автомобільними дорогами відповідної якості). При цьому, у залежності від конкретних умов завдання, інтенсивність способу (режиму) має виражати необхідність досягнення визначеної продуктивності автомобільної дороги (розділи 2 та 3).

#### **4.4.1 Загальна схема синтезу моделі функціонування дорожнього господарства**

Нехай дорожнє господарство об'єднує  $I$  підприємств (автомобільних доріг загального користування разом із організаціями по їхньому утриманню), і на кожному підприємстві (автомобільній дорозі) можна реалізувати один або декілька  $n_j$  ( $j = 1, 2, \dots, I$ ) заходів з утримання автомобільних доріг [202, 203]. Будемо вважати, що визначене поняття вагового коефіцієнта використання  $k$ -го заходу на  $j$ -й автомобільній дорозі як підприємстві ( $k = 1, 2, \dots, n_j$ ). Якщо  $\gamma_j^k = 0$ , то захід (обсяг робіт) зовсім не використовується, а якщо  $\gamma_j^k = 1$ , то  $j$ -е підприємство працює тільки по  $k$ -му режиму. Таким чином:

$$\sum \gamma_j^k = 1; \quad \gamma_j^k \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, I). \quad (4.103)$$



Деякі заходи (обсяги робіт) можуть використовуватися з будь-яким коефіцієнтом, і тоді  $\gamma_j^k$  – безперервна величина з відрізка 0-1 (наприклад, при визначенні ефективності роботи автомобільної дороги). Інші заходи (обсяги робіт) можуть або цілком відхилятися ( $\gamma_j^k = 0$ ), або цілком прийматися ( $\gamma_j^k = 1$ ).

При складанні прогнозу необхідно також ураховувати балансові обмеження щодо роботи автомобільної дороги (пропозиції послуг щодо ефективного функціонування автомобільної дороги відповідно до визначеного рівня безпеки руху) та користування при визначеному рівні зручності (попиту користувачів на рух автомобільною дорогою при характеристиках дорожніх умов відповідної якості) за умови можливого ресурсного забезпечення. Об'єм (продуктивність дороги – інтенсивність руху)  $i$ -го продукту ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) на  $j$ -й автомобільній дорозі залежить від обсягів відповідних дорожніх робіт  $\gamma_j^k$ :

$$Y_{ij} = f_{ij}(\gamma_j^1, \gamma_j^2, \dots, \gamma_j^{n_j}). \quad (4.104)$$

Балансові обмеження для дорожнього господарства мають вигляд:

$$\sum Y_{ij} \geq Q_i, \quad (4.105)$$

де  $Q_i$  – попит користувачів на рух  $i$ -ю автомобільною дорогою, тобто попит на рух автомобільною дорогою у відповідних дорожніх умовах.

Припустимо, що прогнозом роботи дорожнього господарства називається сукупність величин  $\gamma$ , що задовольняє умовам (4.103) і (4.105), а також вимогам цілочисельності  $\gamma_j^k$ , якщо такі є. Задача оптимального прогнозування складається у знаходженні такого прогнозу розвитку серед усіх припустимих, який досягає екстремуму цільової функції  $F(\gamma)$ . Таку модель можна сприймати як статичну, так і як динамічну. В останньому випадку необхідно лише значення однієї й тієї ж величини в різні моменти часу розглядати як різні величини.

При проведенні практичних розрахунків необхідно задати в явному вигляді функції виду  $f_{ij}$  та  $F$ . Обчислювальні труднощі змушують у більшості випадків обмежитися найпростішими припущеннями про їхню структуру.

Модель функціонування дорожнього господарства може бути подана так:

$$\sum Y_{ij} = \sum q_{ij}^k \gamma_j^k \geq Q_i; \quad (4.106)$$

$$F(\gamma) = \sum S_j^k \gamma_j^k = \text{extremum}. \quad (4.107)$$

При цьому  $S_j^k$  можна інтерпретувати або як вигоду, або як взяті зі знаком «—» витрати для забезпечення роботи  $j$ -ї дороги по  $k$ -му заходу з одиничною інтенсивністю, а інтерпретація ресурсу  $q_{ij}^k$  залежить від конкретного характеру задачі.

При прогнозуванні в якості критерію оптимізації потрібно приймати або максимум загальної суспільної вигоди при наявності обмежень витрат на ресурсне забезпечення та заданих мінімальних рівнів зручності руху при користуванні мережею автомобільних доріг, або мінімум сумарних витрат при тих же обмеженнях.

Через те, що у деяких задачах є альтернатива між цими двома критеріями, а результати рішення можуть залежати від вибору цільової функції, корисним буде зупинитися на поняттях, що стосуються вибору критерію оптимальності в прогнозуванні роботи дорожнього господарства.

Як правило, моменти складання прогнозу та його реалізація відділені одне від одного значними інтервалами часу. Тому обмеження на дорожні витрати і рівень зручності руху, що підлягає задоволенню, на кінцевий суспільний продукт (відповідної якості дорожні умови), а також прогноз транспортної цінності руху можуть бути задані тільки з деякою достовірністю. При виборі критерію оптимізації варто керуватися порівняльною надійністю цих оцінок. Так, постановка задач мінімуму витрат доцільна при виконанні хоча б однієї з умов:

1) попит на рух автомобільною дорогою практично не залежить від транспортної цінності руху та обсягів ресурсного забезпечення дорожніх робіт і підлягає обов'язковому задоволенню;

2) значення транспортної цінності на рух автомобільною дорогою не може бути встановлене до моменту рішення задачі;

3) прогнози лімітів на ресурсне забезпечення менш надійні, ніж прогнози попиту на рух автомобільною дорогою.

Навпаки, задачу досягнення максимуму загальної суспільної вигоди доцільно ставити у таких випадках:

1) попит на рух автомобільною дорогою істотно залежить від транспортної цінності руху та обсягів ресурсного забезпечення дорожніх робіт;

2) потреба в дорожніх умовах, що відповідають потрібному рівню безпеки

руху, не може бути повністю задоволена;

3) структура заходів (об'ємів дорожніх робіт) не може бути заздалегідь задана й підлягає визначенню в процесі рішення задачі.

У задачах перспективного прогнозування, зокрема, при розподілі бюджетного фінансування, необхідно ставити задачу оптимізації як динамічну. Причина цього не тільки й не стільки в зміні показників (4.106) і (4.107) за довготривалий прогнозований період, але й у тому, що моменти впровадження витрат на дорожні роботи (задоволення попиту транспортних потоків на дорожні умови, що відповідають потрібним рівням безпеки й зручності руху, та його фактичної реалізації) розділені значним часовим лагом.

#### 4.4.2 Статична модель розвитку дорожнього господарства

*Статична модель* розвитку дорожнього господарства має застосовуватися, головним чином, в задачах поточного планування [202, 203]. Типовим відрізком поточного періоду варто вважати рік, перспективного прогнозованого періоду – більш тривалі періоди. Проте тривалість часового періоду не пояснює принципового розходження в задачах поточного планування та перспективного прогнозування. Основна їхня якісна відмінність пов'язана з тим, що в поточному (короткостроковому) періоді визначені розміри основних виробничих фондів. У той же час, всередині перспективного прогнозованого періоду можуть бути створені нові виробничі фонди. Тому розміри частки продукції дорожнього господарства у валовому внутрішньому продукті у цьому періоді істотно залежать від масштабів упровадження в дію тих або інших основних виробничих фондів (наприклад, введення у дію нової дороги).

Нехай, галузь – дорожнє господарство – складається з  $I$  підприємств, що утримують мережу автомобільних доріг загального користування. Стан кожної автомобільної дороги (а також її окремих ділянок) визначається вектором:

$$\gamma_j = \{\gamma_j^1, \gamma_j^2, \dots, \gamma_j^{n_j}\} \quad (j = 1, 2, \dots, I),$$

де  $\sum_{j,k} \gamma_j^k \leq 1; \quad \gamma_j^k \geq 0.$

Під  $\gamma_j^k$  розуміється коефіцієнт досягнення  $k$ -го рівня завантаження рухом  $j$ -ї ділянки автомобільної дороги. Через те, що в моделі, яка розглядається, виробничі фонди зафіксовані (тобто стан мережі автомобільних доріг умовно не змінюється),

під коефіцієнтом  $\gamma_j^k$  можна розуміти, наприклад, частку часу, яку  $j$ -а ділянка автомобільної дороги працює при  $k$ -му рівні завантаження рухом. Тоді  $\sum \gamma_j^k \leq 1$  виступає як обмеження на завантаження автомобільної дороги рухом у часі.

Інший вид обмежень, що є у моделі, – балансові обмеження. Дорожнє господарство як галузь споживає різноманітні ресурси і виробляє різну продукцію. Для упорядкування балансових обмежень зручно буде їх розділити на дві групи.

До першої групи відноситься продукція, що не виробляється жодним підприємством дорожнього господарства, у жодному з можливих режимів, але споживаються у виробництві окремими підприємствами. Це зовнішні ресурси: сировина, паливо, енергія, різноманітні види праці, продукція, що вироблена іншими галузями економіки, а також фінансові ресурси. Балансові обмеження по кожному виду зовнішніх ресурсів варто обчислювати в цілому по дорожньому господарству. Що стосується такого ресурсу як фінансування, то свобода в його розподілі між окремими підприємствами галузі, що обслуговують окремі автомобільні дороги у границях обмеженого загального ліміту, стає визначальною при побудові оптимального прогнозу.

Позначимо витрати  $i$ -го виду зовнішнього ресурсу при роботі  $j$ -ї автомобільної дороги при  $k$ -му рівні завантаження рухом з одиничною інтенсивністю через  $q_{ij}^k$  ( $q_{ij}^k > 0$ ), а наявна кількість цього виду ресурсів через  $Q_i$ . Тоді балансове обмеження в повній відповідності до [202, 203] загальної схеми (не враховуючи зміни знака нерівності) має вигляд:

$$\sum_{j,k} \gamma_j^k q_{ij}^k \leq Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, N). \quad (4.108)$$

Друга група складається з продукції, що вироблена підприємствами дорожнього господарства. У найпростішому випадку метою пропозиції є задоволення попиту інших галузей економіки та окремих користувачів автомобільних доріг. При цьому балансові обмеження мають загальний вигляд. Структуру внутрішньогосподарчого споживання прийнято характеризувати так званою технологічною матрицею. Елементи цієї матриці  $a_{lj}^k$ , відповідають витратам  $l$ -го ресурсу при виробництві  $l$ -го продукту на  $j$ -му підприємстві в  $k$ -му режимі роботи. З урахуванням внутрішньогосподарчого споживання балансові

обмеження вже не будуть мати настільки ж простого вигляду. По-перше, ускладниться вигляд їхньої правої частини: необхідно буде розрізнити позагосподарче та внутрішньогосподарче споживання. По-друге, необхідно складати балансові рівняння по кожному підприємству одночасно, тобто число обмежень істотно зростає.

Позначимо через  $y_{lj}^k$  випуск  $l$ -го продукту  $j$ -м підприємством, що працює по  $k$ -му режиму. Тоді сумарний випуск цього продукту  $j$ -м підприємством:

$$\sum_{j,k}^{n_j} y_{lj}^k \gamma_j^k = Y_{lj}. \quad (4.109)$$

Продукція, що виробляється, витрачається на позагосподарче та внутрішньогосподарче споживання. Позначимо через  $T_{ljj}$  об'єм поставок  $l$ -го продукту від  $j$ -го підприємства  $j$ '-му, а через  $Y_{ljm}$  – обсяг поставок тієї ж продукції від  $j$ -го підприємства  $m$ -му позагосподарчому споживачу. Тоді балансове рівняння має вигляд:

$$\sum_{j,k}^{n_j} y_{lj}^k \gamma_j^k = \sum_j^l T_{ljj} + \sum_{m=1}^M Y_{ljm}. \quad (4.110)$$

Підрахуємо тепер потребу  $j$ -го підприємства в  $l$ -му виді продукції, користуючись технологічною матрицею. Легко бачити, що ця потреба складає:

$$\sum_i^L \sum_{k=1}^{n_j} a_{ij}^k y_{ij}^k \gamma_j^k, \quad (4.111)$$

а покриватися вона повинна за рахунок внутрішньогосподарчих постачань:

$$\sum_{k=1}^{n_j} a_{ij}^k y_{ij}^k \gamma_j^k = \sum_j^l T_{ljj}. \quad (4.112)$$

Повернемося ще раз до балансу зовнішніх ресурсів. Часто буває зручно характеризувати витрати цих ресурсів такою самою технологічною матрицею, як матриця внутрішньогосподарчого споживання. Нехай  $a_{ij}^k$  – витрати  $i$ -го ресурсу на

виробництво  $l$ -го продукту на  $j$ -му підприємстві, що працює в  $k$ -му режимі. Тоді нерівність (4.108) можна записати у вигляді:

$$\sum_{ljk} a_{ilj}^k y_{lj}^k \gamma_j^k = Q_i. \quad (4.113)$$

Легко побачити, що:

$$q_{ij}^k = \sum_l a_{ilj}^k y_{lj}^k. \quad (4.114)$$

Нарешті, є ще обмеження за позагосподарчим споживанням (попитом) продукції дорожнього господарства. У поставленій задачі під  $m$  слід розуміти позагосподарчих користувачів (загальний об'єм дорожнього руху на одиницю довжини мережі автомобільних доріг, наприклад, 1 км). При цьому необхідний об'єм руху може бути обмежений як знизу (попит мінімальний, щоб покрити усі витрати пропозиції – утримуваної мережі автомобільних доріг) або зверху (максимальна пропускна здатність цієї мережі), так і по обидва боки одночасно. Таким чином, балансові умови користування мережею автомобільних доріг матимуть вигляд:

$$Y_{lm}^{\min} \leq \sum_j Y_{ljm} \leq Y_{lm}^{\max} \quad (4.115)$$

де  $Y_{ljm}$ ,  $Y_{lm}^{\min}$ ,  $Y_{lm}^{\max}$  – відповідно фіксований, мінімальний та максимальний попит на рух  $l$ -ю ланкою мережі автомобільних доріг із боку  $m$ -го користувача мережі.

*Побудуємо цільову функцію.* Нехай  $S_{jl}^k$  – витрати на утримання одиниці  $l$ -ї ланки мережі доріг  $j$ -м підприємством дорожнього господарства, що працює в  $k$ -му режимі. Тоді сумарні виробничі витрати складуть:

$$S_{\text{вирп}} = \sum_{j,k,l} S_{jl}^k q_{jl}^k \gamma_j^k. \quad (4.116)$$

Сумарні додаткові витрати на забезпечення безпеки та організацію дорожнього руху складуть:

$$S_{\text{доо}} = \sum_{j,j,l} V_{jj}^l T_{jjl} + \sum_{j,m,l} V_{jm}^l Y_{ljm}. \quad (4.117)$$

де  $V_{jj}^l$  – витрати на забезпечення безпеки руху;

$V_{jm}^l$  – витрати на організацію зручного дорожнього руху (надання у користування  $l$ -ї ланки мережі від  $j$ -го підприємства з урахуванням потреб  $m$ -го користувача доріг).

Загальні суспільні доходи дорожнього господарства  $D$  через необхідні розміри оподаткування, а з урахуванням останнього – обсяги фінансування мережі автомобільних доріг користувачами одиниці  $l$ -ї ланки цієї мережі  $p_l$  складуть:

$$D = \sum_{j,m,l} p_l Y_{ljm}. \quad (4.118)$$

Таким чином, при постановці задачі на мінімум витрат, цільова функція для дорожнього господарства:

$$F(\gamma) = S = \sum_{j,k,l} S_{jl}^k q_{jl}^k \gamma_j^k + \sum_{j,j,l} V_{jj}^l T_{jjl} + \sum_{j,m,l} V_{jm}^l Y_{ljm} \rightarrow \min,$$

а при постановці задачі на досягнення загальної суспільної вигоди, цільова функція матиме вигляд:

$$F(\gamma) = \sum_{j,m,l} p_l Y_{ljm} - S \rightarrow \max. \quad (4.119)$$

#### 4.4.3 Динамічна модель розвитку дорожнього господарства

Моделі оптимального перспективного прогнозування розвитку дорожнього господарства за своєю суттю є динамічними [202, 203]. Особливість динамічної моделі – врахування часу на будівництво автомобільної дороги. Витрати на будівництво здійснюються протягом тривалого часу, причому у визначеній послідовності. У динамічній моделі для перспективного прогнозу величини створення основних виробничих фондів і моменту початку їх створення визначаються лише в результаті розрахунку, у зв'язку з чим час створення основних виробничих фондів кожного виду та витрати на будівництво повинні бути передбачені в умовах задачі. Тому до показників моделі необхідно включити нормативи витрат у кожному поточному відрізку прогнозованого періоду на одиницю основних виробничих фондів (наприклад, на 1 км дороги), що мають бути визначені

будівництвом у кожному з інтервалів цього періоду.

Можна вважати, що витрати на одиницю основних виробничих фондів існують і після закінчення будівництва, маючи на увазі постійні витрати, що не залежать від значень інтенсивності руху, витрат на ремонти, на ліквідацію зношеного обладнання.

Кожний проект будівництва або реконструкції передбачає суворо визначене збільшення одного або декількох видів потужностей. Щоб перейти від проекту до варіанта розвитку, варто зазначити терміни закінчення будівництва й освоєння потужностей, що вводяться. Таким чином, варіанти розвитку можуть різнитися, наприклад, лише термінами їхнього здійснення. Кожний можливий варіант можна характеризувати розмірами  $y_{ij}^k$  в усі роки прогнозованого періоду. Нехай є  $\beta_j$  варіантів розвитку  $j$ -ї ланки мережі автомобільних доріг. Коефіцієнт використання кожного варіанта позначимо  $\mu_j^\beta$  ( $1, 2, \dots, \beta_j$ ), щоб відрізнити їх від величин  $\gamma$ , уведених раніше. Потрібно вважати, що кожний варіант має бути або прийнятний, або заперечений повністю, тобто перемінні  $\mu_j^\beta$  повинні бути цілочисельними:

$$\mu_j^\beta = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \beta - \text{й варіант розвитку;} \\ 0 & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

$\beta$ -й варіант розвитку  $j$ -ї ланки мережі автомобільних доріг характеризується набором величин  $\Delta y_{ij}^{k\beta}(\tau)$  – приростами величин від початку прогнозованого періоду ( $\tau = 0$ ) до року  $\tau$ .

Отже, у рік  $\tau$  маємо:

$$y_{ij}^k(\tau) = y_{ij}^k(0) + \sum_{\beta} \Delta y_{ij}^{k\beta}(\tau) \mu_j^\beta. \quad (4.120)$$

Фіксування варіанта розвитку (тобто значень розмірів  $\mu_j^\beta$ ) для кожної ланки мережі доріг цілком визначає множину виробничих можливостей для всіх років прогнозованого періоду. Вибір визначеного варіанта розвитку для кожної ланки мережі будемо називати прогнозом розвитку мережі автомобільних доріг. Щоб порівняти різноманітні прогнози розвитку, необхідно для кожного з них вирішити задачу оптимального розподілу виробничої програми на всі роки прогнозованого періоду. Іншими словами, необхідно вирішити загальну задачу – вибрати варіанти розвитку та розподілити виробничі програми по роках прогнозованого періоду.



Балансові обмеження моделі.

$$\sum_{k=1}^{n_j} \gamma_j^k(\tau) \leq 1; \quad \gamma_j^k(\tau) \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, I);$$

$$\gamma_{ij}^k(\tau) = \gamma_{ij}^k(0) + \sum_{\beta} \Delta \gamma_{ij}^{k\beta}(\tau) \mu_j^{\beta}. \quad (4.121)$$

$$(\tau = 1, 2, \dots, T; \quad \beta = 1, 2, \dots, B_j); \quad \sum \mu_j^{\beta} = 1; \quad \mu_j^{\beta} = 0 \quad \text{або} \quad 1.$$

Баланс зовнішніх ресурсів на кожний рік прогнозного періоду:

$$\sum_{ijk} a_{ij}^k \gamma_{ij}^{k\beta}(\tau) \gamma_j^k = Q_i(\tau). \quad (4.122)$$

У даній моделі необхідно враховувати обмеження на загальний обсяг інвестицій, пов'язаних із створенням нових виробничих потужностей:

$$\sum_{j,\beta} \varphi_j^{\beta}(\tau) \mu_i^{\beta} \leq G(\tau). \quad (4.123)$$

де  $G(\tau)$  – обмеження обсягів інвестицій на рік  $\tau$ .

Рівняння балансу випуску продукції на кожний рік:

$$\sum_k y_{li}^k(\tau) \gamma_j^k(\tau) = \sum_j T_{ljj}(\tau) + \sum_m Y_{ljm}(\tau). \quad (4.124)$$

$$\sum_{i,k} a_{ij}^k y_{ij}^k(\tau) \gamma_j^k(\tau) = \sum_j T_{ljj}(\tau). \quad (4.125)$$

Нарешті, обмеження по задоволенню попиту на користування дорогами:

$$\sum_{j=0}^I Y_{ljm}(\tau) = Y_{lm}(\tau). \quad (4.126)$$

Критерієм оптимальності необхідно прийняти максимум загальних суспільних вигод за весь прогнозний період. При цьому, при розрахунку витрат необхідним є урахування можливої залежності витрат як від часу, так і від варіанта розвитку мережі автомобільних доріг. Потрібні при цьому інвестиції повинні бути включені у відповідну величину  $\varphi_j^{\beta}$ .

Очевидно, кількість обмежень і перемінних може виявитися настільки великою, що використання її в такій задачі для безпосереднього обчислення в розрахунках у єдиній моделі є практично нездійсненним.

#### **4.5 Визначення принципів та критеріїв оптимізації суспільно-економічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства**

Ефективність функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства визначається на наступних засадах.

Оцінка ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства надає можливість регулювання державою процесів необхідного рівня ресурсного забезпечення дорожніх робіт і формування транспортного попиту на користування автомобільними дорогами. Ці послуги є суспільно необхідними й надаються на умовах обмеженої (регульованої) монополії.

Принципи визначення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства:

– функціонування мережі автомобільних доріг як системи відноситься до макrorівня аналізу через те, що вона є однією з підсистем транспортної системи країни, яка, у свою чергу, є підсистемою економічної системи держави;

– мережа автомобільних доріг відноситься до транспортної інфраструктури економічної системи країни;

– функціонування мережі автомобільних доріг має отримувати суспільно-економічну оцінку вигод від задоволення об'єктивних потреб суспільства – як ключової категорії орієнтації ринкової економіки на ефективний розвиток.

Оцінка ефективності макrorівня функціонування мережі автомобільних доріг є обґрунтованою, якщо всі її чотири функції (вимірювальна, стимулююча, розподільча, балансова) урівноважені.

Визначення ефективності макrorівня функціонування мережі автомобільних доріг моделюється з позиції суспільства, коли уявлення базуються із суспільної точки зору (на макrorівні функціонування), на відміну від визначення, яке

практикувалося дотепер, коли ці уявлення базувалися з позицій індивідуальної точки зору (на мікрорівні функціонування).

Головною метою функціонування мережі автомобільних доріг є забезпечення переміщення людей та обміну товарів і послуг шляхом надання рівномірного наземного доступу в різні місця, а також забезпечення безперервного, безпечного і зручного сполучення з належною суспільно-економічною ефективністю. Автомобільні дороги є суспільним продуктом, мають важливе значення, надаючи суспільству послугу, яка приносить суттєву вигоду.

Мережа автомобільних доріг є так названою транспортною інфраструктурою. Інфраструктура в економічній системі – це сукупність елементів, що забезпечують безперебійне функціонування взаємозв'язків елементів системи. Отже транспортна інфраструктура, як підсистема, покликана забезпечити функціонування взаємозв'язків між елементами системи. У цьому полягає її основна функція, що, очевидно є пасивною. Крім функції, що забезпечує, транспортна інфраструктура одночасно має регулюючу функцію, упорядковуючи взаємодію елементів самої системи. Ця функція є активною.

Економічна оцінка вигод від задоволення об'єктивних потреб суспільства – ключова категорія орієнтації ринкової економіки на ефективний розвиток. Кількісним вимірником потреб і заходів, спрямованих на підвищення ефективності, є суспільна її складова. Отже суспільна сфера стає на один рівень з економічною. Цим може бути переборений невиправданий поділ ефективності на економічну й суспільну, їх протиставлення, що у дійсності має вузьке фінансове значення. У суспільно неефективній системі неможлива ефективна економічна політика.

#### **4.6 Висновки за розділом 4**

1) визначені системні поняття, які адекватно описують функціонування мережі автомобільних доріг як суспільного продукту, дозволяють визначити мету та ефективність її функціонування, а також розробити принципи управління функціонуванням та науково обґрунтовувати об'єми необхідного ресурсного забезпечення, у тому числі, фінансування, а також інших обмежених ресурсів суспільства;

2) аналіз функціонування мережі автомобільних доріг дозволив уявити його як частину суспільно-економічної системи відтворення макропоказників

функціонування економічної системи країни – чистого національного продукту і національного доходу; це дозволяє розробити основу для створення ефективної системи прогнозування та управління функціонуванням і розвитком мережі автомобільних доріг;

3) застосування таких класичних понять системного підходу як змістовний опис функціонування мережі автомобільних доріг, формалізована схема поточних процесів в економічній системі та суспільстві, а також математичне моделювання функціонування мережі автомобільних доріг дозволило: проаналізувати вплив функціонування мережі автомобільних доріг на макроекономічну динаміку розвитку країни та розробити дискретну модель макродинаміки розвитку мережі автомобільних доріг, а також зробити аналіз темпів і пропорцій суспільно-економічного розвитку мережі автомобільних доріг загального користування;

4) проведене математичне моделювання функціонування мережі доріг у транспортній системі країни дозволило перейти до синтезу моделей прогнозування раціонального функціонування та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг;

5) синтез двопродуктової відкритої моделі функціонування альтернативних автомобільних доріг дозволяє пов'язувати вплив функціонування автомобільних доріг як на макро-, так і на мікропоказники їх роботи;

6) розроблені моделі прогнозування роботи дорожнього господарства дозволяють визначати необхідні загальні суспільні витрати на удосконалення функціонування мережі автомобільних доріг на підставі урахування попиту на рух автомобільними дорогами з боку їх користувачів, а також розробити принципи та критерії оптимізації ефективності функціонування мережі автомобільних доріг;

7) зроблений синтез моделей прогнозування роботи дорожнього господарства дозволяє підтвердити гіпотезу про методологічну відповідність моделей функціонування мережі автомобільних доріг як на мікрорівні, так і на макрорівні функціонування, що надає можливість побудувати відповідну до вимог часу систему управління;

8) доведено, що існує єдність і взаємозумовленість матеріально-речовинного і ціннісного (цінового, вартісного) аспектів розвитку мережі автомобільних доріг. Отримана модель демонструє принцип суспільно-економічної ефективності – спільно враховує рівноваги матеріальних і вартісних (ціннісних, цінових) потоків при функціонуванні мережі автомобільних доріг.

## РОЗДІЛ 5

### СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Новітні технології, глобалізація економіки, численні зовнішньоекономічні зв'язки, суперечлива взаємодія суспільства з довкіллям набули планетарний характер. Зрушення в одній зі сфер життєдіяльності переростають національні кордони.

Транспортна система України є підсистемою системи суспільно-економічних відносин. Подібно до того, як матеріальне виробництво відіграє роль провідної підсистеми економічної системи, транспортна система є важливим компонентом розвитку суспільства. Тому дослідження її функціональної ролі, структури та прогнозування траєкторії її розвитку потребують системного аналізу функціонування об'єкта більш високого рівня, тобто суспільно-економічної надсистеми (розділ 4).

Значна частка проблем, рішення яких економічна система має забезпечити ресурсами, виникає в суспільстві. Прикладами можуть служити проблеми взаємодії суспільства з довкіллям, удосконалення функціонування та необхідність розвитку мережі автомобільних доріг загального користування, тощо.

#### 5.1 Методологічні основи суспільно-економічного прогнозування

Вивчення суспільно-економічних процесів припускає аналіз факторів, причин, що породжують різноманітні проблеми, а також виявлення способів вирішення проблем, тобто структуру прийняття рішень. Для цього й виникає потреба у розробці моделей імітації існуючих суспільно-економічних процесів.

Зацікавленість, що виявляється останнім часом до розробки методів імітації, є закономірним наслідком логіки розвитку математичних методів. Вже сформовані окремі підходи до побудови моделей імітації деяких аспектів суспільно-економічних процесів (надалі – моделей імітації). Тому доцільно зупинитися на методологічних проблемах, що виникають при спробі створити загальну модель, що імітує процеси суспільно-економічного розвитку.

Суспільне відтворення є процесом, що відбувається в діалектичній взаємодії розвитку сукупних суспільних потреб і суспільних можливостей для їхнього задоволення. Суспільно-економічна система є відкритою, широко взаємодіючою з

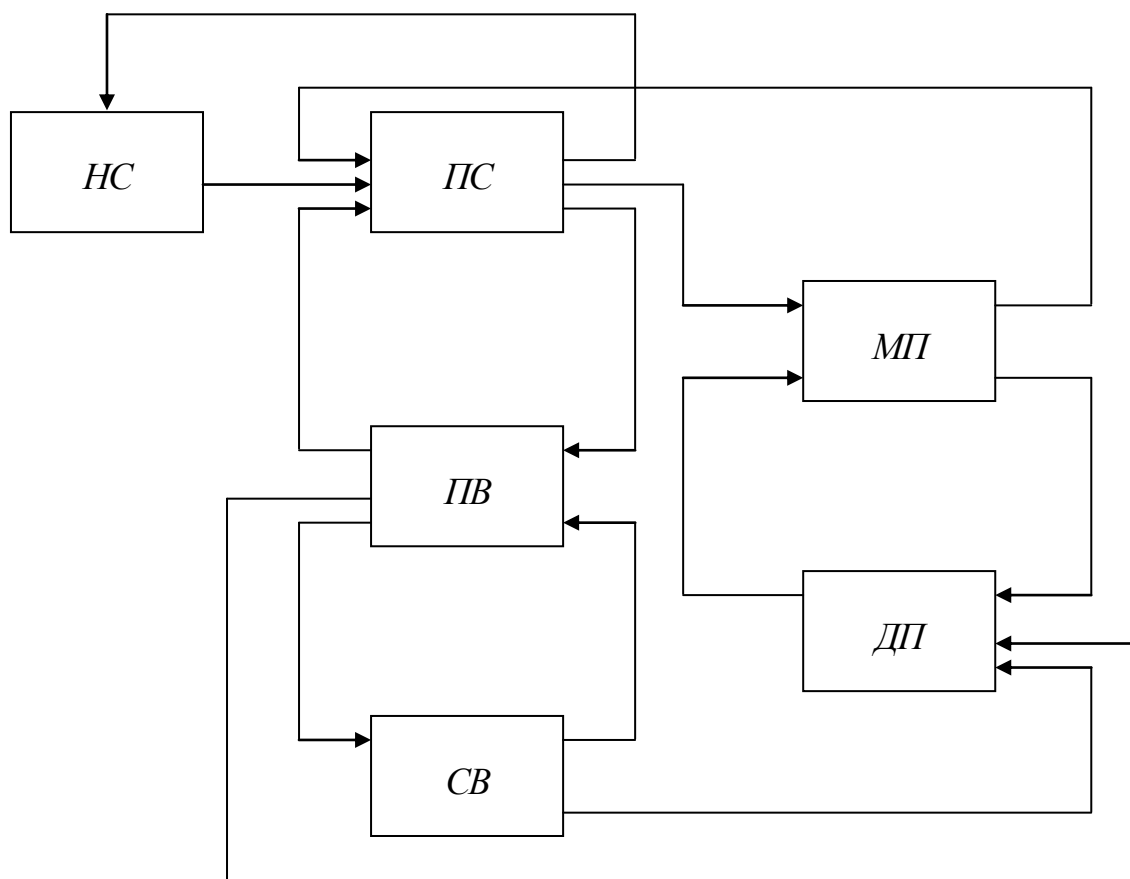
навколишнім середовищем. У процесі свого розвитку вона, з одного боку, впливає на навколишнє середовище, а, з іншого боку – змінює свою власну структуру.

Через те, що процес суспільно-економічного розвитку має відбуватися в напрямку усе більшого задоволення сукупних суспільних потреб, важливим моментом цього є ускладнення, зміна структури й збільшення обсягу суспільних потреб. Сукупні суспільні потреби проявляються у формі усвідомлених потреб, організованих знань, що є проекцією поточного стану системи на майбутнє. Роль суспільних потреб як «образу» майбутніх можливостей, тобто бажаного стану системи, ставить дуже важливі питання щодо характеру динамічних взаємодій окремих її елементів. У цьому сенсі суспільно-економічний розвиток як проблема, пов'язаний з організацією та аналізом динамічного впливу елементів системи, може бути досліджений методами системології на транспорті [6]. Перевага системного підходу полягає в тому, що джерела розвитку системи розглядаються як власна, внутрішня її властивість, як наслідок її організації.

Спрощені взаємовідносини економічної системи (продуктивних сил *ПС* і прав власності *ПВ*), суспільних потреб (матеріальних *МП* і духовних *ДП*), навколишнього середовища (*НС*) із суспільними відносинами (*СВ*) подані на рис. 5.1. Прямокутниками тут позначені основні елементи суспільно-економічної системи, а стрілками – логічні зв'язки між ними. Проте, при всій умовності цієї схеми, можна виявити і дослідити конкретні типи залежності між сукупними суспільними потребами та суспільними можливостями для їхнього задоволення.

Поведінка суспільно-економічних систем може розглядатися так. Управляюча підсистема суспільного процесу формує структуру цілей розвитку системи відповідно до об'єктивних суспільних потреб і результатів попередніх етапів соціально-економічного розвитку. Цілі визначаються структурою суспільно-економічної системи, а саме відношенням до власності.

Точність завдання цілей пов'язана зі ступенем пізнання сукупних суспільних потреб. На основі цілей розвитку управляюча підсистема встановлює порядок дій, тобто прогноз розвитку. Реалізація прогнозу означає функціонування системи, тобто сукупність дій, зроблених відповідно до прогнозу та спрямованих як на зміну навколишнього середовища, так і на зміну структури системи. У процесі функціонування системи має відбуватися постійне урахування змін, корекція цілей і засобів щодо результатів реальної поведінки системи та зміни суспільних потреб.



*ПС* – продуктивні сили; *ПВ* – права власності; *МП* – матеріальні потреби; *ДП* – духовні потреби; *НС* – навколишнє середовище; *СВ* – суспільні відносини

Рисунок 5.1 – Схема взаємовідносин економічної системи, суспільних потреб та навколишнього середовища

Адекватність уявлень про структуру суспільно-економічної системи, характер і спосіб взаємодії її елементів залежить від накопичення інформації, що відноситься до передісторії її розвитку. Точність припущень про механізм взаємодії елементів системи визначає якість прогнозування її поведінки. Тому проблема прогнозування методологічно може зважуватися на основі змістовних уявлень про її функціонування та підхід до аналізу суспільно-економічних явищ.

Основною задачею розробки моделей імітації [170] є одержання системної інформації, що допомагає науково обґрунтувати процеси прийняття найбільш загальних довгострокових рішень. Наукове обґрунтування рішень такого типу можливо на основі системного аналізу сукупності політичних, соціальних, економічних і культурних факторів, що визначають розвиток країни на перспективу.

Системний аналіз проблем і розробка моделей імітації приводять до побудови множини траєкторій прогнозів довгострокового суспільно-економічного розвитку.

Сукупність траєкторій представляє цілісну інформацію про наслідки прийняття відповідних рішень на перспективу та є основою для вибору визначеної стратегії розвитку. Рішення такої наукової задачі припускає чітку постановку стратегічних цілей зовнішнього й внутрішнього розвитку країни, встановлення їхніх пріоритетів, розробку процедур зміни цілей під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, порівняльну оцінку альтернативних засобів для досягнення цілей.

Модель імітації можна розглядати як створення варіантів повного, несуперечливого й операційного опису можливих явищ і подій, що відбуваються при суспільно-економічному розвитку, що є сумісними та логічно виведеними із змістовних уявлень про структуру і властивості системи. В основі цих описів лежать упорядковані уявлення про закономірності розвитку системи.

Якщо суспільно-економічна система у цілому задана на основі якісних описів, то ряд найважливіших її параметрів має нечітку внутрішню структуру. Тому доводиться обирати між повнотою уявлень про властивості поведінки системи, її реальним змістом і формально-логічним підходом, що визначається операційними вимогами. Наприклад, коли розглядається макроекономічна модель зростання  $dV/dt - \omega V(t) = 0$  (розділ 4), то її побудова була пов'язана з абстрагуванням від багатьох реальних властивостей суспільно-економічного відтворення. Так було зроблене абстрагування від аналізу вартісних потоків, цін, кредитно-фінансових механізмів, особливостей організації економіки як системи, впливу соціальних факторів, зовнішньоекономічних зв'язків.

Найважливішим прийомом операційного підходу є встановлення відносин на множину ознак перемінних, що потім перевіряються наявністю зв'язків серед відповідних їм заходів. Операційний підхід найбільш виправданий у тих випадках, коли можна припустити, що важливі фактори, які лежать в основі деякої області суспільно-економічного функціонування системи, або є безпосередньо вимірними, або досить корельовані з величинами, що аналізуються. Але такий підхід надто утруднений стосовно до великих, ієрархічно організованих сукупностей, саме визначення яких робиться з використанням дуже абстрактних понять. Через це в суспільно-економічному моделюванні, що припускає використання операційних визначень, необхідно порівнювати інтереси вмісту й регулярність підходу. Системний підхід є компромісом між цими суперечливими вимогами.

При імітації суспільно-економічних процесів використовується кінцева сукупність понять, більш-менш повна в рамках прийнятої гіпотези, та конкретна



структура, що зв'язує окремі елементи поняття у цілісну картину. Якщо в рамках гіпотези сформована деяка структура, то можна визначити мету як зміну ознаки більш високого рівня ієрархії, а дії чи стратегії – як вимір ознак на нижчих рівнях.

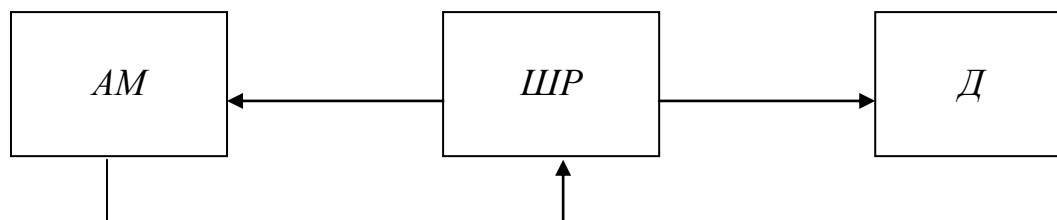
Це означає, що якщо структура системи визначається відношенням ознак  $B - A - C$ , то зміни ознаки  $A$ , тобто  $\Delta A$ , задають формально цілі, а зміни  $\{\Delta B, \Delta C\}$  – стратегії. Знаходження конкретних співвідношень між ними породжує рішення, що можна представити у деревовидному вигляді. Це спрощує поняття поведінки системи, що виражається як процес прийняття та реалізації рішень.

Перетворення проблеми у визначену задачу, яку можна вирішити статистичними методами, нашоюхується на дефіцит інформації. Малий обсяг емпіричної інформації приводить до статистично ненадійного визначення параметрів системи. Труднощі, пов'язані зі статистичним підходом до прогнозування, можуть бути зняті при побудові моделей імітації.

Імітаційна модель є засобом експериментування з об'єктом, стосовно до якого експеримент у реальних умовах неможливий або небажаний. Імітація дозволяє вирішити проблему накопичення інформації про суспільно-економічні процеси. Інформація носить правдоподібний характер, міра адекватності якого залежить від обґрунтованості гіпотези, що лежить в основі моделі. Значення експерименту у формальних середовищах можна зрозуміти з погляду системного аналізу суспільно-економічних процесів. Проблема полягає у вивченні структури та динаміки процесів. Однак можливості управління процесами визначаються ступенем розуміння й вивченості їх динаміки. Суспільно-економічні процеси не можуть бути «введені в лабораторію» із метою експериментування. Також є неможливими експерименти у природних умовах. Не існує й універсальної математичної теорії суспільно-економічних процесів. Необхідні дані не є такими, що дозволили б знайти динамічні регулярності в процесах, які спостерігаються, що дало би можливість адекватно використовувати наявний математичний апарат. Тому першим кроком дослідження процесу прийняття рішень є створення відносно складної експериментальної ситуації – штучної реальності.

На рис. 5.2 показана схема експериментів зі штучною реальністю як сполучною ланкою між дійсністю і аналітичною моделлю [197, 198]. Необхідним є формулювання перемінних, способів їх виміру й спрощення реальності. Має місце припущення про сталість параметрів на визначеному інтервалі та інваріантність логіки прийняття рішень. Це дозволяє проектувати послідовно експериментальні

ситуації, що включають більшу кількість варіантів, контрольованих у часі. При збільшенні факторів штучна реальність аналізується для знаходження принципів, що пояснюють шляхи узагальнення, і штучна реальність наближається до дійсності.



*ШР* – штучна реальність; *Д* – дійсність; *АМ* – аналітична модель

Рисунок 5.2 – Схема експериментів зі штучною реальністю

Суспільно-економічне прогнозування визначає параметри майбутнього за умови, що основні фактори та тенденції минулого періоду збережуться, або за минулим можна обґрунтувати напрямок їхніх змін у майбутньому. Іншими словами, гіпотеза прогнозування ґрунтується на подібності глобальних умов відтворення у минулому, дійсному і майбутньому.

Можливим є передбачати наслідки відкриттів, зроблених у минулому та сьогодні, за умови, що не відбудуться різкі коливання в суспільно-економічній системі. Якщо ж буде зроблене наукове відкриття, то це буде означати, що всі передбачення будуть радикально переглянуті відповідно до нових уявлень.

Використання прогнозування ґрунтується на тому, що суспільно-економічна система має деякий ступінь інерційності: тенденції її розвитку, характерні для минулого та сьогодні, будуть продовжувати діяти й у майбутньому. Необхідно вказати на відносність поняття інерційності суспільно-економічної системи у «просторі та часі». У рамках прогнозування економіка розглядається як складна система, що має різні ступені підпорядкованості. Тому апріорне твердження, що всі елементи суспільно-економічної системи інерційно однакові, невірне.

Найбільшу інерційність мають параметри, що характеризують макроструктуру економіки, наприклад, матеріаломісткість ВВП, співвідношення між ВВП і національним доходом, розподіл останнього на споживання та накопичення тощо.

Чим довше період прогнозування, тим більше є можливостей для зміни тенденцій суспільно-економічного розвитку, що відбуваються під впливом різних факторів. Прогнозування варіанта розвитку у майбутньому містить значний елемент невизначеності. Це змушує обмежуватися твердженнями переважно

якісного характеру в сполученні з екстраполяцією найбільш узагальнених параметрів економіки у цілому. Зі збільшенням періоду прогнозу зростають можливості для зміни структури суспільно-економічної системи.

Головною задачею, що вирішує прогнозування, є розробка й аналіз стратегії розвитку, обумовленого інерційністю суспільно-економічної системи.

## **5.2 Розробка методу управління функціонуванням мережі автомобільних доріг**

У розділі 4 був поданий аналіз і синтез матеріальних та фінансових перетворень у суспільно-економічній системі безвідносно до підсистеми управління цими перетвореннями завдяки функціонуванню мережі автомобільних доріг. З одного боку, підсистема управління повинна забезпечити перетворення ресурсів у блага відповідно до вимог суспільства. З іншого боку, є також правомірним розглядати управління як відносно відособлену інформаційну систему. Такий підхід є зручним для вивчення технології та організації «виробництва» інформації, що реалізує функції управління. Обидві сторони в їх взаємозв'язку мають бути враховані при характеристиці підсистеми управління.

Формування системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг може бути охарактеризоване різними кроками, що мають бути зроблені у визначеному порядку. Ці кроки називають «факторами розміщення» [205]:

- установлення цілей;
- планування;
- прийняття рішення;
- реалізація (впровадження);
- моніторинг.

Кроки «фактори розміщення» є засобом організувати або управляти системою ефективно. Застосування визначення «фактори розміщення» подано на рис. 5.5. Ця організаційна діаграма пов'язана з системою управління функціонуванням мережею автомобільних доріг і визначає фактори, що є найважливішими для прийняття рішення.

Цикл забезпечує низку чітких кроків, котрі виконують процес управління через дії по прийняттю рішення. Процес типово закінчує цикл кожний фінансовий рік або інший бюджетний період [206]. Цикл управління – процес, що

повторюється (рис. 5.3). Серцем циклу є інформаційна підсистема, що включає технічні та фінансово-економічні дані. Повертаючись до круга, що показаний на рис. 5.3, частина виконання (реалізація) має також бути поділена на розглянуті фактори розміщення (рис. 5.4). Ці два круги, що показані на рис. 5.5, пов'язані з різними цілями [207].

Цілями мікрорівня функціонування мережі автомобільних доріг є:

- ✓ досягнення пропорційності й збалансованості функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг;
- ✓ визначення співвідношення дорожніх витрат, транспортної цінності та обсягів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, у т.ч., визначення роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг по забезпеченню умов безперервності, безпеки та зручності руху транспортних засобів;
- ✓ визначення транспортної цінності руху як критерію ефективності роботи автомобільних доріг загального користування, у тому числі, визначення теоретичних основ споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг і визначення витрат на утримання та розвиток автомобільних доріг.

Цілями макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг є:

- ✓ визначення макродинаміки розвитку суспільства через удосконалення його транспортної інфраструктури;
- ✓ визначення співвідношення ВВП та чистого національного продукту у залежності від ефективності функціонування мережі автомобільних доріг;
- ✓ визначення мультиплікативного ефекту від ресурсного забезпечення дорожнього господарства на формування національного доходу країни;
- ✓ визначення темпів та пропорцій суспільно-економічного розвитку мережі доріг;
- ✓ синтез моделей прогнозування розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі країни;
- ✓ прогнозування роботи дорожнього господарства;
- ✓ визначення якісних основ оптимізації суспільно-економічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі України;
- ✓ визначення критеріїв оптимізації суспільно-економічного розвитку мережі автомобільних доріг.

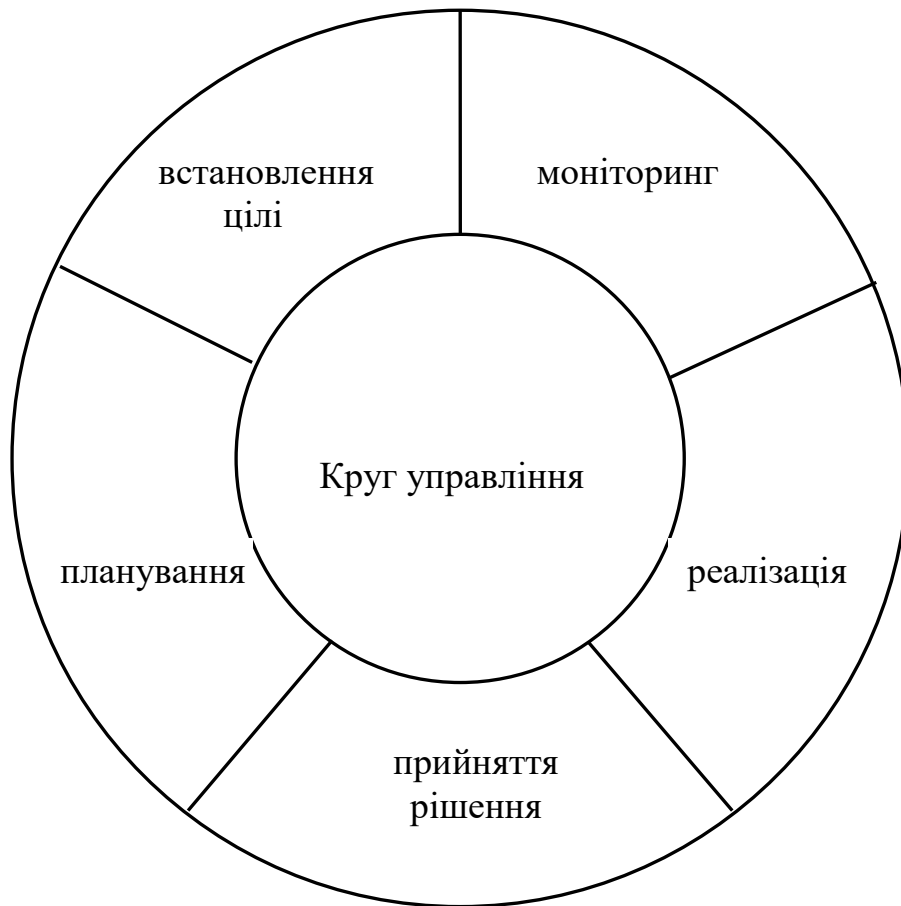


Рисунок 5.3 – Круг управління

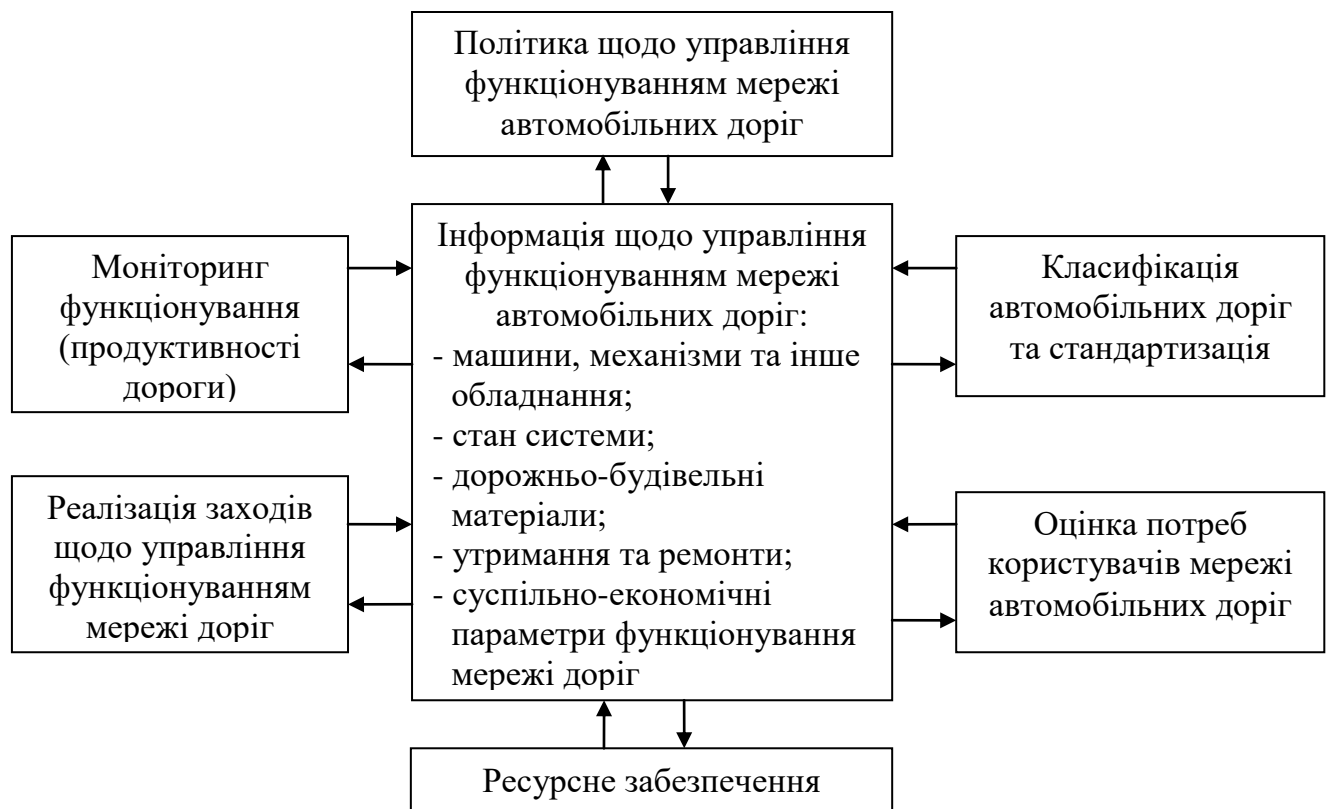


Рисунок 5.4 – Цикли управління функціонуванням мережі автомобільних доріг

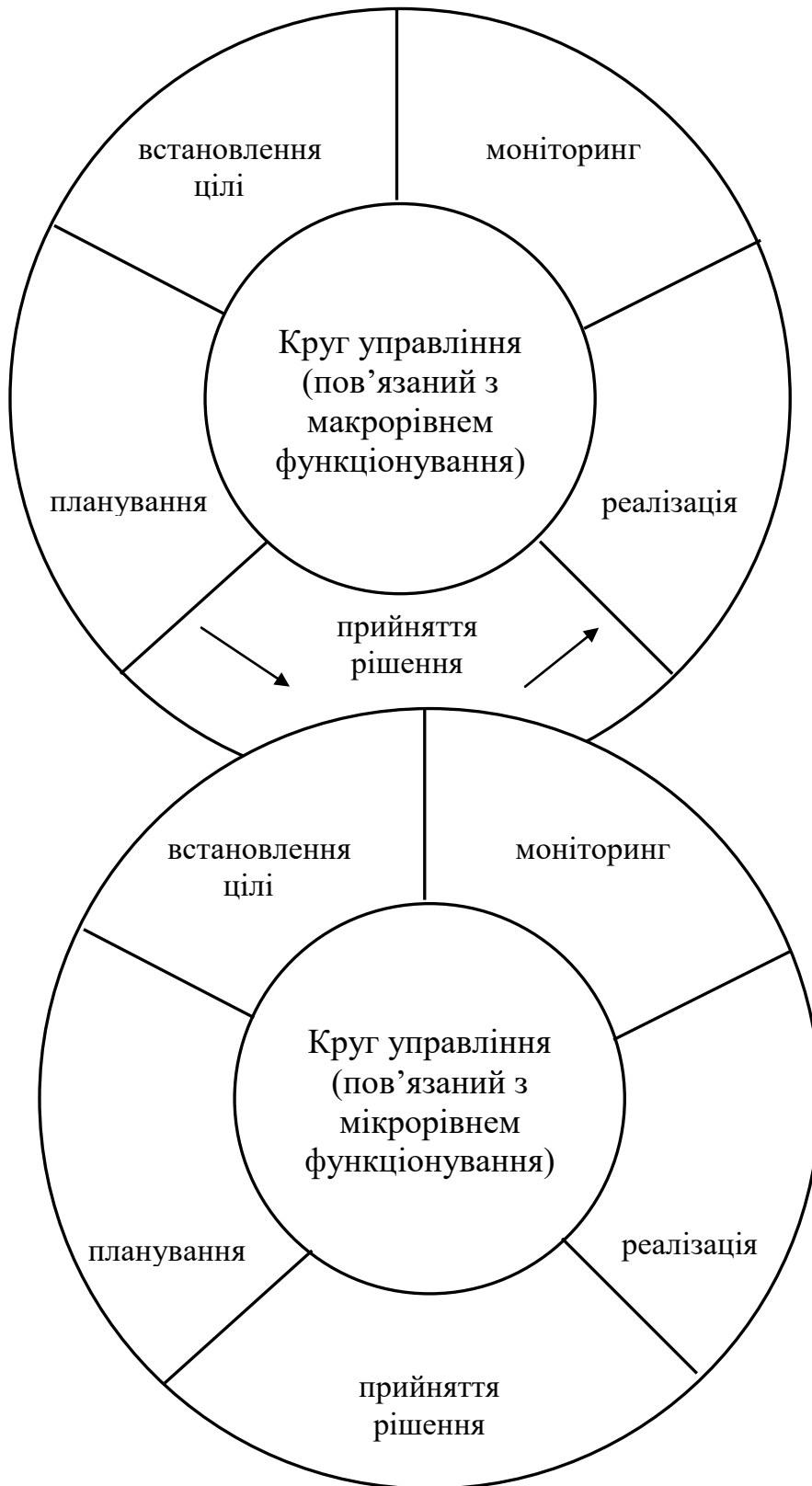


Рисунок 5.5 – Круги управління, пов'язані з мікрорівнем і макрорівнем функціонування мережі автомобільних доріг

Перша частина цілей (5.2.2) пов'язана з економікою та суспільством країни у цілому, друга – із функціонуванням мережі доріг та її окремих доріг(5.2.3). Прийняття рішення на макрорівні функціонування мережі виявляється проблемою,

пов'язаною з економікою та суспільством у цілому, але не менші проблеми існують і на мікрорівні функціонування мережі доріг.

Етапи, що подані на рис. 5.5 у двох кругах управління, можна показати інакше [208]. Рис. 5.6 представляє організаційну діаграму п'яти найважливіших факторів системи управління. Через це маємо досягти паритету між цілями мікрорівня та макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг.

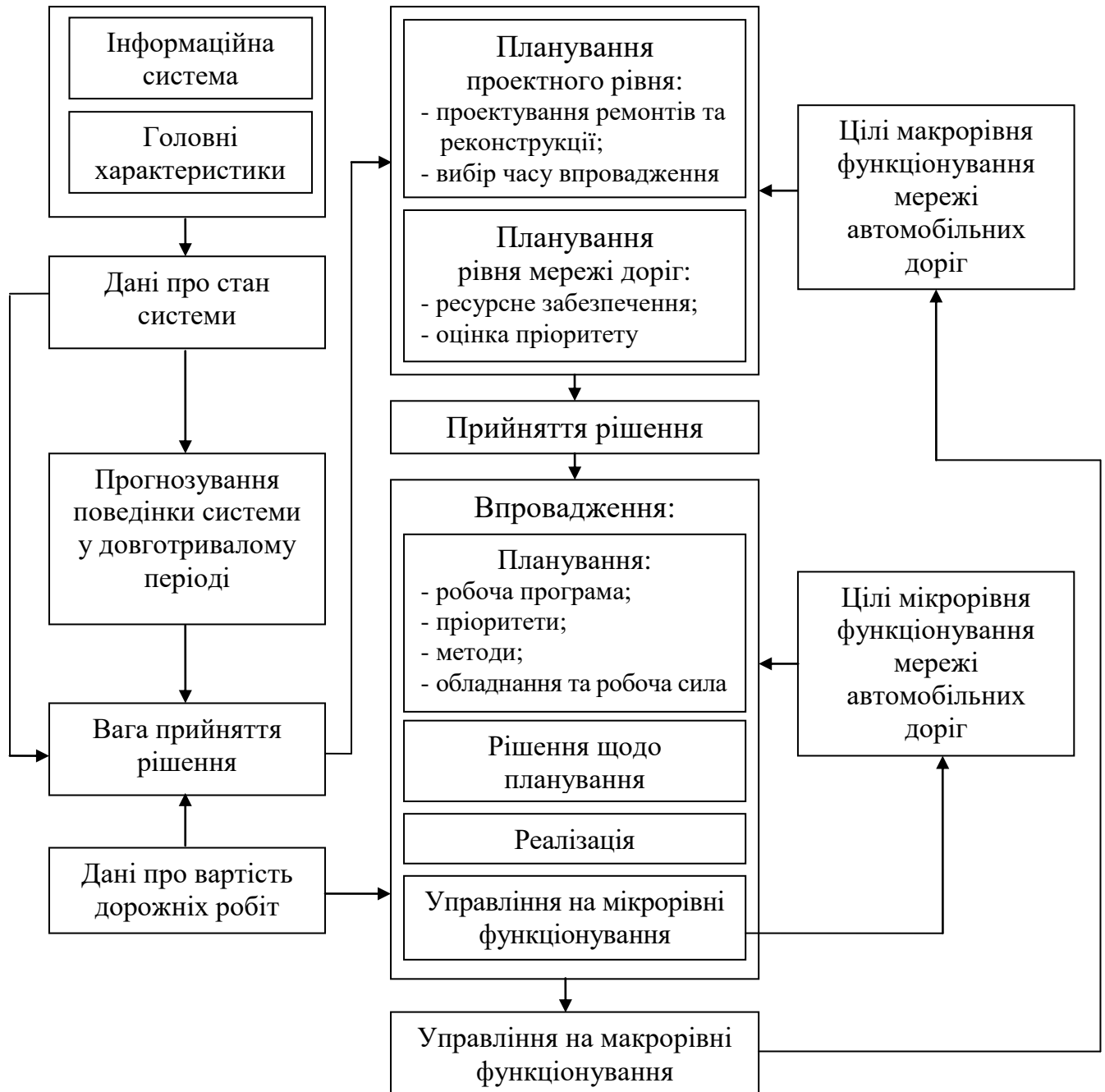


Рисунок 5.6 – Організаційна діаграма найважливіших факторів системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг

Отже, можна констатувати, що усі рішення про дії щодо функціонування

мережі автомобільних доріг, у т. ч., відносно утримання існуючих автомобільних доріг, а також будівництва нових доріг, визначення стандартів якості, ресурсного забезпечення або пріоритетів мають робитися з урахуванням інтересів суспільства, окремих користувачів доріг та збереженням стану навколишнього середовища.

### **5.3 Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»**

#### **5.3.1 Загальні положення**

Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (мікрорівень функціонування мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України) розроблена відповідно до проведених досліджень, висвітлених у розділах 2 та 3 цієї роботи.

Аналіз та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування України *має ґрунтуватися* на загальних закономірностях розвитку суспільства та економіки країни, з урахуванням фінансової та податкової політики держави, специфіки роботи дорожнього господарства, формування інтенсивності, швидкості та щільності руху транспортних потоків, а також існуючих дорожніх умов – головних складових продуктивності автомобільної дороги, вартості та термінів будівництва і витрат на утримання та ремонти автомобільних доріг, попиту на рух автомобільними дорогами, інших суспільно-економічних показників, у тому числі – матеріальних збитків від ДТП, а також тяжкості їх наслідків.

Оцінка забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування допомагає встановлювати пріоритетність планування та виконання робіт із забезпечення транспортної доступності різних місць території України, а також з підвищення безпеки та зручності руху шляхом першочергового удосконалення дорожніх умов на тих



ділянках доріг, що не відповідають умовам руху й є найбільш небезпечними; надавати подальшого розвитку мережі доріг через поліпшення їх транспортно-експлуатаційного стану для задоволення споживчого попиту на рух з боку користувачів автомобільних доріг.

### **5.3.2 Підстави для аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП**

Умови безперервності, безпеки руху та зручності руху на автомобільних дорогах характеризуються інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також відповідним ресурсним забезпеченням через суспільно-економічну оцінку.

Удосконалення умов руху забезпечить виконання мети функціонування мережі автомобільних доріг – забезпечення рівномірного та безперервного наземного транспортного доступу у різні місця території України, а також переміщення людей та транспортування товарів з належною ефективністю.

Покращення дорожніх умов на небезпечних ділянках автомобільних доріг (як першочергові заходи покращення дорожніх умов) призведе не тільки до зменшення жертв та кількості ДТП, але поліпшить умови безпеки та зручності руху транспортних потоків, що є вигідним для економіки країни та її суспільства.

Ефективність транспортної системи регіону АДДМ-НМТП має бути одержана завдяки підвищенню рівня безпеки руху через зменшення аварійності на автомобільних дорогах і, відповідно, втрат від ДТП (збереження життя та здоров'я людей, зменшення матеріальних збитків), а також підвищенням рівня зручності руху.

### **5.3.3 Особливості визначення ефективності функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП**

Визначення ефективності функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП зумовлене необхідністю:

- скорочення втрат та упущеної вигоди через високу аварійність і незадовільний транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг що призводить до погіршення умов безперервності, безпеки та зручності руху транспортних потоків;
- формування програми практичних дій органів управління безпекою руху на різних рівнях в умовах структурної перебудови й реформування економіки країни та підвищення ефективності системи управління дорожнім господарством;

– підвищення життєвого й культурного рівнів населення шляхом задоволення попиту на рух автомобільними дорогами, зниження вартості товарів і послуг, підвищення рухливості населення та вивільнення часу перебування у дорозі, а також скорочення кількості ДТП за рахунок поліпшення дорожніх умов.

Визначення ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* побудоване на:

- загальній Формалізованій схемі системності процесів, що відбуваються при функціонуванні мережі автомобільних доріг загального користування як складової транспортної системи України (рис. 2.1);

- аналізі функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

Загальний алгоритм оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* поданий на рис. 5.7).



Рисунок 5.7 - Загальний алгоритм оцінки ефективності функціонування та управління станом транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*

### **5.3.4 Оцінка ефективності функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП за критеріями забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків**

Загальна характеристика регіону полягає у визначенні його соціально-економічних особливостей: географічне розташування, загальна площа, населення, адміністративний поділ, природно-кліматичні, гідрологічні та гідрогеологічні умови регіону, роль і зона впливу міст-центрів (промислових, адміністративних, культурних), що обслуговують жителів областей у регіонах, які розглядаються, регіональні макропоказники розвитку економіки, тощо.

Визначення об'ємів руху та інтенсивності транспортних потоків у регіоні ґрунтується на прогнозуванні транспортних потоків у три стадії.

Перша стадія включає визначення перспективних обсягів і територіальної структури виробництва продукції та споживання ресурсів по різних галузях економіки, включаючи експорт та імпорт. Необхідним при цьому є прогноз величини населення.

На другій стадії обсяги виробництва та дані про населення трансформуються в показники транспортних потоків – об'єми руху, пункти відправлення та призначення.

На третій стадії транспортні потоки розподіляються по видах транспорту, що здійснять їх найбільш ефективним чином [159]. Зазначені стадії взаємозалежні, тому що регіональне виробництво та транспортні потоки частково залежать від транспортних витрат.

Після того, як майбутні обсяги виробництва та споживання визначені, їх необхідно трансформувати в показники інтенсивності руху транспортних потоків. Зазвичай ця стадія виконується на основі встановлених раніше взаємозв'язків між виробництвом і споживанням, з одного боку, та потребами в транспортуванні з очікуванням на зміни, що можуть відбуватися – будується матриця транспортних кореспонденцій.

Оцінка рівнів аварійності має виконуватися за підсумками останнього року (з урахуванням аварійності за три останні роки для місць і ділянок концентрації ДТП) для трьох рівнів аналізу:

- рівня країни (її регіонів – окремих областей), що відповідає рівню законодавчої та виконавчої влади країни, тобто вищому рівню державної та адміністративної діяльності;

- рівня відповідних міністерств та відомств, що відповідає рівню відомчого (галузевого) управління;

- рівня служб безпеки руху кожного власника автомобільної дороги – балансоутримувача.

Стан аварійності – це відносний показник, що характеризує кількість ДТП (чи кількість жертв від ДТП) за одиницю часу на одиницю виміру, або прогнозовану відносну їх кількість.

Показниками рівня *служб безпеки руху* Державної служби автомобільних доріг України, що характеризують *абсолютну аварійність* по областях і по окремих автомобільних дорогах загального користування, є:

- загальна кількість загиблих;
- загальна кількість поранених;
- загальна кількість зареєстрованих в області транспортних засобів;
- загальна кількість населення, зареєстрованого по областях, у тому числі, за статтю, віком, зайнятістю, тощо;
- вік і стать водіїв – учасників ДТП;
- вік і стать постраждалих – учасників ДТП.

Показниками рівня аналізу *служб безпеки руху* Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор), що характеризують *відносну аварійність* по областях та по окремих автомобільних дорогах загального користування, є:

- розподіл загальної кількості ДТП по державних і місцевих автомобільних дорогах в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- розподіл загальної кількості ДТП по державних (магістральних, національних та регіональних) і місцевих (територіальних, районних та сільських) дорогах в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння аварійності на державних і місцевих автомобільних дорогах загального користування (всього ДТП і ДТП з постраждалими) в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння загальної кількості ДТП і ДТП з постраждалими по державних і місцевих автомобільних дорогах загального користування в області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;
- порівняння загальної кількості ДТП і ДТП з постраждалими по державних (магістральних, національних та регіональних) і місцевих (територіальних, районних

та сільських) дорогах за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;

- кількість ДТП загальна, у т. ч. з постраждалими, скоєні за умов незадовільного стану доріг по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;

- частка ДТП на автомобільних дорогах загального користування по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;

- частка ДТП, скоєних за умов незадовільного стану автомобільних доріг загального користування по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах

- наслідки ДТП (кількість постраждалих – загинуло, травмовано), що скоєні на автомобільних дорогах загального користування по області за визначений час – в абсолютних та відносних величинах;

- аварійність порівняльна (загальна кількість ДТП, кількість ДТП з постраждалими, кількість загиблих і поранених) загалом по області, у тому числі, на дорогах та за умов незадовільного їхнього стану в області.

Для визначення статистичних залежностей рівнів аварійності на автомобільних дорогах загального користування зроблений аналіз такого критерію як коефіцієнт пригод. До отриманих раніше даних проаналізовані та отримані залежності рівнів аварійності від інтенсивності руху для різного числа ДТП (відповідно до базової залежності для ДТП тільки з постраждалими):

$$K_{np} = \frac{10^6 \cdot z}{t \cdot 365 \cdot NL}, \quad \text{ДТП / 1 млн. авт.-км пробігу} \quad (5.1)$$

де  $z$  – кількість ДТП на ділянці (місці) концентрації ДТП, шт.;  $N$  – середньорічна добова інтенсивність руху за останній рік періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт/добу;  $t$  – кількість років спостереження за розподілом ДТП (в даному випадку три роки);  $L$  – довжина ділянки, км (не враховується для коротких ділянок протяжністю менш ніж один кілометр).

Аналогічно отримані рівні аварійності у залежності від інтенсивності руху для різного кількості ДТП (відповідно до базової залежності (5.1) для ДТП з матеріальним збитком і з потерпілими, де граничними рівнями є значення коефіцієнту пригод  $K_{np}$ :

$K_{np} = 1,45 - 1,70$  – мало небезпечні ділянки концентрації ДТП;

$K_{np} = 1,71 - 1,96$  – небезпечні ділянки концентрації ДТП;

$K_{np} = 1,97$  і більше – дуже небезпечні ділянки концентрації ДТП.

Для розрахунків показників аварійності створено відповідне програмне забезпечення, що застосовується в Галузевій базі даних обліку і аналізу ДТП (RSM).

Загальна блок-схема аналізу аварійності на автомобільних дорогах України подана на рис. 5.8.



Рисунок 5.8 - Блок-схема аналізу аварійності на автомобільних дорогах України

Оцінка існуючих дорожніх умов на мережі автомобільних доріг регіону виконується наступним чином. Складовими автомобільної дороги загального користування у межах смуги відведення є такі інженерні та допоміжні споруди, а також інженерно-транспортне облаштування: земляне полотно; дорожній одяг проїзної частини; дорожній водовідвід (бокові канами, водовідвідні канами, нагірні канами, випарювальні басейни, водопропускні споруди – труби та малі мости, відкриті та закриті дренажні системи); штучні споруди (мости, шляхопроводи, естакади, віадуки, тунелі, надземні та підземні пішохідні переходи, наплавні мости та поромні переправи, розв'язки доріг, підпірні стінки, галереї, паралельні об'їзні дороги, уловлюючі з'їзди, снігозахисні споруди та насадження, протилавинні і протисельові споруди); інженерно-транспортне облаштування (дорожні знаки, інформаційні табло, дорожня розмітка, напрямні пристрої, сигнальні стовпчики, транспортні та пішохідні огорожі різних типів, світлофорне обладнання, спеціально відведені місця для зупинки маршрутних транспортних засобів, майданчики для стоянки автомобілів, майданчики відпочинку, видові майданчики, захисні та декоративні насадження, засоби освітлення і технологічного зв'язку, вагові комплекси для контролю за ваговими параметрами транспортних засобів); дорожні комплекси і лінійні споруди для виконання поточного ремонту та утримання дороги, у тому числі, майданчики для складування дорожньо-будівельних та інших матеріалів.

Для оцінки саме дорожніх умов у транспортній системі *АДДМ-НМТП* можна обмежитися укрупненими їх показниками: геометричні елементи дороги, тип дорожнього одягу та його стан, обстановка дороги (рис. 2.6 - 2.11).

Оцінка існуючої мережі автомобільних доріг регіону полягає у визначенні: щільності мережі доріг, наявності у регіоні міжнародних транспортних коридорів з подальшим поділом та ранжируванням мережі на автомобільні дороги за значимістю та категоріями. Виявлено, що поділ автомобільних доріг за значимістю (державного значення – на міжнародні, національні та регіональні, а місцевого значення – на територіальні, обласні та районні) більше відображає адміністративно-територіальний устрій України, ніж потребу у задоволенні вимог на безперервний, безпечний та зручний рух з боку транспортних потоків мережею автомобільних доріг. Важливішим є аналіз роботи доріг за категоріями – такий поділ закладений визначально через дані по інтенсивності руху транспортних потоків.

Позачерговим етапом аналізу функціонування та управління станом транспортної системи *АДДМ-НМТП* є виявлення автомобільних доріг, де порушена вимога щодо безперервного руху транспортних потоків за трьома умовами (рис. 3.4):

Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але через якісь причини рух транспортних засобів відсутній, тобто,  $N = 0$  – об'єм руху (інтенсивність руху) транспортного потоку дорівнює нулю:  $N = 0$ . За цієї умови й швидкості руху, природно, немає  $V = 0$ , а, отже, продуктивність дороги дорівнює нулю, тобто  $\Pi = 0$ . Потрібним є визначення причин відсутності руху транспортних засобів. Будемо називати цей рівень безперервності руху *недостатнім*.

Автомобільна дорога зруйнована повністю або частково зруйновані її споруди. Таким чином транспортно-експлуатаційний стан дороги є незадовільним, вона не може функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів через виникнення надзвичайної ситуації. Знов таки:  $N = 0$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ . Будемо називати цей рівень забезпечення умов безперервного руху *незадовільним*.

Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги начебто задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але існуюча при цьому інтенсивність руху досягає максимальних значень, що призводить до повної зупинки руху. Отже, транспортно-експлуатаційний стан дороги стає незадовільним, вона не може ефективно функціонувати, тобто, забезпечувати рух транспортних засобів через

виникнення заторової ситуацію. При цьому:  $N = \max$ ,  $V = 0$  та  $P = 0$ . Називатимемо цей рівень безперервності руху *критичним*.

Загальний алгоритм управління рівнями забезпечення умов безперервного руху транспортних потоків автомобільними дорогами приведений на рис. 5.9.

Об'єми ресурсного забезпечення розраховуються для будь-якого рівня управління забезпечення умов безперервного руху мережею автомобільних доріг регіону. У разі, коли на якомусь етапі ресурсного забезпечення не вистачає – слід звернутися з відповідним обґрунтуванням до розташованого вище рівня управління (рис. 5.9).

Відповідно до отриманих рівнів управління забезпечення умов безперервного руху пропонується планувати наступні групи заходів із поліпшення умов забезпечення безперервного дорожнього руху:

1) удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, поширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;

2) удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;

3) удосконалення облаштування доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, встановлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень, обладнання перехідно-швидкісних смуг, майданчиків для стоянки автомобілів біля придорожніх споруд дорожнього сервісу, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, будівництва пішохідних доріжок і т.д.

Перша група заходів спрямована на забезпечення умов руху, що відповідають критичному рівню забезпечення умов безперервного руху; друга група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають незадовільному рівню забезпечення умов безперервного руху; третя група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають недостатньому рівню забезпечення умов безперервного руху.



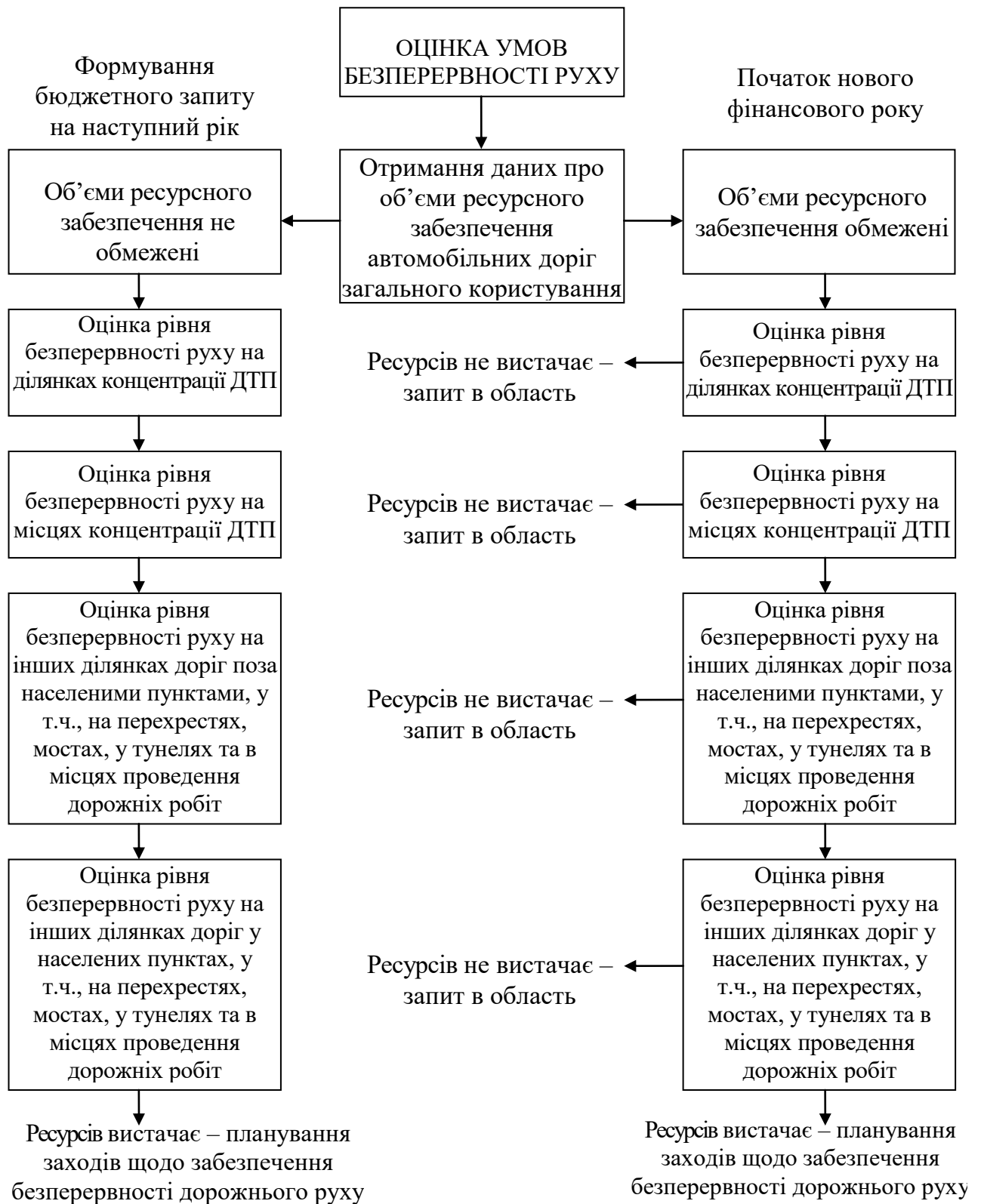


Рисунок 5.9 – Алгоритм управління безперервністю руху транспортних потоків на автомобільних дорогах загального користування

Слід підкреслити, що цей поділ є умовним, він тільки приблизно відповідає потребі у заходах щодо підвищення рівня умов безперервності руху. Призначення конкретних заходів є мистецтвом і потребує найчастіше індивідуального підходу.

Визначаються *раціональні обсяги ресурсного забезпечення відповідного рівня умов безперервності руху* для ділянки автомобільної дороги, автомобільної дороги, мережі автомобільних доріг області та України з обґрунтуванням вигод від заходів щодо підвищення рівня умов безперервності дорожнього руху для суспільства. Для цього прораховуються всі перелічені показники з ранжируванням місць проведення позачергових та наступних за ними по черговості виконання заходів щодо підвищення рівня умов безперервності руху.

Сумарні втрати суспільства  $B_n$  від перерв у русі ( $p_n$  – приведена вартість перерви у русі) транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування для  $l$ -ї ланки (автомобільної дороги) цієї мережі складуть:

$$B_n = \sum_{m,l} p_n Y_{lm}, \quad (5.2)$$

де  $Y_{lm}$  – об'єми руху на мережі автомобільних доріг загального користування.

Таким чином, при постановці задачі на визначення максимуму витрат суспільства на удосконалення умов безперервного руху автомобільними дорогами, цільова функція для дорожнього господарства (розділ 4) буде:

$$F(\gamma) = S = \sum_{j,k,l} S_l^k q_l^k \gamma_j^k + \sum_{j,l} V_j^l Y_{jl} + \sum_{m,l} V_{jm}^l Y_{lm} \rightarrow \max, \quad (5.3)$$

а при постановці задачі на максимум задоволення потреб суспільства у виконанні вимог щодо створення умов безперервності руху на мережі автомобільних доріг, цільова функція для дорожнього господарства (розділ 4) буде:

$$F(\gamma) = \sum_{m,l} p_n Y_{lm} - S \rightarrow \min. \quad (5.4)$$

Перша сума у залежності (5.3) відповідає вартості дорожніх робіт першої групи заходів з підвищення рівня умов безперервності дорожнього руху, друга сума – другій, і, нарешті, остання – третій групі заходів.

Першочерговим етапом аналізу функціонування та управління станом транспортної системи регіону АДДМ-НМТП за рівнями безпеки руху [209].

Алгоритм визначення рівнів безпеки руху транспортних потоків автомобільними дорогами регіону поданий на рис. 5.10.

Слід підкреслити, що для оцінки рівнів безпеки руху мають бути виконані такі етапи:

- визначення середньорічної добової інтенсивності руху за останній рік

періоду спостереження за розподілом ДТП на ділянці дороги, авт/добу;

**Алгоритм визначення рівнів безпеки руху  
автомобільними дорогами загального користування**

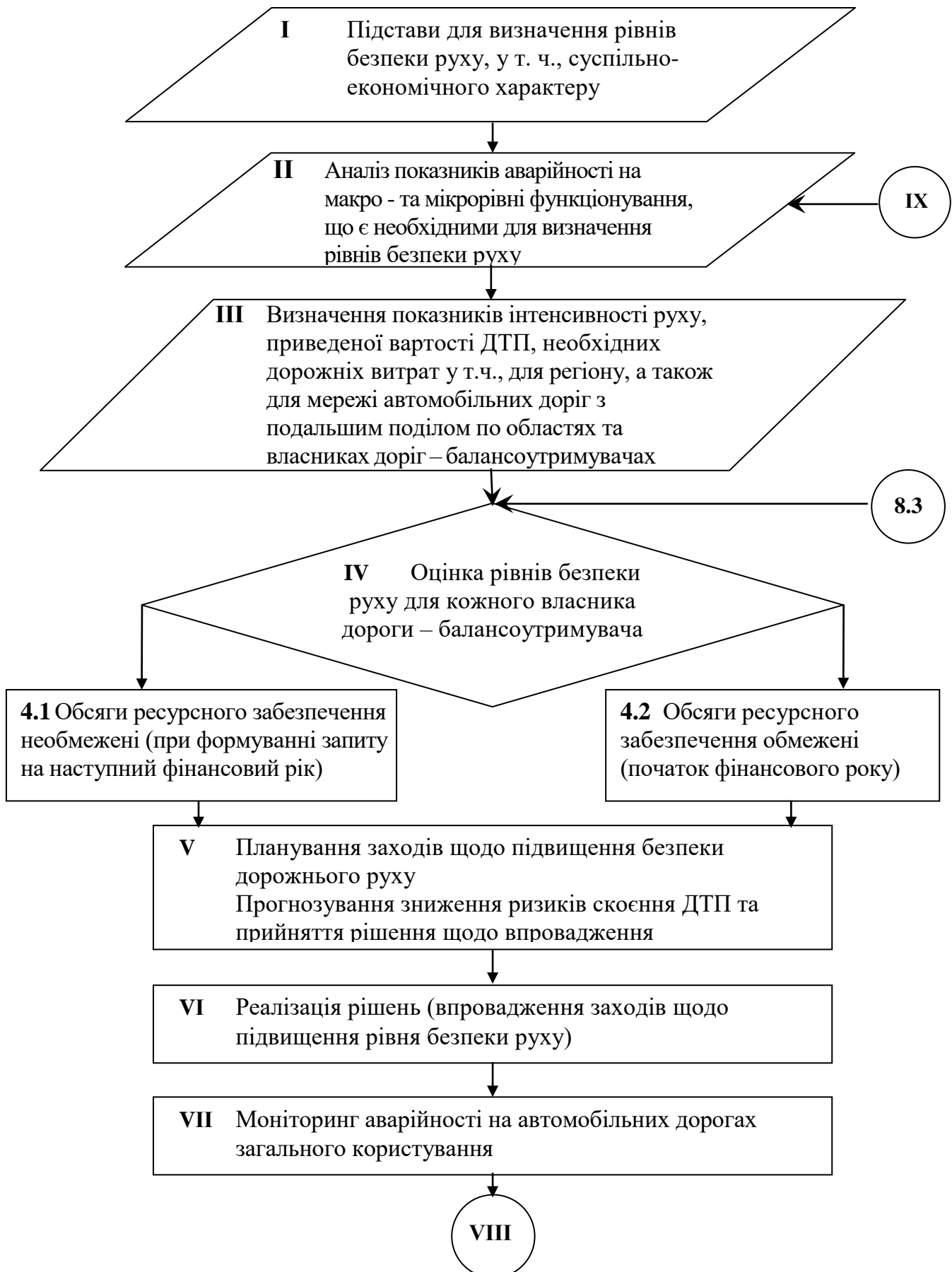




Рисунок 5.10 - Алгоритм визначення рівнів безпеки руху транспортних потоків автомобільними дорогами

- визначення приведеної вартості ДТП, що скоєні на дорозі (її ділянці);
- визначення усіх видів дорожніх витрат та планування заходів з підвищення безпеки дорожнього руху;
- визначення рівнів безпеки руху в залежності від стану аварійності, характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт;
- прогнозування зниження ризиків скоєння ДТП та прийняття рішення щодо впровадження заходів;
- визначення ефективності заходів щодо підвищення рівня безпеки руху;
- процес оцінки рівнів безпеки руху з прийняттям рішення щодо можливості

або неможливості впровадження заходів з підвищення безпеки дорожнього руху з урахуванням необхідного ресурсного забезпечення.

Загальний алгоритм управління безпекою руху транспортних потоків на автомобільних дорогах загального значення приведений на рис. 5.11.

Об'єми ресурсного забезпечення розраховуються для будь-якого рівня управління безпекою руху на мережі автомобільних доріг регіону. У разі, коли на якомусь етапі ресурсного забезпечення не вистачає – слід звернутися з відповідним обґрунтуванням до розташованого вище рівня управління (рис. 5.11).

Відповідно до отриманих рівнів безпеки руху пропонується планувати наступні три групи заходів із підвищення рівня безпеки дорожнього руху:

1) удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, поширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;

2) удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;

3) удосконалення облаштування доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, установлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень, обладнання перехідно-швидкісних смуг, майданчиків для стоянки автомобілів біля придорожніх споруд дорожнього сервісу, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, будівництва пішохідних доріжок і т.д.

Перша група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають критичному рівню безпеки руху; друга група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають незадовільному рівню безпеки руху; третя група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають недостатньому рівню безпеки руху. Слід підкреслити, що цей поділ є умовним, що тільки приблизно може відповідати потребі у заходах щодо підвищення рівня безпеки руху. Призначення конкретних заходів є мистецтвом і потребує у більшості випадків індивідуального підходу.

Визначаються раціональні обсяги ресурсного забезпечення відповідного рівня безпеки руху для ділянки автомобільної дороги, автомобільної дороги, мережі

автомобільних доріг області та України з обґрунтуванням вигод від заходів щодо підвищення рівня безпеки руху для суспільства.

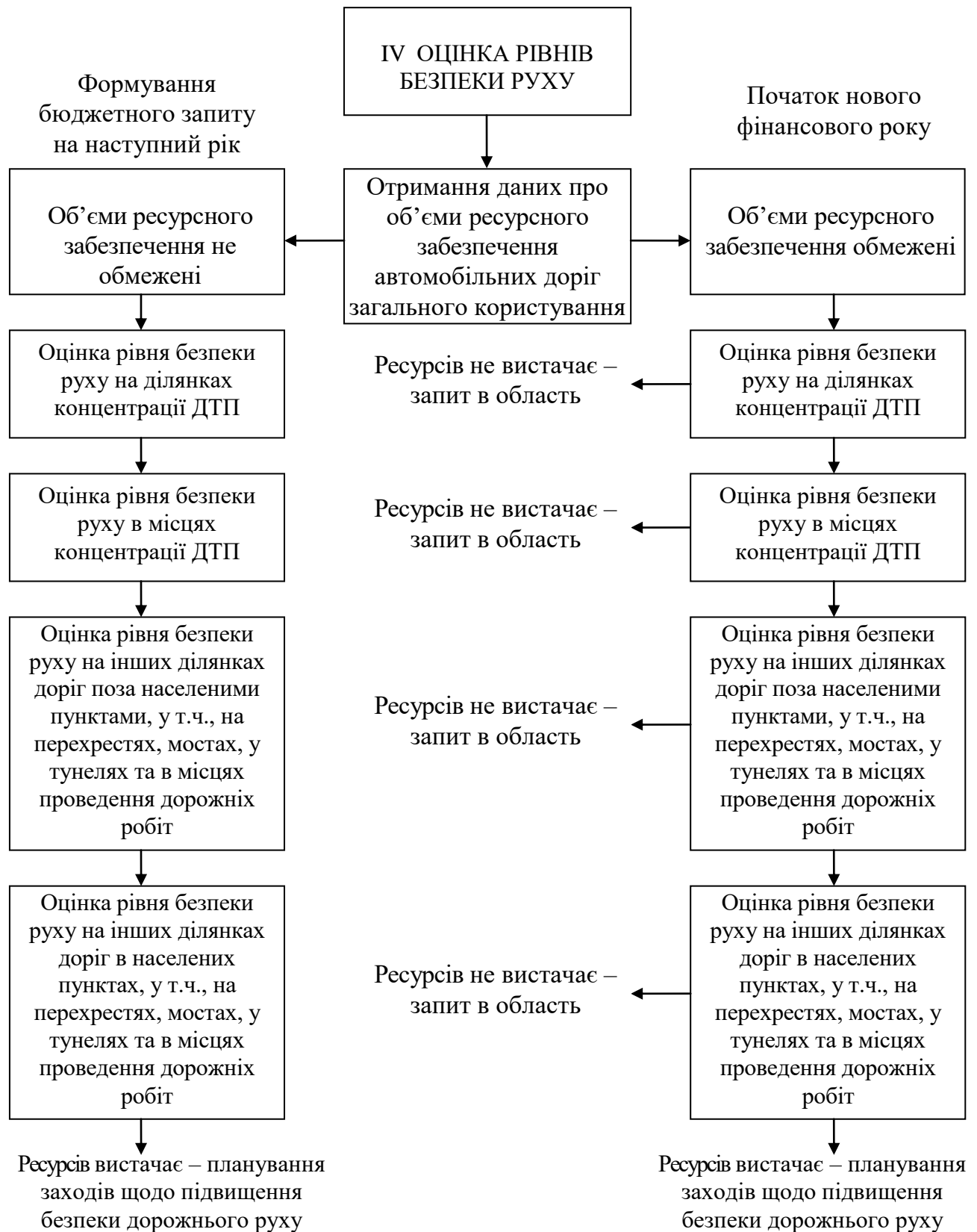


Рисунок 5.11 - Алгоритм управління безпекою руху транспортних потоків на автомобільних дорогах загального користування

Для цього у Галузевій базі даних збору й аналізу ДТП (*RSM*) прораховуються всі вище перелічені показники з ранжируванням місць проведення першочергових та наступних по черговості виконання заходів щодо підвищення безпеки руху, а також прогнозуються показники зниження ризиків скоєння ДТП.

Сумарні втрати суспільства  $D_{дтп}$  від скоєних ДТП ( $p_{дтп}$  – приведена вартість ДТП на 1 авт.-км) на мережі автомобільних доріг загального користування одиниці  $l$ -ї ланки (автомобільної дороги) цієї мережі складуть:

$$D_{дтп} = \sum_{m,l} p_{дтп} Y_{lm}, \quad (5.5)$$

де  $Y_{lm}$  – об'єми руху на мережі автомобільних доріг загального користування.

Таким чином, при постановці задачі на максимум витрат суспільства на удосконалення умов безпечного руху автомобільними дорогами, цільова функція для дорожнього господарства (розділ 4) буде:

$$F(\gamma) = S = \sum_{j,k,l} S_l^k q_l^k \gamma_j^k + \sum_{j,l} V_j^l Y_{jl} + \sum_{m,l} V_{jm}^l Y_{lm} \rightarrow \max, \quad (5.6)$$

а при постановці задачі на максимум задоволення потреб суспільства у підвищенні рівня безпеки руху на мережі автомобільних доріг, цільова функція для дорожнього господарства буде:

$$F(\gamma) = \sum_{m,l} p_{дтп} Y_{lm} - S \rightarrow \min. \quad (5.7)$$

Перша сума у залежності (5.6) відповідає вартості дорожніх робіт першої групи заходів з підвищення рівня безпеки дорожнього руху, друга сума – другій, і, нарешті, остання – третій групі заходів.

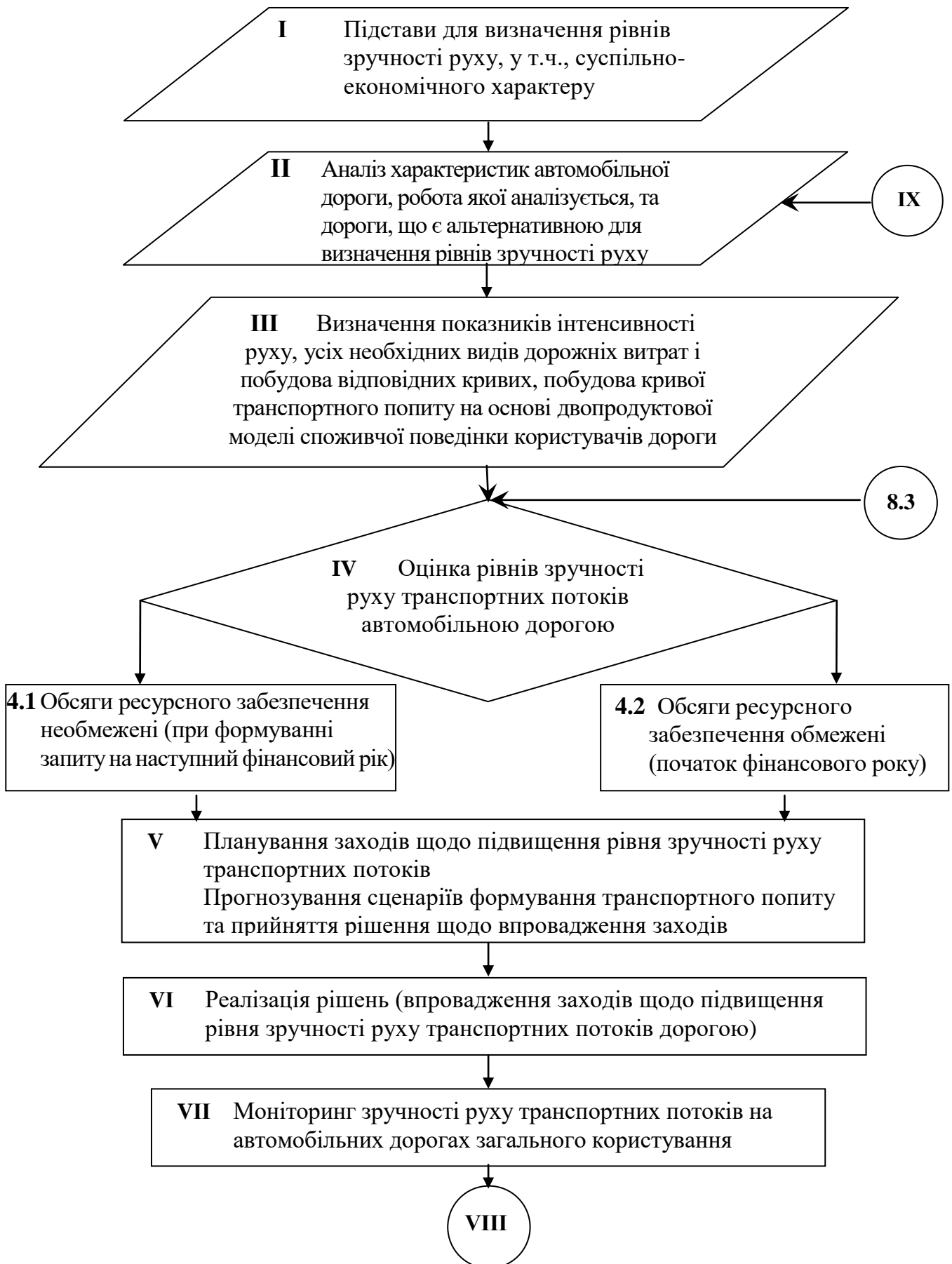
Аналіз функціонування та управління станом транспортної системи регіону АДДМ-НМТП за рівнями зручності руху (для доріг I - IV категорії доріг).

Алгоритм визначення рівнів зручності руху транспортних потоків автомобільними дорогами регіону поданий на рис. 5.12.

Слід підкреслити, що для оцінки рівнів зручності руху мають бути виконані наступні етапи:

- визначення середньорічної добової інтенсивності руху за останній рік періоду спостереження за маршрутом (напрямоком руху), авт/добу;
- визначення характеристик автомобільної дороги, що аналізується;

**Алгоритм визначення рівнів зручності руху транспортних потоків автомобільними дорогами загального користування**





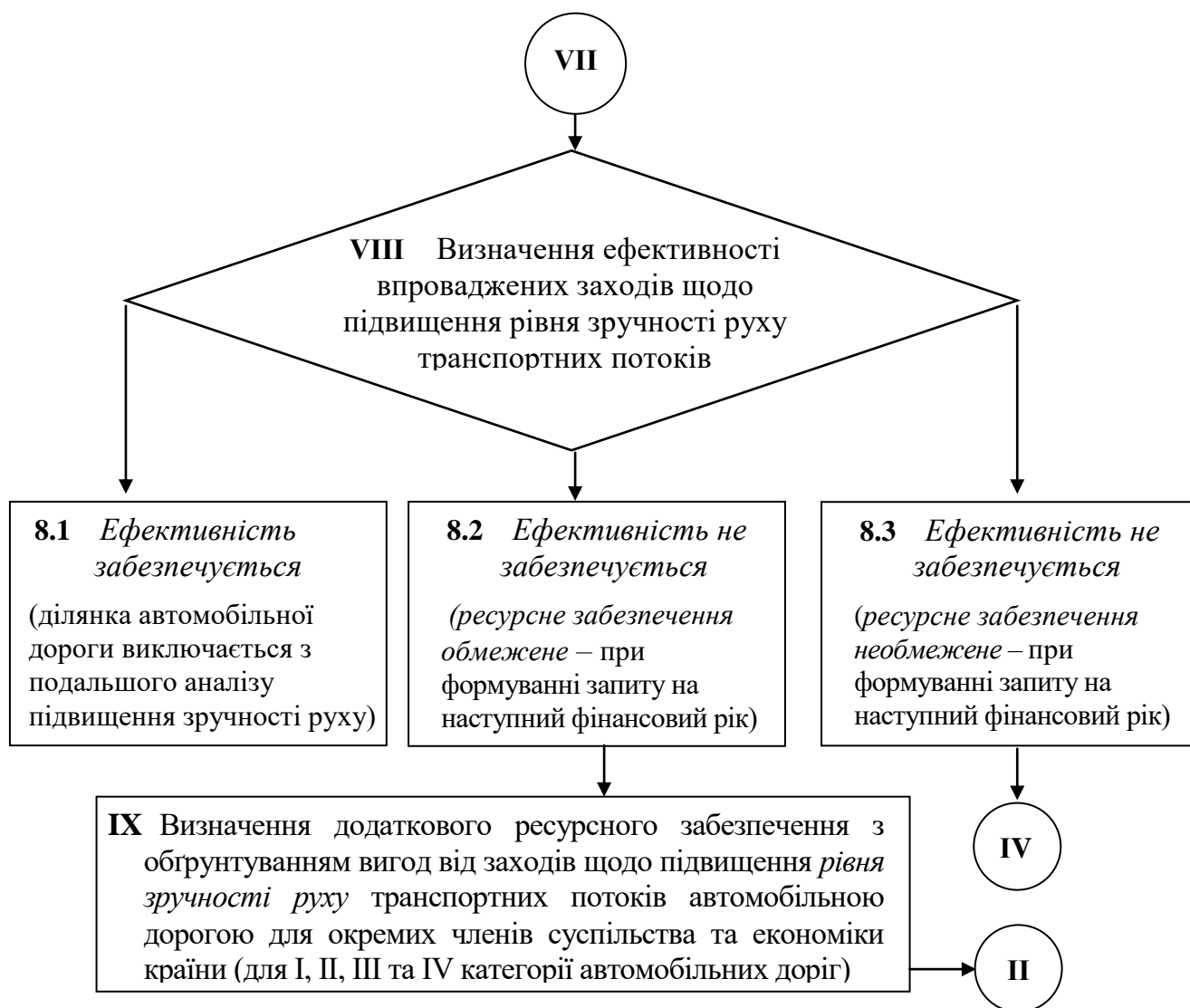


Рисунок 5.12 - Алгоритм визначення рівнів зручності руху

транспортних потоків автомобільними дорогами

- характеристики дороги, яка є альтернативною щодо аналізованої;
- побудова кривої транспортного попиту на основі двохпродуктової моделі споживчої поведінки користувачів дороги;
- визначення усіх видів дорожніх витрат і побудова відповідних кривих;
- планування заходів з підвищення зручності дорожнього руху;
- дилема ціннісного регулювання: визначення транспортної цінності руху аналізованою дорогою з урахуванням прогнозної кривої транспортного попиту;
- визначення рівнів зручності руху в залежності від характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт;
- прогнозування сценаріїв роботи дороги за допомогою запропонованої матриці сценаріїв (рис. 5.14) та прийняття рішення щодо необхідності

впровадження заходів з удосконалення умов зручності руху (Додаток Б);

- оцінка ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* за рівнями зручності руху з прийняттям рішення щодо можливості або неможливості впровадження конкретних заходів з підвищення зручності руху з урахуванням їх ресурсного забезпечення.

Об'єми ресурсного забезпечення розраховуються для будь-якого рівня управління зручністю руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг загального користування регіону. У разі, коли на якомусь етапі ресурсного забезпечення не вистачає – слід звернутися з відповідним обґрунтуванням до розташованого вище рівня управління (рис. 5.13).

Відповідно до отриманих рівнів зручності руху пропонується планувати такі три групи заходів із підвищення рівня зручності руху транспортних потоків:

1) удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, поширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;

2) удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;

3) удосконалення облаштування доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, встановлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень, обладнання перехідно-швидкісних смуг, майданчиків для стоянки автомобілів біля придорожніх споруд дорожнього сервісу, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, будівництва пішохідних доріжок і т.д.

Перша група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають критичному рівню зручності руху; друга група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають незадовільному рівню зручності руху; третя група заходів спрямована для удосконалення умов руху, що відповідають недостатньому рівню зручності руху. Слід підкреслити, що цей поділ є умовним, що тільки приблизно може відповідати потребі у заходах щодо підвищення рівня зручності руху транспортних потоків. Призначення конкретних заходів є мистецтвом і потребує у більшості випадків індивідуального підходу.

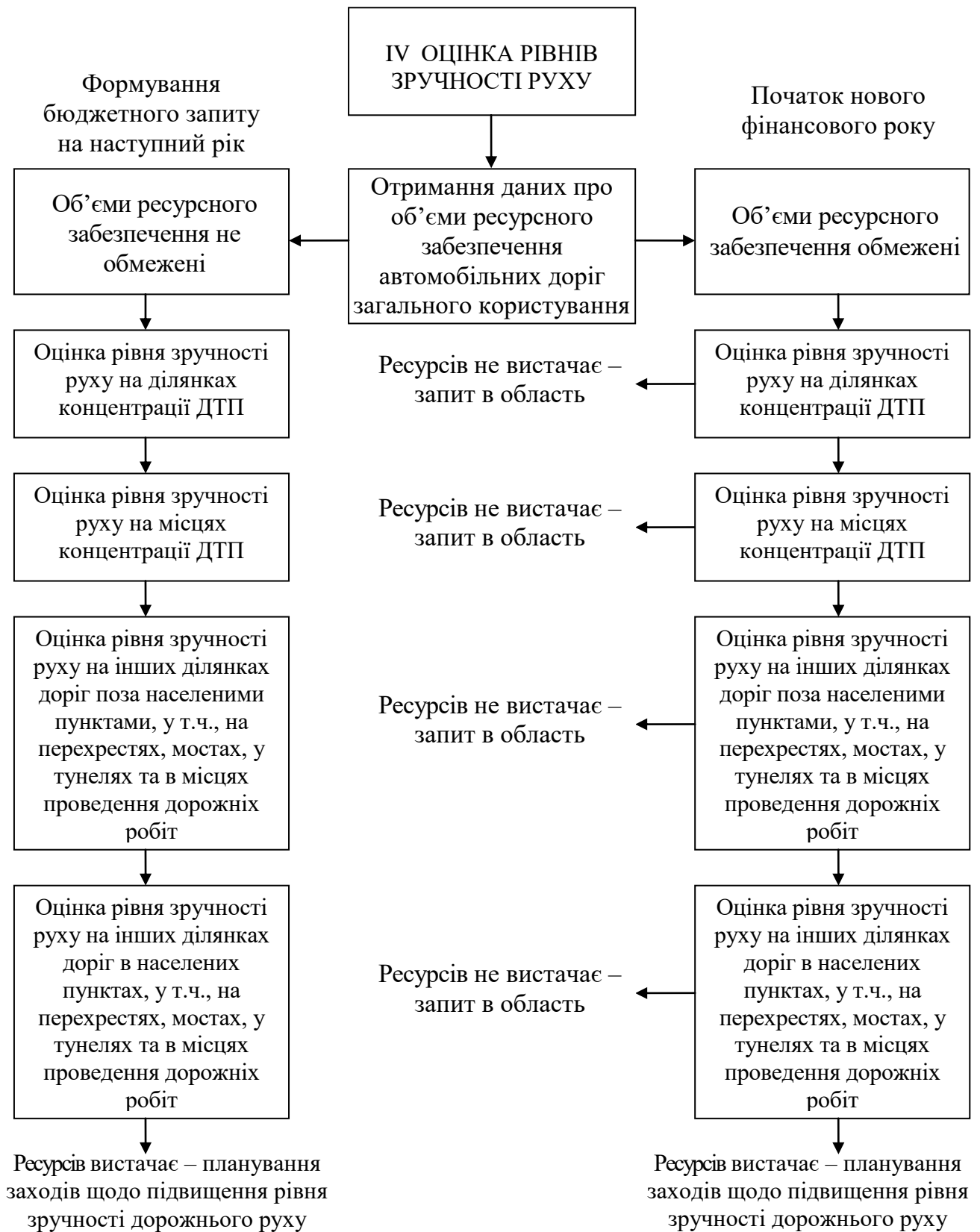


Рисунок 5.13 - Алгоритм управління рівнями зручності руху транспортних потоків автомобільними дорогами загального користування

Визначаються раціональні обсяги ресурсного забезпечення відповідного рівня зручності руху для ділянки автомобільної дороги, автомобільної дороги, мережі

автомобільних доріг області та України з обґрунтуванням вигод від заходів щодо підвищення рівнів зручності руху для суспільства. Для цього прораховуються всі вище перелічені показники з ранжируванням місць виконання заходів щодо підвищення рівня зручності руху транспортних потоків на підставі прогнозування сценаріїв формування транспортного попиту на рух автомобільними дорогами загального користування України.

Сумарні вигоди суспільства  $D$  від руху транспортних потоків ( $p_l$  – транспортна цінність руху на 1 авт.-км) мережею автомобільних доріг загального користування одиниці  $l$ -ї ланки (автомобільної дороги) цієї мережі складуть:

$$D = \sum_{m,l} p_l Y_{lm}, \quad (5.8)$$

де  $Y_{lm}$  – об'єми руху на мережі автомобільних доріг загального користування.

Таким чином, при постановці задачі на максимум суспільних витрат на удосконалення умов зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами, цільова функція для дорожнього господарства (розділ 4) буде:

$$F(\gamma) = S = \sum_{j,k,l} S_l^k q_l^k \gamma_j^k + \sum_{j,l} V_j^l Y_{jl} + \sum_{m,l} V_{jm}^l Y_{lm} \rightarrow \max, \quad (5.9)$$

а при постановці задачі на максимум задоволення потреб суспільства у підвищенні рівня зручності руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг, цільова функція для дорожнього господарства (розділ 4) буде:

$$F(\gamma) = \sum_{m,l} p_l Y_{lm} - S \rightarrow \min. \quad (5.10)$$

Перша сума у залежності (5.9) відповідає вартості дорожніх робіт *першої групи заходів з підвищення зручності руху транспортних потоків*, друга сума – *другій*, і, нарешті, остання – *третьій групі заходів*.

### 5.3.5 Висновки та рекомендації

Управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування з метою забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у транспортній системі регіону АДДМ-НМТП, що відносяться до мікрорівня аналізу функціонування цієї транспортної системи,

може бути охарактеризована різними кроками, що мають бути зроблені у визначеному порядку. Ці кроки називають «факторами розміщення»:

- встановлення цілей (оцінка існуючого стану функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*);
- планування заходів із удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*;
- розробка сценаріїв на формування транспортного попиту та відповідної роботи автомобільних доріг за допомогою матриці сценаріїв (підрозділ 5.4.5);
- прийняття рішення щодо впровадження заходів з удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків;
- реалізація (впровадження заходів з удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*);
- моніторинг.

Встановлення цілей управління функціонуванням мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства, що відносяться до *макрорівня показників аналізу функціонування мережі автомобільних доріг*:

- визначення критеріїв оптимізації суспільно-економічного розвитку мережі автомобільних доріг, у т.ч., умов безперервності руху, рівнів безпеки та рівнів зручності руху мережею автомобільних доріг загального користування;
- моделювання прогнозування роботи дорожнього господарства;
- визначення принципів пропорційності та збалансованості розвитку мережі автомобільних доріг;
- визначення співвідношення валового внутрішнього продукту та чистого національного продукту у залежності від ефективності функціонування мережі автомобільних доріг (розділ 4).

Перша частина цілей пов'язана із функціонуванням мережі автомобільних доріг та роботою її окремих доріг по забезпеченню безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, друга – з економічною системою суспільства.

Отже, можна констатувати, що усі рішення про дії щодо управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування, у тому числі, відносно утримання, ремонтів, реконструкції існуючих доріг, а також будівництва нових доріг, визначення стандартів, якості, фінансових ресурсів або

пріоритетах мають бути зробленими:

- 1) із дотриманням інтересів суспільства,
- 2) користувачів автомобільних доріг та
- 3) збереженням на прийнятному рівні стану навколишнього середовища.

Управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування з метою забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*, у тому числі, проведення статистичних досліджень аварійності на дорогах, інтенсивності та складу руху транспортних потоків та розробка відповідних управляючих впливів, доцільно виконувати окремо по категоріях (I, II, III, IV та V) з урахуванням різних за своїм значенням автомобільних доріг: державних (міжнародних; національних; регіональних) та місцевих (територіальних, районних та обласних). Це пов'язано, зокрема, із практикою нормування виділення коштів на ремонт та утримання цих доріг, що склалася на даний час.

#### **5.4 Удосконалення принципів управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»**

##### **5.4.1 Визначення детермінант попиту користувачів на рух автомобільними дорогами загального користування**

При побудові кривої попиту користувачів на рух автомобільною дорогою виходимо із припущення, що транспортна цінність руху є найважливішою детермінантою для будь-якого значення продуктивності дороги, як кількісної характеристики ефективності її роботи [210-212]. Але при цьому існують також інші фактори, що можуть впливати й дійсно впливають на значення об'ємів руху автомобільними дорогами загального користування. Отже, при отриманні кривої попиту користувачів на рух автомобільною дорогою потрібно також допустити, що «інші умови є рівними», тобто, що нецінові детермінанти величини попиту вважаються незмінними. Останнє є можливим у короткостроковому періоді (наприклад, протягом одного року). При цьому під неціновими детермінантами попиту користувачів на рух автомобільною дорогою слід розуміти якісь інші фактори, що впливають на величину інтенсивності руху транспортних потоків. І

коли вони дійсно змінюються, положення кривої попиту на рух автомобільною дорогою зміщується на деяку іншу позицію праворуч (попит на рух підвищується) або ліворуч (попит на рух знижується) від первісного положення.

Таке зміщення положення кривої попиту називатимемо зміною у попиті користувачів на рух автомобільною дорогою. Отже, існує декілька детермінант, що впливають на цей процес.

1) Підвищення попиту на рух автомобільною дорогою – прийняття рішення користувачів про збільшення кількості поїздок автомобільними дорогами загального користування при будь-якій можливій транспортній цінності руху може бути викликано такими причинами:

- сприятливими змінами споживчих смаків користувачів автомобільних доріг і через це – збільшенням кількості автомобілів на дорогах, а отже, підвищенням об'ємів дорожнього руху. Наприклад, для дороги II категорії, маємо:

- при об'ємі руху за напрямком у 10000 авт/добу та частці легкового транспорту 20% залежність  $P_{20} = 2,8336e^{-0,21117I}$ ;
- при об'ємі руху за напрямком у 11000 авт/добу та частці легкового транспорту 20% залежність  $P_{20} = 2,8336e^{-0,18947I}$ ;

- зміною у складі транспортних потоків – при одночасному збільшенні частки легкових і зменшенні частки інших транспортних засобів у потоці – за рахунок більшої щільності руху транспортних засобів цією дорогою (табл. 5.1);

Таблиця 5.1 – Залежність «Транспортна цінність руху  $P$  – продуктивність дороги  $I$ »

I категорія	$P_{80} = 3,1632E^{-0,10057I}$	$P_{60} = 3,1632E^{-0,10527I}$	$P_{40} = 3,1632E^{-0,11187I}$	$P_{20} = 3,1632E^{-0,11437I}$
II категорія	$P_{80} = 2,8336e^{-0,23087I}$	$P_{60} = 2,8336e^{-0,22687I}$	$P_{40} = 2,8336e^{-0,22197I}$	$P_{20} = 2,8336e^{-0,21117I}$
III категорія	$P_{80} = 6,6078e^{-0,22517I}$	$P_{60} = 6,6078e^{-0,22127I}$	$P_{40} = 6,6078e^{-0,21567I}$	$P_{20} = 6,6078e^{-0,20937I}$
IV категорія	$P_{80} = 2,6404e^{-0,24227I}$	$P_{60} = 2,6404e^{-0,23447I}$	$P_{40} = 2,6404e^{-0,22237I}$	$P_{20} = 2,6404e^{-0,21067I}$

- підвищенням доходів користувачів автомобільних доріг (див. попередній приклад про підвищення об'ємів руху) та (або) зміною ціни на пальне. Зниження цін на пальне призводить до підвищення об'ємів руху мережею доріг. Підвищення цін на пальне робить додатковий перерозподіл потоків через бажання користувачів рухатися автомобільними магістралями – у кращих дорожніх умовах:

- при об'ємі руху за напрямком у 10000 авт/добу та частці легкового

транспорту 20% залежність  $P_{20} = 2,8336e^{-0,21117}$ ;

- при об'ємі руху за напрямком у 10000 авт/добу та частці легкового транспорту 20%, а також підвищенні ціни на пальне на залежність  $P_{20} = 3,1169e^{-0,21117}$ . У цьому випадку менш еластичною стає крива попиту на рух автомобільною дорогою;

- збільшенням цін на споріднені послуги – тарифів на перевезення залізницею, авіаперевезення та інші за рахунок конкурентної переваги. Споріднені послуги є взаємозамінними продуктами. Отже при більш привабливих умовах для користувачів вони оберуть для себе або користування автомобілем, або іншим видом транспорту.

2) Скорочення попиту користувачів на рух автомобільною дорогою – зменшення кількості поїздок автомобільними дорогами загального користування при будь-якій можливій транспортній цінності руху може бути викликано такими причинами:

- несприятливими змінами споживчих смаків користувачів автомобільних доріг загального користування і через це – зменшення кількості автомобілів на дорогах, а отже, зниженням об'ємів дорожнього руху. Наприклад, для дороги II категорії, маємо:

- при об'ємі руху за напрямком у 10000 авт/добу та частці легкового транспорту 20% залежність  $P_{20} = 2,8336e^{-0,21117}$ ;
- при об'ємі руху за напрямком у 7000 авт/добу та частці легкового транспорту 20% залежність  $P_{20} = 2,8336e^{-0,31227}$ ;

- зміною у складі транспортних потоків – при одночасному зниженні частки легкових і збільшенні частки інших транспортних засобів у потоці – за рахунок меншої щільності руху транспортних засобів цією дорогою (табл. 6.1);

- зменшенням доходів користувачів автомобільних доріг та (або) зміною ціни на пальне. Підвищення цін на пальне призведе до зменшення об'ємів руху мережею доріг. Зниження цін на пальне робить можливим користування автомобільними дорогами нижчих категорій за критерієм меншої відстані руху;

- зниженням цін на споріднені послуги – тарифів на перевезення залізницею, авіаперевезення та інші за рахунок їх конкурентної переваги. Споріднені послуги є взаємозамінними продуктами. Отже, при наявності більш привабливих умов для



користувачів вони можуть обрати користування іншим видом транспорту.

Загалом, можна казати, що усі вище перелічені детермінанти попиту користувачів на рух автомобільними дорогами вдалося узагальнити й надати матеріальне втілення через урахування відстані у русі дорогою, що аналізується, та альтернативною автомобільною дорогою (враховуються відстані та час у дорозі), через урахування ціни на паливе та його середні витрати для користувачів на рух мережею автомобільних доріг загального користування. Окрім того, запропонованою методологією передбачено урахування складу транспортних потоків і моделювання руху з побічним впливом дорожніх умов через урахування величини швидкості вільного руху, а також впливу об'ємів руху та його перерозподілу через застосування двопродуктової моделі користувачів автомобільних доріг (розділи 3 та 4).

Так, при аналізі отриманих залежностей виявлено, що гірший транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги значним чином впливає на швидкість руху транспортного засобу у вільних умовах. Наприклад (табл. 6.2), знаємо, що транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги IV категорії є значно гіршим, ніж автомобільної магістралі (дороги I категорії). Отримані значення швидкості руху у вільних умовах зменшуються від 96,20 км/г (на дорозі I категорії) до 56,24 км/г (на дорозі IV категорії).

При зміні складу транспортних потоків (при різних частках легкового руху у потоці), що рухаються автомобільними дорогами різних категорій бачимо, що зменшення частки легкового руху призводить до зниження швидкості руху автомобілів у вільних умовах, а також до збільшення куту нахилу залежності швидкості руху від його інтенсивності вказує на меншу еластичність досліджуваної залежності. Це означає, що при незначному підвищенні інтенсивності руху значніше зменшується швидкість транспортного потоку при меншій еластичності (80% легкових у потоці), ніж при більшій еластичності цієї залежності (60%, 40% або 20% легкових у потоці).

Показник еластичності швидкості від інтенсивності руху дає можливість зрозуміти споживчу поведінку користувачів автомобільних доріг. Важливим є номінальне значення цього показника. А саме, перевищення його значення в 1,00 говорить що залежність швидкості від інтенсивності руху стає нееластичною. Тобто, навіть незначне підвищення інтенсивності руху призводить до дуже

значного зниження швидкості руху (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Залежність «Швидкість руху  $V$  – інтенсивність руху  $N$ »

	80% легкових	60% легкових
I категорія	$V_{80} = -0,0025 N + 96,20$	$V_{60} = -0,0022 N + 89,84$
II категорія	$V_{80} = -0,0024 N + 86,34$	$V_{60} = -0,0022 N + 79,75$
III категорія	$V_{80} = -1,8846 N + 76,40$	$V_{60} = -1,6923 N + 69,65$
IV категорія	$V_{80} = -1,4135 N + 56,24$	$V_{60} = -1,2692 N + 49,85$
	40% легкових	20% легкових
I категорія	$V_{40} = -0,0019 N + 82,29$	$V_{20} = -0,0018 N + 78,10$
II категорія	$V_{40} = -0,002 N + 72,38$	$V_{20} = -0,002 N + 67,21$
III категорія	$V_{40} = -1,4615 N + 62,89$	$V_{20} = -1,3462 N + 59,14$
IV категорія	$V_{40} = -1,0962 N + 32,29$	$V_{20} = -1,0577 N + 28,10$

#### 5.4.2 Зміни величини попиту користувачів на рух автомобільними дорогами загального користування

Зміни попиту на рух автомобільними дорогами не можна змішувати із зміною *величини* попиту на рух. Зміна попиту на рух автомобільними дорогами полягає у зміщенні усієї кривої попиту користувачів на рух або праворуч (підвищення попиту на рух), або ліворуч (зниження попиту на рух). Наміри користувачів щодо руху автомобільними дорогами загального користування змінилися. Причиною є зміна однієї або більше детермінант транспортного попиту на рух. Поняття «попит користувачів на рух автомобільною дорогою» виражається у вигляді шкали або кривої. Ось чому «зміна у попиті на рух» має означати, що уся шкала змінилася, а отже крива змінила своє положення.

На протилежність цьому, зміна *величини* попиту користувачів на рух автомобільною дорогою означає пересування з однієї точки на іншу точку при постійному положенні кривої попиту користувачів на рух, тобто перехід від однієї комбінації значень «транспортна цінність руху – продуктивність дороги» до іншої їх комбінації. Причиною зміни *величини* попиту користувачів на рух автомобільною дорогою полягає у зміні транспортної цінності руху. У цьому випадку, підвищення інтенсивності руху призводить до зменшення транспортної цінності руху через спадний характер кривої попиту користувачів на рух автомобільною дорогою.

### **5.4.3 Визначення детермінант пропозиції (кривих дорожніх витрат) щодо удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування**

Залежності постійних, змінних і загальних дорожніх витрат, а також середніх постійних, середніх змінних та середніх загальних дорожніх витрат, окрім того, граничних дорожніх витрат від продуктивності 1 км дороги за добу є різними для автомобільних доріг різних категорій (Додаток А, рис. рис. А.12 - А.14, А.21 - А.23, А.30 - А.32, А.39 - А.41). Бачимо, що криві дорожніх витрат на удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування зміщуються не тільки догори, але й праворуч при переході розгляду від IV до I категорії.

### **5.4.4 Зміни величини пропозиції щодо удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами загального користування**

Зміни у цінах на дорожньо-будівельні матеріали (щебінь, бітум, матеріали для дорожньої розмітки тощо) та (або) потреба у збільшенні (зменшенні) ресурсного забезпечення загалом призводять до зміщення кривих дорожніх витрат, тобто до зміни величини пропозиції щодо удосконалення умов руху.

При збільшенні постійних дорожніх витрат  $AFC$  крива загальних дорожніх витрат  $ATC$  також буде розташовуватись вище на графіку через те, що постійні дорожні витрати  $AFC$  є складовою частиною загальних дорожніх витрат  $ATC$ . При цьому розташування кривих змінних дорожніх витрат  $AVC$  та граничних дорожніх витрат  $MC$  залишилось би попереднім через те, що воно залежить від цін на змінні, а не на постійні ресурси. Ось чому, якщо б зросла ціна на змінні ресурси, догори змістились би криві змінних дорожніх витрат  $AVC$ , загальних дорожніх витрат  $ATC$  та граничних дорожніх витрат  $MC$ . При цьому крива постійних дорожніх витрат  $AFC$  залишилась би на попередньому місці.

Падіння цін на постійні або змінні ресурси призвело б зміщення кривих дорожніх витрат у протилежному щодо описаного напрямку.

При застосуванні новітніх технологій дорожніх робіт зростає ефективність використання усіх ресурсів. У результаті знижуються усі дорожні витрати. Зміщення догори кривих продуктивності дороги означатиме зміщення донизу кривих дорожніх витрат.

#### **5.4.5 Розробка сценаріїв функціонування та необхідності розвитку мережі доріг у транспортній системі регіону «автомобільні дороги державного та місцевого значення – національні та міжнародні транспортні потоки»**

Загалом сценарій – це детальний план проведення якогось заходу, здійснення якихось дій. Тому, через велику кількість сполучень факторів, що визначають прогнозування процесів функціонування та розвитку мережі доріг, розроблені відповідні сценарії, що мають полегшити практичне застосування отриманих знань.

Щонайперше, слід підкреслити, що методологічно забезпечення у транспортній системі *АДДМ-НМТП* умов безперервного, а також необхідного рівня безпеки та потрібного рівня зручності руху ґрунтується на одній основі [213-214], а саме, впровадження заходів щодо удосконалення дорожніх умов по групах (розділ 3):

удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, поширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;

удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;

удосконалення облаштування доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, встановлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень, обладнання перехідно-швидкісних смуг, майданчиків для стоянки автомобілів біля придорожніх споруд дорожнього сервісу, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, будівництва пішохідних доріжок і т.д.

Окрім того, отримані такі рівні безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у системі *АДДМ-НМТП* (табл. 5.3).

Такий системний підхід щодо визначення як засобів досягнення, так і необхідних результатів (мети), тобто спрямування дорожніх витрат на суспільні потреби, а також розглянуті вище закономірності формування попиту користувачів автомобільних доріг та методи формування пропозиції щодо удосконалення дорожніх умов, дозволив розробити сценарії функціонування та необхідності розвитку мережі доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки».

Отримана матриця можливих варіантів сценаріїв функціонування та

необхідності розвитку мережі доріг (рис. 5.14).

Таблиця 5.3 – Визначення рівнів функціонування за різними критеріями

Рівні функціонування транспортної системи АДДМ-НМТП за критеріями		
безперервного руху	безпечного руху	зручного руху
-	-	достатній
-	задовільний	задовільний
недостатній	недостатній	недостатній
незадовільний	незадовільний	незадовільний
критичний	критичний	критичний

Наявність великої кількості (9) можливих варіантів сценаріїв функціонування та необхідності розвитку мережі автомобільних доріг та необхідність запровадження упорядкованості їх привело до потреби у поділі варіантів на варіанти сценаріїв функціонування та варіанти сценаріїв розвитку мережі доріг. Далі наведені прийняті терміни, що застосовуються та відповідні сценарії.



Рисунок 5.14 – Матриця можливих варіантів сценаріїв функціонування та необхідності розвитку мережі автомобільних доріг

Пропонуються за основу прийняти сценарії *функціонування* транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* наступні:

- сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – стала пропозиція;
- песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – від’ємна пропозиція;
- оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – позитивна пропозиція;
- сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – стала пропозиція;
- песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – від’ємна пропозиція;
- оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – позитивна пропозиція.

Пропонуються за основу прийняти сценарії *розвитку* транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* такі

- песимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зростий попит – стала пропозиція;
- песимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зростий попит – від’ємна пропозиція;
- оптимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зростий попит – позитивна пропозиція.

Отже, для ситуації функціонування транспортної системи *АДДМ-НМТП* маємо: два сталих сценарії, два песимістичних сценарії та два оптимістичних сценарії.

Для ситуації необхідності розвитку транспортної системи *АДДМ-НМТП* маємо: два песимістичних сценарії та один оптимістичний сценарій.

Окрім того, існує ситуація, коли дорога, тільки-но побудована із розрахунку перспективної інтенсивності руху транспортних потоків, деякий час працюватиме із недовантаженням, при цьому загальні дорожні витрати перевищуватимуть значення попиту користувачів цієї автомобільної дороги, тобто строк окупності інвестицій ще не буде досягнутий. Така ситуація розглянута у розділі 3.4.

## 5.5 Оцінка ресурсного забезпечення функціонування та необхідності розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»

Що стосується формалізації ресурсного забезпечення для задоволення вимог користувачів автомобільної дороги щодо досягнення відповідного рівня зручності руху транспортних потоків, то воно може бути подане таким визначенням ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт за видами витрат (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Ресурсне забезпечення задоволення вимог користувачів щодо досягнення відповідного рівня зручності руху транспортних потоків

Рівень зручності руху	Мінімально допустима потреба у ресурсному забезпеченні	Необхідні дорожні роботи за видами витрат (рівнями ресурсного забезпечення)
достатній	достатня	рівень постійних витрат (приймається менше граничних)
задовільний	задовільна	рівень граничних витрат (1 група)
недостатній	недостатня	рівень граничних і змінних витрат (1 та 2 групи)
незадовільний	незадовільна	рівень змінних витрат (2 група)
критичний	критична	рівень загальних витрат (3 група)

На рис. 5.15 подані рівні зручності руху та мінімально необхідні потреби у ресурсному забезпеченні, що, наприклад, характеризуються такими значеннями:

- *достатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 6 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 13000 авт.-км/добу складає 780 грн. дорожніх витрат або на рік 284700 грн. і є *рівнем достатньої потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *задовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 10 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 21000 авт.-км/добу складає 2100 грн. дорожніх витрат або на рік 766500 грн. і є *рівнем задовільної потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *недостатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 11 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 24000 авт.-км/добу складає 2640 грн. дорожніх витрат або на рік 963600 грн. і є *рівнем недостатньої потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *незадовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 18

коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 29000 авт.-км/добу складає 5220 грн. дорожніх витрат або на рік 1905300 грн. і є рівнем незадовільної потреби у ресурсному забезпеченні;

- критичний рівень зручності руху автомобільною дорогою при рівні більше за 18 коп. на один авт.-км за добу потребує збільшення рівня ресурсного забезпечення продуктивності дороги у понад 5220 грн. дорожніх витрат або на рік більше за 1905300 грн. і є рівнем критичної потреби у ресурсному забезпеченні.

У наведеному прикладі крива попиту користувачів на рух автомобільною дорогою пересікає рівні зручності руху в області незадовільного їх рівня. Отже мінімально допустимим є рівень незадовільної потреби у ресурсному забезпеченні.

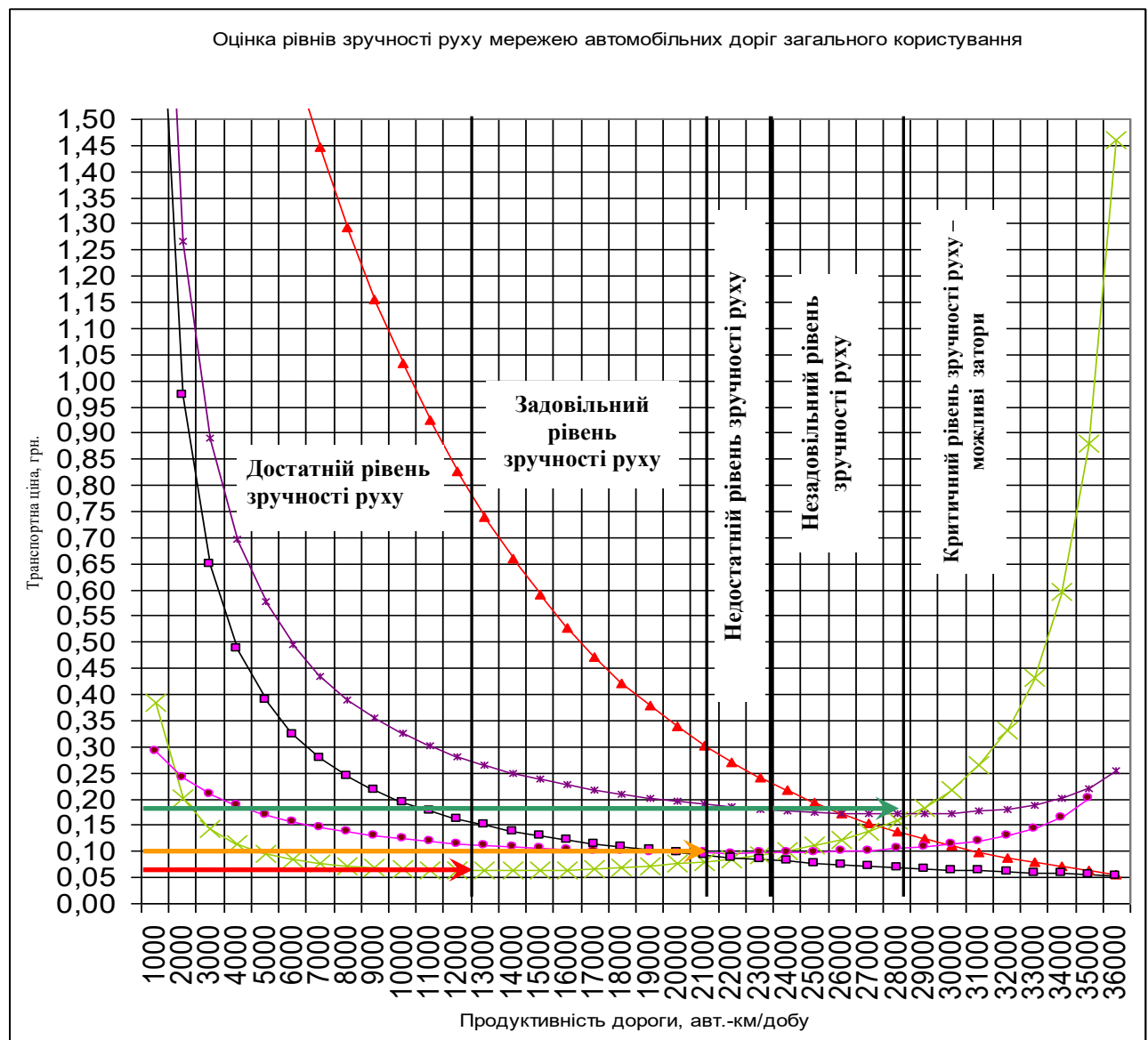


Рисунок 5.15 – Рівні зручності руху та рівні ресурсного забезпечення як мінімально допустимі потреби для їхнього досягнення

На автомобільній дорозі вибираються окремі кілометри з ідентичними



показниками. Вираховуються за рівнями ресурсного забезпечення потрібні їх об'єми. На підставі останнього формуються остаточні результати, які застосовуються при оцінці ефективності функціонування та управління станом транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* (рис. 5.7).

## 5.6 Висновки за розділом 5

Необхідність суспільно-економічного прогнозування функціонування й подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування призводить до потреби у поліпшенні відповідної зазначеним завданням системи управління [215-222]. Для цього:

1) розроблений метод, що застосовує імітацію процесів прийняття управлінських рішень і ґрунтується на принциповій схемі зіставлення цілей суспільно-економічного розвитку країни з наявними у суспільства ресурсами;

2) застосований системний підхід до питань підвищення ефективності роботи системи управління дозволив визначити та використати так названі «круги управління» функціонуванням мережі автомобільних доріг, пов'язані з мікрорівнем та макрорівнем функціонування, а також розробити цикли управління функціонуванням мережі автомобільних доріг з метою удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків;

3) подана організаційна діаграма найважливіших факторів системи управління, яка дозволяє досягати цілей функціонування, що відносяться як до мікрорівня, так і до макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг, через відповідні етапи: встановлення цілей (оцінка існуючого стану функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*); планування заходів із удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків; розробка сценаріїв прогнозування роботи автомобільних доріг за допомогою матриці сценаріїв; прийняття рішення щодо впровадження заходів з удосконалення умов руху транспортних потоків; реалізація (впровадження заходів з удосконалення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*); моніторинг.

4) для практичного застосування у діяльності Державного агентства автомобільних доріг України розроблена Методика аналізу та прогнозування

забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (мікрорівень показників аналізу функціонування мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України);

5) також розроблена і приведена у Додатку В Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства (макрорівень аналізу показників функціонування мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України як складової економічної системи держави);

б) запропоновані розробки у практичній діяльності мають спиратися на відповідну за якістю роботи інформаційну систему про стан функціонування та необхідність розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі України;

7) розроблені сценарії функціонування та розвитку мережі доріг у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*;

8) на підставі проведених досліджень отримані знання щодо: встановлення цілей управління (оцінка стану функціонування системи *АДДМ-НМТП*); планування заходів із удосконалення умов руху; розробки сценаріїв прогнозування роботи автомобільних доріг; прийняття рішення щодо впровадження заходів з удосконалення умов руху; реалізації заходів; моніторингу. Іншими словами, можна обґрунтувати послідовні кроки щодо досягнення умов безперервного, безпечного та зручного руху, а саме: де робити? (за місцем), що робити? (які за видами мають бути виконані дорожні роботи), як та у якій послідовності? (черговість їх виконання на мережі автомобільних доріг регіону).

9) розроблені підходи щодо оцінки ресурсного забезпечення, застосування яких надає можливість оптимізувати функціонування та визначити необхідність розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*. Такі підходи дозволятимуть раціоналізувати запити щодо забезпечення потрібного ресурсного забезпечення функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України з урахуванням її ефективного впливу на економічну систему суспільства нашої країни.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертації представлені теоретичні основи та практичні методи підвищення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг на основі розробленої методології визначення ефективності роботи автомобільної дороги, яка, в свою чергу, дозволила запропонувати методи оцінки характеристик умов безперервного руху, а також рівні безпеки та рівні зручності руху з метою удосконалення дорожніх умов для забезпечення вимог до них з боку користувачів доріг із урахуванням потрібного для цього ресурсного забезпечення. Результати досліджень дозволили сформулювати теоретичні та науково-практичні висновки, основними з яких є такі:

1. На основі аналізу існуючих нормативно-правових відносин у сфері функціонування автомобільних доріг загального користування України, існуючих підходів щодо управління транспортно-експлуатаційним станом мережі автомобільних доріг, аналізу ефективності управління функціонуванням мережі доріг, а також через відсутність належного ресурсного забезпечення будівництва та утримання автомобільних доріг загального користування визначені існуючі проблеми із забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами України.

2. Для подолання вищезазначених проблем розроблена робоча гіпотеза й методологія дослідження, зроблені відповідні припущення та абстракції:

2.1. Доведено, що функціонування мережі автомобільних доріг та її окремих ланок у сучасних умовах мусять аналізуватися не тільки з позицій аудиту (мікрорівень аналізу функціонування мережі доріг), а й з позицій суспільства у цілому (макрорівень аналізу функціонування).

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

2.3. Застосований системний підхід до визначення транспортно-дорожнього комплексу, його місця та значення для суспільства та економічної системи країни, а також можливість застосування макро- та мікропідходів до аналізу функціонування та управління функціонуванням мережі автомобільних доріг завдяки формалізованій схемі системності процесів, що відбуваються під час функціонуванні мережі автомобільних доріг загального користування у

транспортній системі України.

3. Створені теоретичні основи визначення закономірностей формування умов руху транспортних потоків; завдяки цьому:

3.1. Функціонування автомобільних доріг проаналізоване на мікрорівні аналізу як створюваний суспільний продукт, що є ресурсом для ефективної діяльності транспортних засобів автомобільного транспорту; це дозволило виявити попит останнього на пропозицію суспільних послуг щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг.

3.2. Дослідження роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг по забезпеченню умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків дозволило отримати цільову функцію. Продуктивність автомобільної дороги адекватно описує її роботу, а відповідні обмеження дозволяють визначати властивості цієї транспортної системи, що, у свою чергу, надає можливості оцінити ефективність функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг;

3.3. Розроблена методологія визначення ефективності роботи автомобільної дороги, що побудована на необхідності розрахунку транспортної цінності руху як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу, виходячи з кращих умов безперервного руху, рівнів безпеки та зручності дорожнього руху на підставі співвідношення об'ємів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, дорожніх витрат як пропозиції щодо забезпечення зручного руху транспортних потоків з визначенням транспортної цінності руху, що відповідає цьому співвідношенню і надає можливість опрацювання результативних управлінських рішень.

3.4. Розроблені методи оцінки, що дозволяють визначити характеристики умов безперервного руху, а також рівні безпеки та рівні зручності руху з метою удосконалення дорожніх умов для забезпечення вимог до них з боку користувачів доріг із урахуванням потрібного для цього ресурсного забезпечення. Як приклад 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 *задовільним 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 *недостатнім 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 *незадовільним 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*. Наступним рівнем є *критичний рівень безпеки руху*.

4. Визначені системні поняття, які на макрорівні аналізу адекватно описують функціонування мережі автомобільних доріг як суспільного продукту, що дозволяє визначити мету та ефективність її функціонування, а також розробити принципи управління функціонуванням та науково обґрунтовувати об'єми необхідного ресурсного забезпечення, у тому числі, фінансування, а також інших обмежених ресурсів суспільства:

4.1. Аналіз функціонування мережі автомобільних доріг дозволив уявити його як частину суспільно-економічної системи відтворення макропоказників функціонування економічної системи країни – чистого національного продукту і національного доходу; це дозволяє розробити основу для створення ефективної системи прогнозування та управління функціонуванням і розвитком мережі автомобільних доріг.

4.2. Застосування таких класичних понять системного підходу як змістовний опис функціонування мережі автомобільних доріг, формалізована схема поточних процесів в економічній системі та суспільстві, а також математичне моделювання функціонування мережі автомобільних доріг дозволило: проаналізувати вплив функціонування мережі автомобільних доріг на макроекономічну динаміку розвитку країни та розробити дискретну модель макродинаміки розвитку мережі автомобільних доріг, а також зробити аналіз темпів і пропорцій суспільно-економічного розвитку мережі автомобільних доріг загального користування.

4.3. Проведене математичне моделювання функціонування мережі доріг у транспортній системі країни дозволило перейти до синтезу моделей прогнозування раціонального функціонування та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг.

4.4. Синтез двопродуктової відкритої моделі функціонування альтернативних автомобільних доріг дозволяє пов'язувати вплив функціонування автомобільних доріг як на макро-, так і на мікропоказники їх роботи.

4.5. Урахування попиту на рух автомобільними дорогами з боку їх користувачів дозволило розробити принципи та критерії оптимізації ефективності функціонування мережі автомобільних доріг, що дало змогу розробити моделі прогнозування роботи дорожнього господарства, які мають визначати необхідні

загальні суспільні витрати на удосконалення функціонування мережі автомобільних доріг.

4.6. Зроблений синтез моделей прогнозування роботи дорожнього господарства дозволяє підтвердити гіпотезу про методологічну відповідність моделей функціонування мережі автомобільних доріг як на мікрорівні, так і на макрорівні функціонування, що надає можливість побудувати відповідну до вимог часу систему управління.

5. Доведено, що існує єдність і взаємозумовленість матеріально-речовинного і ціннісного (цінового, вартісного) аспектів розвитку мережі автомобільних доріг. Отримана модель демонструє принцип суспільно-економічної ефективності – спільно враховує рівноваги матеріальних і вартісних (ціннісних, цінових) потоків при функціонуванні мережі автомобільних доріг:

5.1. Дослідження макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг із застосуванням класичних понять аналізу складних систем – змістовного опису функціонування мережі доріг, формалізованої схеми поточних процесів в економіці та суспільстві, а також математичного моделювання функціонування мережі доріг – дозволило: на основі визначеного впливу функціонування мережі автомобільних доріг на макроекономічну динаміку розвитку країни розробити дискретну модель макроекономічної динаміки розвитку мережі доріг, а також проаналізувати темпи і пропорції суспільно-економічного розвитку мережі доріг, а на підставі останнього – розробити методологічні основи синтезу моделей прогнозування раціонального її розвитку з урахуванням досягнення умов пропорційності та збалансованості.

5.2. Розроблені моделі дозволяють прогнозувати потрібні обсяги ресурсного забезпечення функціонування та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг на підставі урахування попиту з боку користувачів автомобільних доріг.

6. Для підвищення ефективності функціонування і подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування України запропонований метод формування системи управління функціонуванням мережі автомобільних доріг на основі суспільно-економічного прогнозування, що дозволяє досягати цілей, які відносяться як до мікрорівня, так і до макрорівня аналізу та управління функціонуванням мережі доріг:

6.1. Розроблений метод, який застосовує імітацію процесів прийняття управлінських рішень і ґрунтується на принциповій схемі зіставлення цілей суспільно-економічного розвитку країни з наявними у суспільства ресурсами, що,

у свою чергу, дозволяє удосконалювати умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків.

6.2. Організаційна діаграма найважливіших факторів, застосована у системі управління, дозволяє досягати цілей, які відносяться як до мікрорівня, так і до макрорівня функціонування мережі доріг, через відповідні етапи: встановлення цілей (оцінка стану функціонування транспортної системи АДДМ-НМТП); планування заходів з удосконалення умов руху; розробка сценаріїв прогнозування роботи доріг; прийняття рішення щодо впровадження заходів з удосконалення; реалізація заходів; моніторинг;

6.3. Для практичного застосування у діяльності Державної служби автомобільних доріг України розроблена Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону АДДМ-НМТП, яка дозволяє по запропонованих управляючих впливах прогнозувати стан системи, черговість проведення дорожніх робіт та їх ефективність.

6.4. Оцінка ресурсного забезпечення функціонування та необхідності розвитку мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону дозволяє досягти відповідні рівні зручності руху за такими кількісними показниками:

- *достатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 6 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 13000 авт.-км/добу складає 780 грн. дорожніх витрат або на рік 284700 грн. і є *рівнем достатньої потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *задовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 10 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 21000 авт.-км/добу складає 2100 грн. дорожніх витрат або на рік 766500 грн. і є *рівнем задовільної потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *недостатній рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 11 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 24000 авт.-км/добу складає 2640 грн. дорожніх витрат або на рік 963600 грн. і є *рівнем недостатньої потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *незадовільний рівень зручності руху* автомобільною дорогою: при рівні 18 коп. на один авт.-км за добу рівень ресурсного забезпечення продуктивності дороги у 29000 авт.-км/добу складає 5220 грн. дорожніх витрат або на рік 1905300 грн. і є *рівнем незадовільної потреби у ресурсному забезпеченні*;

- *критичний рівень зручності руху* автомобільною дорогою при рівні більше за 18

коп. на один авт.-км за добу потребує збільшення рівня ресурсного забезпечення продуктивності дороги у понад 5220 грн. дорожніх витрат або на рік більше за 1905300 грн. і є *рівнем критичної потреби у ресурсному забезпеченні*.

7. Окрім того, розроблена Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства. Так, прогнозні фінансові об'єми Дорожнього фонду, які базуються на основних залежностях, отриманих від ресурсного забезпечення мережі автомобільних доріг, які є необхідними для сталого соціально-економічного розвитку країни. Так, якщо б розрахований обсяг Дорожнього фонду складав на 6,7% більше ніж в урядовому рішенні, то це дало б зростання ВВП у 1,42 %, ЧНП – у 1,55 %, а споживання – в 1 %. Це дозволяє розрахувати необхідні рівні ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт щодо удосконалення функціонування та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування України.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України від 08.09.2005 р. №2862-IV «Про автомобільні дороги». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>.
2. Закон України від 10.11.1994 р. №232/94-ВР «Про транспорт». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр>.
3. Закон України від 30.06.1993 р. №3353-ХІІ «Про дорожній рух». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3353-12>.
4. Закон України від 05.04.2001 р. №2344-ІІІ «Про автомобільний транспорт». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2344-14>.
5. Закон України від 8.09.1991 р. №1562-ХІІ «Про джерела фінансування дорожнього господарства України». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1562-12>.
6. Системологія на транспорті. Кн. 1: Основи теорії систем і управління / [Гаврилов Е. В., Доля В. К., Лановий О. Т. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2005. – 344 с.
7. Макконнелл К. Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика / [Макконнелл К. Р., Брю С. Л. ] ; [Пер. с англ. 11-го изд.] – К. : ХаГар, 1998. – 785 с.
8. Демішкан В. Ф. Про джерела фінансування дорожнього господарства України в ринкових умовах / Демішкан В. Ф., Прусенко Є. Д. // Матеріали міжнародної наукової конференції «Автомобільний транспорт и дорожное хозяйство на рубеже 3-го тысячелетия». – Харьков : ХГАДТУ, 2000. – С. 5-7.
9. Прусенко, Є. Д. Аналіз економічних збитків держави через недостатнє фінансування дорожньої галузі / Прусенко Є. Д., Філіппов В. В. // Автошляховик України. – 1998. № 4. С. 32-37.
10. Постанова Кабінету Міністрів України від 9.11.2000 р. №1684 «Про затвердження Концепції реформування транспортного сектору економіки». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1684-2000-п>.
11. Справочник инженера-экономиста автомобильного транспорта / [под ред. С. Л. Голованенко] – К. : Техника, 1979. – 200 с.
12. Індекси споживчих цін (індекси інфляції) по Україні за 1991-2010 роки / Державний комітет статистики України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.dtkr.ua/download/pdf/1157.1600.1>.
13. Геронимус Б. Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б. Л. Геронимус, Л. В. Царфин // – М. : Транспорт, 1988.

– 192 с.

14. Heggie I. G. Commercial Management and Financing of Roads / Heggie I. G., Vickers P. // The World Bank. – Washington, 1998. – 168 p.

15. Моніторинг макроекономічних та галузевих показників / [Вип. 10 (18). Міністерство економіки та з питань європейської інтеграції України]. – К.: Вид. ПП «ЕКМО», 2001 – 93 с.

16. Моніторинг макроекономічних та галузевих показників / [Вип. 11 (43). Міністерство економіки та з питань європейської інтеграції України]. – К. : Вид. ПП «ЕКМО», 2003. – 105 с.

17. Протяжність і характеристика автомобільних доріг загального користування / К : Укравтодор, 2010.

18. Гуц В. Т. Основні напрямки розвитку дорожнього господарства України за умови переходу до ринкової економіки / В. Т. Гуц. – К. : Поліграфкнига, 1998. – 100 с.

19. Матеріали досліджень світового банку / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.worldbank.org>.

20. HDM – 4. Highway Development & Management. Volume one. Overview of HDM – 4 / Henry G. R. Kerali. PIARC. – World Bank Association, 2000. – 53 p.

21. Кизима С. С. Исследование изменения ровности нежестких дорожных одежд в условиях УССР как показателя их качеств. [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Кизима Станислав Степанович. – Киев : КАДИ. – 1975. – 249 с.

22. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. / Васильев А. П. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.

23. Демішкан В.Ф. Удосконалення управління станом автомобільних доріг за умов обмежених ресурсів: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.11 / Демішкан Володимир Федорович. – Харків : Харк. держ. автомоб.-дорож. техн. ун-т. – 2000. – 17 с.

24. Звіт про проведення науково-дослідної роботи «Прогнозування соціально-економічних наслідків розширення Європейського Союзу та вступу України до СОТ та ГАТТ для дорожньої галузі» / Поліщук В. П., Лановий О. Т. – К: Укравтодор, 2004. – 111 с.

25. Вааг Л. А. Совершенствовать экономические методы управления народным хозяйством / Вааг Л. А. – М.: Наука, 1964. – 130 с.

26. Хачатуров Т. С. Вопросы измерения эффективности капитальных вложений / Т. С. Хачатуров. – М. : Наука, 1968. – 427 с.

27. Хачатуров Т. С. Вопросы экономического расчета СССР / Т. С. Хачатуров. – М. : Изд-во МГУ, 1976. – 20 с.

28. Хачатуров Т. С. Вопросы экономической эффективности капитальных вложений / Т. С. Хачатуров // Сб. науч. ст. – М. : Изд-во МГУ, 1962. – 32 с.
29. Хачатуров Т. С. Долгосрочное планирование и прогнозирование / Т. С. Хачатуров. – М. : Изд-во МГУ, 1975. – 19 с.
30. Хачатуров Т. С. Методы определения экономической эффективности различных видов транспорта / Т. С. Хачатуров. – М. : Изд-во МГУ, 1956. – 21 с.
31. Вааг Л. А. Совершенствовать экономические методы управления народным хозяйством / Л. А. Вааг. – М. : Наука, 1964. – 130 с.
32. Новожилов В. В. У истоков подлинной экономической науки / В.В. Новожилов // РАН. Ин-т проблем рынка. – М. : Наука, 1995. – 233 с.
33. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании / В. В. Новожилов. – М. : Наука, 1972. – 376 с.
34. Селигмен Б. Основные течения современной экономической мысли / Б. Селигмен. – М. : Наука, 1968. – 348 с.
35. Friedman Tack P. Dictionary of Business Terms / Friedman Tack P. – Chicago : Barrens Educational Series inc., 1987. – 120 p.
36. Мэнкью Н. Г. Макроэкономика / Н. Г. Мэнкью [Пер. с англ.] – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 737 с.
37. Кудина Л. И. Организационные вопросы, связанные с разработкой инвестиционных проектов на автомобильном транспорте / Кудина Л. И. // Системные методы руководства, технология и организация производства, ремонта и эксплуатации автомобилей. – К. : Изд-во УТУ : ТАУ, 1997. – Вып. 3. – С. 60-67.
38. Бригхем Е. Ф. Основы финансового менеджмента / Е. Ф. Бригхем. – М. : Драйфн Пресс, 1992. – 373 с.
39. Пересада А. А. Основы инвестиционной деятельности / А. А. Пересада. – К. : Литра, 1996. – 342 с.
40. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент / Ю. Бригхем, Л. Гапенски // Полный курс: В 2 т. [Пер. с англ. под ред. В.В. Ковалева] – СПб. : Экон. шк., 1997. – Т. 1. – 497 с.; Т. 2. – 668 с.
41. Герасимчук Н. С. Инвестиционная сфера экономики / Герасимчук Н. С., Борисенко З. Н., Мельничук Н. А. – К. : Наук. думка, 1980. – 242 с.
42. Швиданенко Г. О. Обґрунтування інвестиційних проектів у процесі трансформації форм власності / Швиданенко Г. О., Оголь О. В., Заїкіна В. В. [За ред. Г. О. Швиданенко] – К. : КНЕУ, 1998. – 172 с.
43. Хачатуров Т. С. Советская экономика на современном этапе / Хачатуров Т. С.

– М : Мысль, 1978. – 367 с.

44. Пасхавер А. И. Оценка экономической эффективности новой техники / Пасхавер А. И. – К. : О-во «Знание» УССР, 1981. – 22 с.

45. Львов Д. С. Измерение эффективности производства / Львов Д. С., Рубенштейн А. Я. – М. : Экономика, 1974. – 143 с.

46. Красовский В. П. Вопросы экономической и социальной эффективности в блоке «Фонды капитального вложения» / Красовский В. П. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – 100 с.

47. Красовский В. П. Инвестиционные проблемы народнохозяйственных комплексов / Красовский В. П. – М. : Мысль, 1975. – 85 с.

48. Красовский В. П. Перспективные проблемы капитальных вложений и основных производственных фондов / Красовский В. П. – М. : Наука, 1973. – 13с.

49. Красовский В. П. Фактор времени в плановой экономике: Инвестиционный аспект / Красовский В. П. – М. : Мысль, 1978. – 25 с.

50. Кваша Я. Б. Фактор времени в общественном производстве / Кваша Я. Б. – М. : Статистика, 1979. – 152с.

51. Цветов Ю. М. Использование автомобильного транспорта / Цветов Ю. М. – М. : Знание, 1987. – 63 с.

52. Александрова В. П. Методика определения экономической эффективности внедрения достижений науки и техники / Александрова В. П. – К. : О-во «Знание» УССР, 1980. – 36 с.

53. Александрова В. П. Методы анализа и планирования экономической эффективности новой техники / Александрова В. П. – К. : О-во «Знание» УССР, 1982. – 23 с.

54. Бабич В. П. Методические вопросы совершенствования механизма распределения капитальных вложений в отрасли / Бабич В. П., Кобзаев Н. А. – К. : ИЭ НАН Украины, 1996. – 37 с.

55. Билибина Н. Ф. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники на автомобильном транспорте / Билибина Н. Ф. – К. : Гос. науч.-исслед. ин-т автомоб. трансп., 1967. – 232 с.

56. Белоконенко В. А. Эффективность капитальных вложений и основных фондов в УССР / Белоконенко В. А. – К. : НИЭИ Госплана УССР, 1983. – 148 с.

57. Чеснакова Л. С. Фінансовий менеджмент: Навч. посіб. / Чеснакова Л.С. – К. : Логос, 2001. – 143 с.

58. Кваша Я. Б. Методологические и измерительные проблемы капиталоемкости

/ Кваша Я. Б., Ярославский В. В. – Будапешт : 1970. – 16 с.

59. Корчагин В. А. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники на автотранспортных предприятиях / Корчагин В. А., Птицын Д. В. – К. : Техніка, 1980. – 104 с.

60. Планирование капитальных вложений на автомобильном транспорте / [А. Д. Крацер, А. З. Макрович, В. И. Чикалов, Л. Н. Юзедова]. – М. : Транспорт, 1979. – 120 с.

61. Козуб В. М. Пути повышения эффективности капитальных вложений и основных фондов в УССР / Козуб В. М. – К. : Науч.-исслед. экон. ин-т Госплана УССР, 1989. – 146 с.

62. Лившиц В. Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте / Лившиц В. Н. – М. : Транспорт, 1986. – 239 с.

63. Лившиц В. Н. Выбор оптимальных решений технико-экономических расчетов / Лившиц В. Н. – М. : Экономика, 1971. – 225 с.

64. Методика определения годового экономического эффекта, получаемого в результате внедрения новой техники. – М. : Госгортехиздат, 1961. – 47 с.

65. Анализ фактической эффективности новой техники по конечным результатам / [Медведев И., Гринев А., Шаров Ю., Довбня С.] // Экономика Советской Украины. – К : 1986. – № 12. – С. 68–73.

66. Новикова М. Анализ фактической эффективности новой техники по конечным результатам / Новикова М., Логачева Л. // Экономика Советской Украины. – К : 1986. – № 12. – С. 73–75.

67. Назін Ю. В. Капітальні вкладення і їх раціональне використання / Назін Ю. В., Шкітіна М. І. – К. : Техніка, 1982. – 90 с.

68. Крижанівський Б. М. Нова структура та інвестиційна політика : Метод. рек. / Крижанівський Б. М., Турчин С. Ф. – К. : Т-во «Знання», 1988. – 23 с.

69. Пасхавер А. И. Оценки эффективности технического перевооружения предприятий в новом хозяйственном механизме / Пасхавер А.И. – К. : Наук. думка, 1990. – 152 с.

70. Плоткин Я. Д. Экономическая эффективность новой техники / Плоткин Я. Д., Львов Д. С. – Львов : Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1986. – 144 с.

71. Аксенов В. А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / Аксенов В. А., Попова Е. П., Дивочкин О. А. – М. : Транспорт, 1987. – 128 с.

72. Пути повышения эффективности капитальных вложений и основных фондов в УССР / [Сб. науч. трудов]. – К. : НИЭИ Госплана УССР, 1989. – 148 с.

73. Проблемы планирования и эффективности использования капитальных вложений / [Под общ. ред. М. Н. Середенко]. – К. : НИЭИ Госплана УССР, 1974. – 283 с.
74. Проблемы эффективности капитальных вложений и основных фондов в народном хозяйстве УССР / [Сб. науч. трудов]. – К. : НИЭИ Госплана УССР, 1978. – 214 с.
75. Типовая методика определения эффективности капитальных вложений. – М. : Госпланиздат, 1972. – 16 с.
76. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народное хозяйство СССР. – М. : Госпланиздат, 1960. – 21 с.
77. Типовая методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М. : Госпланиздат, 1977. – 22 с.
78. Хачатуров Т. С. Методика определения эффективности капитальных вложений / Хачатуров Т. С. – М. : Наука, 1990. – 22 с.
79. Чирков В. Г. Совершенствование системы определения экономической эффективности новой техники [Текст]: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.08 / Чирков В. Г. – АН СССР. Ин-т экономики, 1987. – 33 с.
80. Шарп У. Ф. Инвестиции / Шарп У. Ф., Александер Г. Дж., Бейли Дж. [Пер. с англ.]. – М. : ИНФРА: НФПК, 1999. – 1027 с.
81. Соболев С. Н. Формирование среды развития предпринимательства в Украине / Соболев С. Н. – К. : Исслед. центр содействия развитию малого бизнеса «Венчур», 1994. – 50 с.
82. Долан Э. Дж. Микроэкономика / Долан Э. Дж., Линдсей Д. [Пер. с англ.]. – СПб. : Северо-Запад, 1994. – 448 с.
83. Хейне П. Экономический образ мышления / Хейне П. – М. : Дело, 1993. – 122 с.
84. Економіка підприємства : Навч.-метод. посіб. для самостійного вивч. дисципліни / [Г. О. Швиданенко, С. Ф. Покропивний, С. М. Клиненко та ін.]. – К. : Київ. нац. екон. ун-т. – 2000. – 248 с.
85. Бернштейн А. С. Математические методы и модели в финансовом планировании / Бернштейн А. С. – М. : Прогресс, 1993. – 98 с.
86. Бевз С. Н. Критерии эффективности инвестиционных проектов / Бевз С. Н. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 13с.
87. Бевз С. Н. Экологические аспекты проектного анализа: Метод. рек. / Бевз С. Н.

- К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 47 с.
88. Бевз С. Н. Концепция проекта. Основной инструментарий проектного анализа: Метод. рек. / Бевз С. Н. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 82 с.
89. Балабанов И. Т. Основы финансового менеджмента: Как управлять капиталом? / Балабанов И. Т. – М. : Финансы и статистика, 1994. – 384 с.
90. Комплекс экономических моделей прогнозирования социально-экономического развития Украины / [А. А. Бакаев, Г. В. Бондаренко, Г. А. Гришина и др.] – К. : НАН Украины. Ин-т кибернетики им. В. И. Глушкова, 1995. – 16 с.
91. Воркут Т. А. Методические рекомендации: Ценность денег во времени / Воркут Т. А., Гагурин Е. В. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 29 с.
92. Воркут Т. А. Анализ риска при разработке и экспертизе проектов: Метод. рек. / Воркут Т. А., Колотов А. Р., Кучеренко О. В. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1994. – 25 с.
93. Дидык В. Г. Коммерческий анализ инвестиционных проектов: Метод. рек. / Дидык В. Г. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 17 с.
94. Загородній Л. Г. Бізнес-план (планування підприємницьких проєктів) / Загородній Л. Г., Павлінишевський І. В. – Л.: НІВТ «Політекс», 1993. – 40 с.
95. Идрисов А. Б. Планирование и анализ эффективности инвестиций / Идрисов А. Б. – М. : 1994. – 123 с.
96. Кулаев Ю. Ф. Экономическая оценка технических решений и инвестиционных проектов на воздушном транспорте / Кулаев Ю. Ф. – К. : Изд-во КМУГА, 1994. – 20 с.
97. Липсиц И. В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа: (учеб.-справ. пособие) / Липсиц И. В., Коссов В. В. – М. : БЕК, 1996. – 293 с.
98. Лудченко Я. О. Проблеми оцінки ризику інвестиційних проєктів / Лудченко Я. О. – К. : УТУ, 1999. – 72 с.
99. Лудченко Я. О. Оцінка ризику інвестиційних проєктів / Лудченко Я. О. // Вісн. Трансп. акад. України та Укр. трансп. ун-ту. – К. : ТАУ: УТУ, 1998. – № 2. – С. 155-161.
100. Лудченко Я. О. Термінові інвестиції – основа підвищення ефективності роботи пасажирського транспорту в м. Києві / Лудченко Я.О. // Експрес-новини : наука, техніка, виробництво. – К. : УкрІНТЕІ, 1999. – № 11-12. – С. 36.

101. Экономика / [Под ред. А. Булатова]. – М. : БЕК, 1997. – 226 с.
102. Примак Т. А. Економіка підприємства : навч. посібник / Примак Т. А. – К. : Вікар, 2001. – 178 с.
103. Соболев С. Н. Предпринимательство (начало бизнеса) / Соболев С. Н. – К. : Исслед. центр содействия развитию малого бизнеса «Венчур», 1994. – 175 с.
104. Лудченко Я. А. Методология научных исследований (учеб. пособие) / Лудченко Я. А., Примак Т. А. – К. : УТУ: ВПОЛ, 1999. – 80 с.
105. Гребельник О. П. Організація та функціонування підприємств з іноземним капіталом на території України (конспект лекцій) / Гребельник О. П. – К. : Київ. держ. торг. ун-т, 1995. – 20 с.
106. Лудченко Я. О. Основні перешкоди на шляху здійснення інвестицій в автомобільний транспорт / Лудченко Я.О. // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. – К. : УТУ : ТАУ, 2000. – Вип. 10. – С. 160–166.
107. Швиданенко Г. О. Обґрунтування інвестиційних проектів у процесі трансформації форм власності (навч. посіб.) / Швиданенко Г. О., Оголь О. В., Заїкіна В. В. – К. : КНЕУ, 1998. – 172 с.
108. Мишкін Фредерік С. Економіка грошей, банківської справи і фінансових ринків / Мишкін Фредерік С. / [пер. з англ. С. Панчишин та ін.]. – К. : Основи, 1998. – 963 с.
109. Рут Френклін Р. Міжнародна торгівля та інвестиції / Рут Френклін Р., Філіненко Антон / [пер. з англ.]. – К. : Основи, 1998. – 743 с.
110. Закон України «Про режим іноземного інвестування» / Державний інформ. бюл. про приватизацію. – 1996. – № 7. – С. 57.
111. Швиданенко О. А. Ризики іноземного інвестування в економіку України [Текст] : автореф. дис.... канд. екон. наук: 08.05.01 / Швиданенко О. А. – К : Київ. нац. екон. ун-т., 1999. – 19 с.
112. Положення про порядок державної реєстрації іноземних інвестицій [Державний інформ. бюл. про приватизацію]. – 1996. – № 12. – С. 37.
113. Кулаев Ю. Ф. Экономика предприятия (конспект лекций) / Кулаев Ю. Ф. – К : Киев. междунар. ун-т гражд. авиации, 1999. – 146 с.
114. Арсланов Ш. Благоприятный климат инвестиций / Арсланов Ш. // Междунар. жизнь. – 1995. – №1. – С. 37-43.
115. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент / Бланк И. А. – К. : МП «ИТЕМ» ЛТД: «Юнайтед Лондон Трейд Лимитед», 1995. – 408 с.



116. Богачаров В. В. Инвестиционный менеджмент: управление инвестициями (учеб. пособие) / Богачаров В. В. – СПб. : Ун-т экономики и финансов, 1995. – 268 с.
117. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами / Ван Хорн Дж. К. [пер. с англ.]. – М. : 1996. – 799 с.
118. Введение в экономику инвестиций: учеб. пособие / [под ред. О. Н. Трошина]. – М. : МАИ, 1995. – 282 с.
119. Витин А. Приватизация и инвестиционная активность / Витин А. // ВЭ. – 1996. – № 4. – С. 33 – 45.
120. Воронов К. И. Проблемы оценки инвестиционных проектов, осуществляемых на действующем предприятии / Воронов К. И. – М. : ЭКО. – 1996. – № 1. – 91 с.
121. Воронов К. И. Инвестиции в реальные активы / Воронов К. И., Хаит И. А. // Финансы. – 1995. – №1. – С. 19-22.
122. Инвестиционная активность предприятий. – М. : Экономист., 1996. – № 5. – 51 с.
123. Инвестиционное проектирование: практическое руководство по экономическому обоснованию инвестиционных проектов / [под ред. С. И. Шумилина]. – М. : АО «Финстатинформ», 1995. – 196 с.
124. Ирниязов Б. С. Основные показатели финансовой оценки инвестиций в рыночной экономике / Ирниязов Б. С. // Финансы. – 1999. – № 11. – С. 39.
125. Современные банковские системы: Учеб. пособие / [Л. П. Кураков, В. Г. Тимирязов, В. Л. Кураков]. [3-е изд., перераб. и доп. ]. – М. : Гелиос АРВ, 2000. – 318 с.
126. Методические рекомендации по подготовке инвестиционных проектов, к реализации которых привлекаются иностранные инвесторы : Утв. коллегией Минэкономики Украины [протокол от 19.12.94 № 7]. – К. : 1994. – 20 с.
127. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (официальное издание) : Утв. Госстроем России, М-вом экономики РФ, М-вом финансов РФ, Госкомпромом России [протокол от 31.03.94 № 7 – 12/47]. – М., 1994. – 80 с.
128. Москвин С. А. Методические рекомендации по разработке финансового плана инвестиционного проекта / Москвин С. А. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 26 с.
129. Москвин С. А. Рекомендации по разработке бизнес-плана для привлечения иностранных инвестиций / Москвин С. А. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 30 с.
130. Моделирование некоторых переходных процессов в экономике Украины /

[В. С. Михалевич, М. В. Михалевич, И. В. Подолев]. – АН Украины. Ин-т кибернетики им. М. И. Глушкова. – К., 1993. – 18 с.

131. Омельченко А. В. Правові аспекти регулювання інвестиційної діяльності в Україні: Метод. рек. / Омельченко А. В. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1995. – 10 с.

132. Пересада А. А. Основы инвестиционной деятельности / Пересада А. А. – К. : Литра, 1996. – 342 с.

133. Райзберг Б. А. Предпринимательство и риск / Райзберг Б. А. – М. : Знание, 1992. – №4. – 64 с. – (Сер. «Экономика»).

134. Как рассчитать эффективность инвестиций / [Методические указания]. – М. : Финстатинформ, 1996. – 91 с.

135. Указания по финансовой отчетности и проведению аудиторской проверки проектов, финансируемых Мировым Банком / [пер. с англ.]. – Мировой Банк, 1995. – 46 с.

136. Холт Роберт Н. Основы финансового менеджмента / Холт Роберт Н. [пер. с англ.]. – М. : Дело, 1993. – 128 с.

137. Штейнбук И. М. Перспективное финансовое планирование: Методы и модели. / Штейнбук И. М. – М. : Прогресс, 1994. – 98 с.

138. Шумейко А. К. Экономический анализ проектов. Общие концепции и методология: Метод, рек. / Шумейко А. К., Воркут Т. А. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1994. – 21 с.

139. Шумейко А. К. Основы микроэкономики, применяемые в проектном анализе: Метод. рек. / Шумейко А. К. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1994. – 17 с.

140. Шумейко А. К. Финансовые аспекты проектного анализа: Метод. рек. / Шумейко А. К., Воркут Т. А. – К. : Междунар. центр приватизации, инвестиций и менеджмента, 1994. – 21 с.

141. Industrial investment Project Profile (IPP) Form. – Venn : International Centre, UNIDO, 1995. – 62 p.

142. Кудина Л. И. Организационные вопросы, связанные с разработкой инвестиционных проектов на автомобильном транспорте / Кудина Л. И. // Системные методы руководства, технология и организация производства, ремонта и эксплуатации автомобилей. – К. : Изд-во УТУ : ТАУ, 1997. – Вып. 3. – С. 60-67.

143. Кудина Л. И. Аспекты экспертизы инвестиционных проектов, реализуемых на автомобильном транспорте / Кудина Л. И. // Системные методы руководства,

технология и организация производства, ремонта и эксплуатации автомобилей. – К. : Изд-во УТУ : ТАУ, 1997. – Вып. 3. – С. 76-81.

144. Layard R. Macroeconomics FA Text for Russia / Layard R. – Washington : Wiley Cons, 1994. – 150 p.

145. Manual on business planning. How to construct a business plan for energy efficiency project. – Geneva : Economic Commission for Europe, 1994. – 190 p.

146. Shapiro Harvey. Investment Needs and Financial Flows: East Central European Economies in Transition / Shapiro Harvey – Washington : Joint Economic Committee, 1994. – 35 p.

147. Алехин Б. И. Инвестиционный финансовый портфель / Алехин Б. И. – М. : Прогресс, 1993. – 115 с.

148. Предприятия в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность / [под общ. ред. С. А. Панова, Г. В. Клейнера]. – М. : Экономика, 1997. – 286 с.

149. Голвуберг М. А. Прогнозирование и тенденции экономического развития / Голвуберг М. А., Колотий В. Н. – К. : Наук. думка, 1989. – 47 с.

150. Голвуберг М. А. Кредитование / Голвуберг М. А. [пер. с англ.]. – К. : Торг.-изд. бюро ВНУ, 1994. – 379 с.

151. Дамири Р. Финансы и предпринимательство : Финансовые инструменты, используемые западными фирмами для роста и развития организаций / Дамири Р. [пер. с англ.]. – Ярославль : Елень, 1993. – 223 с.

152. Котлер Ф. Основы маркетинга / Котлер Ф. – М. : Прогресс, 1992. – 736 с.

153. Введение в рыночную экономику : Учеб. пособие для студ. экон. спец. вузов / [А. Я. Лившиц, М. И. Афанасьева, О. А. Груздева и др.]. – М. : Высш. шк., 1994. – 446 с.

154. Внешнеэкономическая деятельность : организация, управление, прогнозирование: Учеб. пособие для студ. экон. спец. вузов / [Ю. В. Макогон, В. А. Кравченко, Н. В. Фомичева и др.]. – Донецк : Донеччина, 1999. – 495 с.

155. Кудина Л.И. Методические основы оценки эффективности инвестиционных проектов / Кудина Л.И. – К.: Изд-во КМУГА, 1997. – 18 с.

156. Hufbauer Malawi. Determinants of Direct Foreign Investment and it's Connection to Trade / Hufbauer Malawi, Lakdawalla D. // UNCTAD Review. – New York; Geneva : 1994. – P. 51-53.

157. Friedman Tack P. Dictionary of Business Terms / Friedman Tack P. – Chicago : Barrens Educational Series inc., 1987. – 120 p.

158. 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.

159. Лановий, О. Т. Соціально-економічна ефективність раціональних схем організації дорожнього руху / Лановий О. Т., Поліщук В. П. // Науково-технічний вісник «Безпека дорожнього руху України». – К : НДЦ БДР МВС України – 1999. – Вип. 2 (3). – С. 43 – 47.

160. Лановий О. Т. Єдина транспортна система України та її соціально-економічна значимість : Матеріали 6 Міжнародної науково-практичної конференції [«Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики»]. – К. : 5-8 жовтня 2004 р. – С. 54-57.

161. Лановий, О. Т. Формування сучасних показників соціально-економічної оцінки ефективності інвестицій у розвиток транспортних систем / Лановий О. Т. // Коммунальное хозяйство городов. – К. : «Техніка». – 2004 р. – вип. 56. – С. 65-73.

162. Лановий О. Т. Системний аналіз функціонування мережі автомобільних доріг загального користування : Матеріали Міжнародної конференції [«Логістичні проблеми управління транспортним процесом»] (1 – 4 квітня 2009 р.). / Лановий О. Т., Поліщук В. П. – Донецьк : Вісник Донецького ін-ту автомобільного транспорту – 2009. – № 1. – С. 172-178.

163. Лановий, О. Т. Фіаско ринку послуг з безпечного та ефективного користування автомобільними дорогами як категорія соціально-економічного вибору / Лановий О. Т. // Зб. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – К. : НТУ. – 2004. – №70. – С. 116-120.

164. Поліщук В. П. Оцінка і прогноз стану системи «Дорожні умови – транспортні потоки». У зб. : «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – Київ : Будівельник, вип. 18, 1976. – С. 20-28.

165. Hans A. Adler. Economic appraisal of transport projects. A manual with case studies / Hans A. – The Johns Hopkins University Press, 1987.

166. Alan Armstrong-Wright. Urban transit systems. Guidelines for examining options / Alan Armstrong-Wright. – Technical Paper No. 52, 1986.

167. James E. Austin. Agroindustrial project analysis / James E. Austin. – The Johns Hopkins University Press, 1981.

168. M. Bamberger. Monitoring and Evaluating Urban Development Programs / M. Bamberger and E. Hewitt. – Technical Paper, №53, 1986.

169. Бусленко Н. П. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н. П.,

Калашников В. В., Коваленко И. Н. – М. : Советское радио, 1973. – 440 с.

170. Бусленко В. Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / Бусленко В. Н. – М. : Советское радио, 1977.

171. Губанов В. А. Введение в системный анализ / Губанов В. А., Захаров В. В., Коваленко А. Н. – Изд-во Ленинградского университета, 1988.

172. Николаев В. И. Системотехника : методы и приложения / Николаев В. И., Брук В. М. – Л. : Машиностроение, 1985.

173. Гуков Н. И. Исследование соответствия дорожных условий требованиям транспортного потока [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.10 «Автомобильные дороги и автомобильный транспорт» / Н. И. Гуков. – К., КАДИ, 1979. – 166 с.

174. Пальчик А. Н. Усовершенствование методов оценки условий движения на основе учета состава транспортного потока [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.10 «Автомобильные дороги и автомобильный транспорт» / А. Н. Пальчик. – К., КАДИ, 1987. – 174 с.

175. Системологія на транспорті. Кн. 4: Організація дорожнього руху / [Гаврилов Е. В., Доля В. К., Лановий О. Т. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Вища школа, 2007 р. – 452 с.

176. Hochmuth A. Fahrdynamik der Landfahrzeuge / Hochmuth A., Wende D. – Berlin : Transpress, 1968.

177. Muller W. Die Fahrdynamik der Verkehrsmittel / Muller W. – Berlin : Springer, 1940.

178. Potthoff G. Einführung in die Fahrdynamik / Potthoff G. – Berlin : Technik, 1953.

179. Wehner B. Technik des Strabenwesens / Wehner B. – VDIZ 109 (1967) H.25, S. 1185 bis 1193.

180. Potthoff G. Begriffsbestimmungen in der Mablehr des Verkehrs / Potthoff G. – WZHfV 5 (1957) H. 3, S. 375-381.

181. Potthoff G. Begriffe der Verkehrsmablehre : Arch. Eisenb / Potthoff G. – Wes. 68 (1958) H. 4, S. 474-483.

182. Weber W. Die Reisezeit der Fahrgaste offentliher Verkehrsmittel in Anhangigkeit von Bahnart und Raumlage / Weber W. : Diss. TH Stuttgart, 1966.

183. Lehner F. Menge, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad im Verkehr / Lehner F. – VuT 2 (1949) H. 8, S. 155-167.

184. Mayr R. Definitionen strabenverkehrstechnischer Begriffe, Nahverkehrs / Mayr

R. – Praxis 3 (1955) H. 2, S. 46-48.

185. Potthoff G. Der stabile Fahrplan / Potthoff G. – ZVMEV 83 (1943) H. 25, S. 343-354.

186. Schumann C. Die Auswirkungen der technisch-ökonomischen Bedingungen des Wagenladungs-Knotenverkehrs auf die Preisbildung im Gutertarif / Schumann C. – Diss. HfV Dresden, 1966.

187. Аксенов И. Ю. Производительность железнодорожного транспорта / Аксенов И. Ю. – М. : Трансиздат, 1962.

188. Koroljowa K. P. Erfahrungen mit dem beschleunigten Durchlauf der Züge / Koroljowa K. P. – Leipzig : Fachbuchverlag, 1952.

189. Kaptick K. Gewichtsaufteilung und Transportarbeit moderner Verkehrsflugzeuge / Kaptick K. – Techn. 13 (1958) H. 10, S. 673-680.

190. Jaworski R. Betriebstechnische Aspekte des Schienenschnellverkehrs / Jaworski R. – Verkehrsann. 15 (1968) H. 3, S. 262-306.

191. Полищук В. П. Автоматизированное управление движением на автомобильных дорогах [Текст]: дисс. ... докт. техн. наук : 05.22.01 / Полищук Владимир Петрович. – К. : УТУ, 1996. – 467 с.

192. Лановой А. Т. Усовершенствование условий движения на обходных кольцевых (полукольцевых) автомобильных дорогах [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Лановой Александр Тимофеевич. – К. : КАДИ, 1992. – 253 с.

193. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / Сильянов В. В. – М. : «Транспорт», 1977. – 303 с.

194. Красильникова О. В. Оценка пропускной способности автомобильных дорог в условиях функционирования автоматизированных систем управления дорожным движением [Текст]: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук : 05.22.01 / Красильникова О. В. – К. : КАДИ, 1993, 20 с.

195. Лановий, О. Т. Логіко-математичне моделювання функціонування мережі автомобільних доріг та його зв'язок з економікою країни / Лановий О. Т. // Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К. : НТУ, 2006. – Випуск 13. – С. 134-139.

196. Лановий, О. Т. Прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування / Лановий О. Т. // Вісті автомобільно-дорожнього інституту : Науково-виробн. зб. АДІ ДонНТУ, Горлівка, 2005. – №1. – С. 27-30.

197. Кобринский Н. Е. Введение в экономическую кибернетику. Уч. пособ. /

[Кобринский Н. Е., Майминас Е. З., Смирнов А. Д.] – М. : «Экономика», 1975. – 343 с.

198. Петраков Н. Я. Кибернетические проблемы управления экономикой / Петраков Н.Я. – М. : «Наука», 1974.

199. Лановий, О. Т. Оцінка функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в єдиній транспортній системі держави / Лановий О.Т. // Науково-виробн. зб. АДІ ДонНТУ. – Горлівка: 2006. – №2(3). – С. 29-35.

200. Лановий, О. Т. Визначення мультиплікативного ефекту формування національного доходу країни в залежності від обсягів фінансування дорожнього господарства / Лановий О.Т. // Коммунальное хозяйство городов. – К. : «Техніка», 2007 р. – Вип. 76. – С. 423-431.

201. Лановий, О. Т. Синтез моделей прогнозування раціонального розвитку мережі автомобільних доріг загального користування в єдиній транспортній системі / Лановий О. Т. // Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах : Ч. 2. – К. : НТУ, 2007. – Випуск 15. – С. 113-121.

202. Лановий, О. Т. Модель функціонування дорожнього комплексу з удосконалення дорожніх умов, що відповідають вимогам безпечного руху транспортних потоків : Зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції [«Безпека дорожнього руху: сучасність і майбутнє»] / Лановий О.Т. – Київ : НДЦ БДР МВС України, 2004. – С. 62-65.

203. Лановий, О. Т. Моделювання розвитку функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в єдиній транспортній системі держави / Лановий О.Т. // Науково-виробн. зб. АДІ ДонНТУ. – Горлівка : 2008. – №1(6). – С. 88-95.

204. Ланге О. Введение в экономическую кибернетику / Ланге О. – М. : «Прогресс», 1968.

205. Walsh Ciaran. Key Management Rations 2nd editions: Pearson Education Limited / Walsh Ciaran. – London : 1996.

206. Лановий, О. Т. Визначення адекватного рівня фінансування автомобільних міжнародних транспортних коридорів України / Лановий О. Т. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – К. : НТУ, 2008. – Вип. 5. – С. 329-333.

207. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / Эшби У.Р. – М. : Изд-во иностр. лит., 1959.

208. Лановий, О. Т. Система управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування / Лановий О. Т. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – К. : НТУ, 2009. – Вип. 6. – С. 158-162.

209. Лановий, О. Т. Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах

загального користування / Поліщук В. П., Лановий О. Т., Бондар Т. В. // Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К. : НТУ, 2009. – Випуск 15. – С. 113-121.

210. Лановий, О. Т. Суспільно-економічне прогнозування та управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування / Лановий О. Т. // Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах : Ч. 2. – К. : НТУ, 2009. – Вип. 19. – С. 47-51.

211. Лановий О. Т. Логістичні принципи функціонування мережі автомобільних доріг загального користування: Матеріали Міжнародної наук.-практичної конференції [«Логістика промислових регіонів»] (26-28 травня 2010 р.) / Лановий О. Т., Поліщук В. П. – Донецьк : Донецька академія автомобільного транспорту, 2010. – С. 101-105.

212. Лановий, О.Т. Система управління функціонуванням мережі автомобільних доріг загального користування. Проблеми транспорту. Збірник наукових праць – К. : НТУ, 2010. – Вип. 7. – С. 109-127.

213. Лановий О. Т. Сценарії роботи автомобільних доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – національні та міжнародні транспортні потоки». Матеріали IV Міжнародної наук.-практ. конференції «Логістика промислових регіонів» (Донецьк – Святогірськ, 23-25 квітня 2012 р.). – Збірник наукових праць. – С. 26-29.

214. Лановой, А. Т. Практические методы оценки эффективности функционирования и необходимости в развитии сети автомобильных дорог / Полищук В. П., Лановой А. Т. // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – 2012. – vol. 14, № 3. Lublin – Kiev – Simferopol – Mykolaiv – Lviv – Rzeszow. – P. 70-77.

215. Lanovyuy, O. Ensuring conditions of continuous, safe and convenient traffic flow for road network / Alexander Lanovyuy // Paper of National Transport University. – К. : NTU – 2014. – Vol. 28. – P. 278-284.

216. Лановий, О. Т. Аналіз впливу функціонування мережі автомобільних доріг на економічну систему України та її суспільство // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14. Частина 1: Серія «Технічні науки». – С. 99-109.

217. Лановий, О. Т. Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг загального користування. Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник – К. : НТУ, 2015. – Випуск 1 (31). С. 309-316.



218. Лановой, А. Т. Оптимизация управления транспортной системой региона. Проблемы физики, математики и техники. Научно-технический журнал – Беларусь, г. Гомель : Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, 2016. – №1(26). – С. 75-79. – Режим доступа: [http://gsu.by/pfmt/files/Проблемы физики математики и техники 2016 №1 \(26\).pdf](http://gsu.by/pfmt/files/Проблемы физики математики и техники 2016 №1 (26).pdf). *Видання входить до наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.*

219. Лановой, А. Т. Оценка ресурсного обеспечения функционирования и развития сети автомобильных дорог. Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. Безопасность дорожного движения. Сб. научн. трудов – Беларусь, г. Минск : Белорусский национальный технический университет, 2016. – С. 232-238.

220. Лановий, О. Т. Новітні методи управління функціонуванням та подальшим розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України / Лановий О. Т. // International Scientific and Practical Conference «WORLD SCIENCE». Международное периодическое научное издание. October 2016. – № 10 (14), Vol.1. – Dubai, UAE. – P. 29-34. – ISSN 2413-1032. *Видання входить до наукометричних баз даних: Index Copernicus, Наукова електронна бібліотека eLIBRARY, Російський індекс наукового цитування (PIHЦ), RSCI, Scholar Google, ORCID.*

221. Лановий, О. Т., Корчевський А. О. Розробка моделі виникнення критичних дорожньо-транспортних ситуацій / Лановий О.Т., Корчевський А. О. // International Scientific and Practical Conference «WORLD SCIENCE». Международное периодическое научное издание. October 2016. – № 10 (14), Vol.1. – Dubai, UAE. – P. 45-50. – ISSN 2413-1032. *Видання входить до наукометричних баз даних: Index Copernicus, Наукова електронна бібліотека eLIBRARY, Російський індекс наукового цитування (PIHЦ), RSCI, Scholar Google, ORCID.*

222. Лановой А.Т. Принципы пропорциональности и сбалансированности развития сети автомобильных дорог. III International Scientific and Practical Conference «Modern Scientific Achievements and Their Practical Application» (October 27 – 28, 2016, Dubai, UAE). – 2016. – № 11 (15), Vol.1. – Dubai, UAE. – P. 45-48. – ISSN 2413-1032. *Видання входить до наукометричних баз даних: Index Copernicus, наукова електронна бібліотека eLIBRARY, Російський індекс наукового цитування (PIHЦ), RSCI, Scholar Google, ORCID.*

## ДОДАТОК А

### Оцінка складових критеріїв показника ефективності функціонування транспортної системи регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки»

#### А.1 Складові параметри визначення безперервності руху на автомобільних дорогах загального користування

Умови безперервного руху транспортних потоків автомобільними дорогами забезпечуються майже завжди за виключенням декількох випадків (розділи 3 і 5).

*Випадок перший.* Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги задовольняє вимогам руху транспортних потоків. Але за якихось причин рух транспортних засобів відсутній, тобто,  $N$  – об'єм (інтенсивність руху) потоку дорівнює нулю:  $N = 0$ . За цієї умови й швидкості руху, природно, немає  $V = 0$ , а, отже, продуктивність дороги дорівнює нулю, тобто  $\Pi = 0$ .

*Випадок другий.* Автомобільна 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 виникненням надзвичайної ситуації. Знов таки:  $N = 0$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ .

*Випадок третій.* Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної 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 через заторову ситуацію. При цьому:  $N = \max$ ,  $V = 0$  та  $\Pi = 0$ .

*Висновок.* Умови безперервного руху автомобільною дорогою забезпечуються 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  $N = \max$  (рис. А.1). Як приклад для автомобільної дороги І категорії одного з регіонів країни отримана наступна залежність «Продуктивність дороги – Інтенсивність руху»:

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

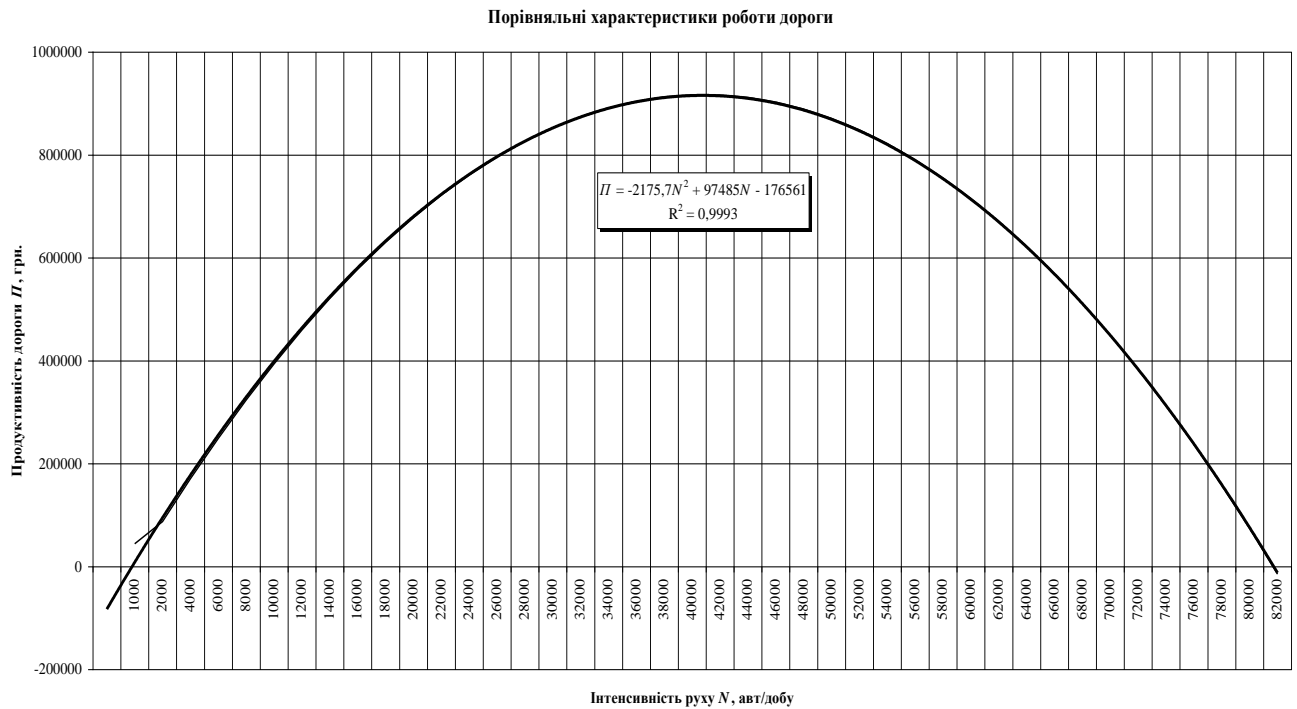


Рисунок А.1 – Залежність «Продуктивність дороги – Інтенсивність руху»

Окрім того, для застосування у моделях показника «Продуктивність дороги» в якості аргументу отримана залежність «Інтенсивність руху – Продуктивність дороги» (рис. А.2):

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

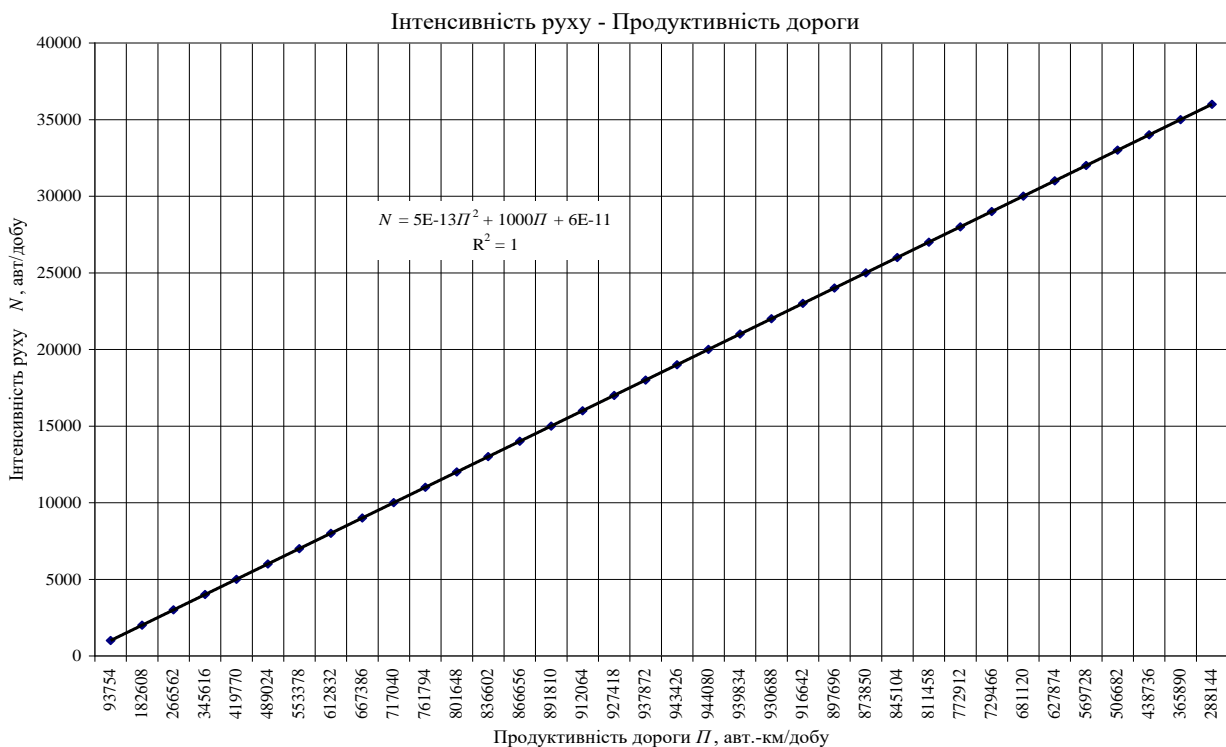


Рисунок А.2 – Залежність «Інтенсивність руху – Продуктивність дороги»

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

## **А.2 Складові параметри визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування**

Загалом методологія оцінка рівнів безпеки дорожнього руху досить детально розглянута у розділі 3.5. Тут визначимо головні параметри, що розглянуті у якості складових щодо оцінки роботи автомобільної дороги. Такими слід вважати:

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

На підставі вихідних даних у відповідності до поданої вище методології визначаються рівні безпеки руху.

Приведена вартість ДТП (рис. А.3) 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. А.4) щодо забезпечення функціонування автомобільної дороги або її ділянки.

Визначаються рівні безпеки руху (рис. А.5) в залежності від стану аварійності, характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання запланованих дорожніх робіт.

Слід підкреслити, що 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 дорозі (її ділянці);

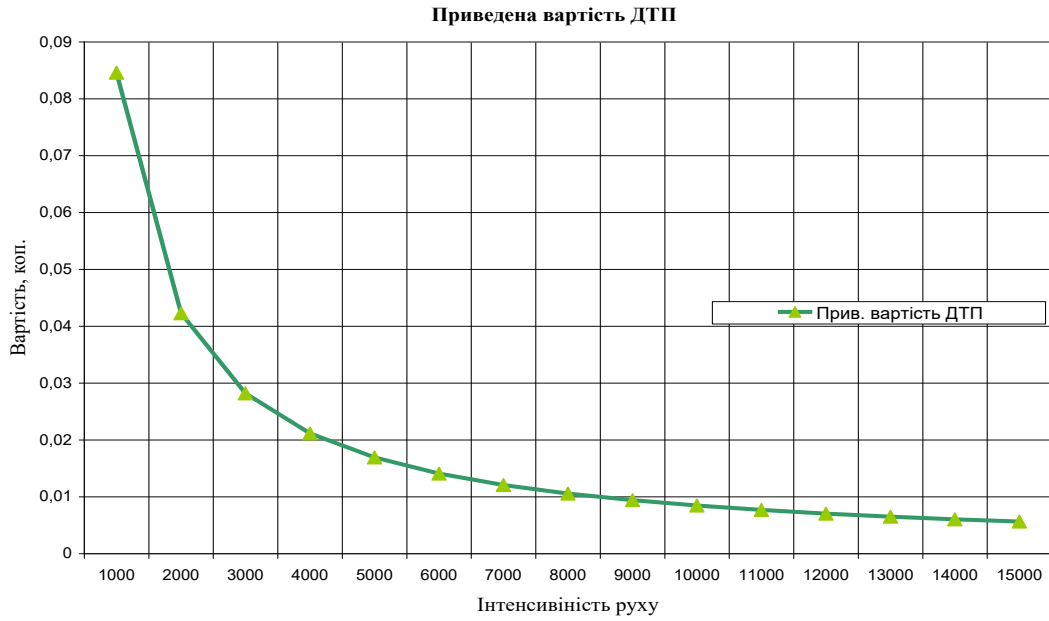


Рисунок А.3 – Визначення приведеної вартості ДТП (приклад)

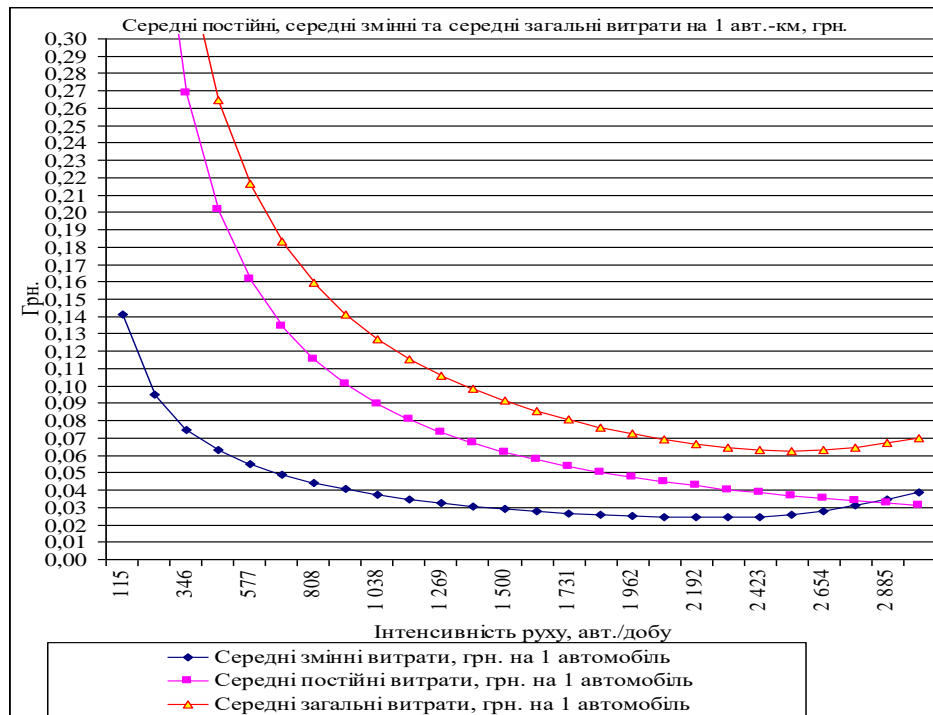


Рисунок А.4 – Визначення дорожніх витрат (приклад)

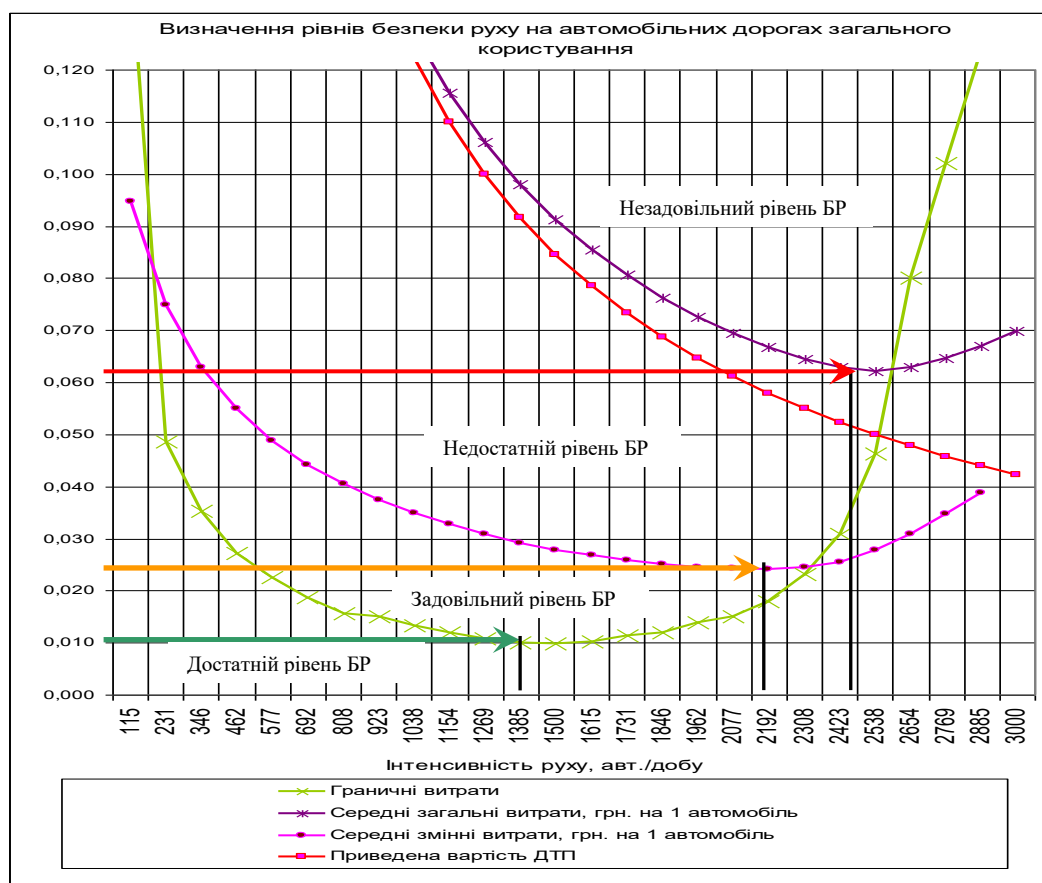


Рисунок А.5 – Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах (приклад)

- визначення усіх видів дорожніх витрат та планування заходів з підвищення безпеки дорожнього руху;

- визначення рівнів безпеки руху в залежності від стану аварійності, характеристик транспортного потоку, дорожніх умов та ресурсного забезпечення виконання дорожніх робіт;

- прогнозування зниження ризиків скоєння ДТП та прийняття рішення щодо впровадження заходів;

- процес оцінки рівнів безпеки руху з прийняттям рішення щодо можливості або неможливості впровадження заходів з підвищення безпеки дорожнього руху.

На рис. А.5 (у якості прикладу) 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.

### **А.3 Складові параметри визначення рівнів зручності руху на автомобільних дорогах загального користування**

Зазвичай під рівнем зручності розуміють максимальну кількість автомобілів, яку може пропустити ділянка дороги в одиницю часу і називають це пропускнуою здатністю дороги.

Оцінку пропускнуої здатності виконують за методикою проф. Сильянова В.В. [193] за рівнями зручності руху: А, Б, В, Г-а и Г-б.

Так, рівень зручності А відповідає умовам, при яких відсутній вплив на режим руху інших автомобілів. Рівень зручності Б – в транспортному потоці утворюються окремі групи автомобілів. Число обгонів зростає. Рівень зручності В характерний появою колон автомобілів і скороченням числа обгонів. Рівень Г-а - рух колон з невеликими розривами. Обгони відсутні. При рівні зручності Г-б автомобілі рухаються безперервною колоною з частими зупинками (заторами). Такий рух найчастіше спостерігається на ділянках доріг з високою інтенсивністю при несприятливих умовах погоди.

Отже, як походить із вищенаведеного, таким чином оцінюються якісні характеристики транспортних потоків, що рухаються автомобільними дорогами. Окрім того, дійсно, 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.

Ще одним із найважливіших понять показника «пропускна здатність автомобільної дороги» є його просторово-часова ймовірнісна характеристика, що доведено у роботі к.т.н. Красильникової О.В. [194].

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 потреби у необхідному ресурсному забезпеченні.

Для отримання рівнів зручності, що відповідають різному ресурсному забезпеченню, використовується Методологія визначення транспортної цінності забезпечення дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги (розділ 3.4).

Окремими кроками визначення рівнів зручності є отримання наступних залежностей:

- швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку;
- продуктивність автомобільної 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 автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення);
- постійні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- змінні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- загальні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні постійні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні змінні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- середні загальні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги;
- сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної 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. А.6):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:  $V_{20} = -0,0018N + 78,10$ ;



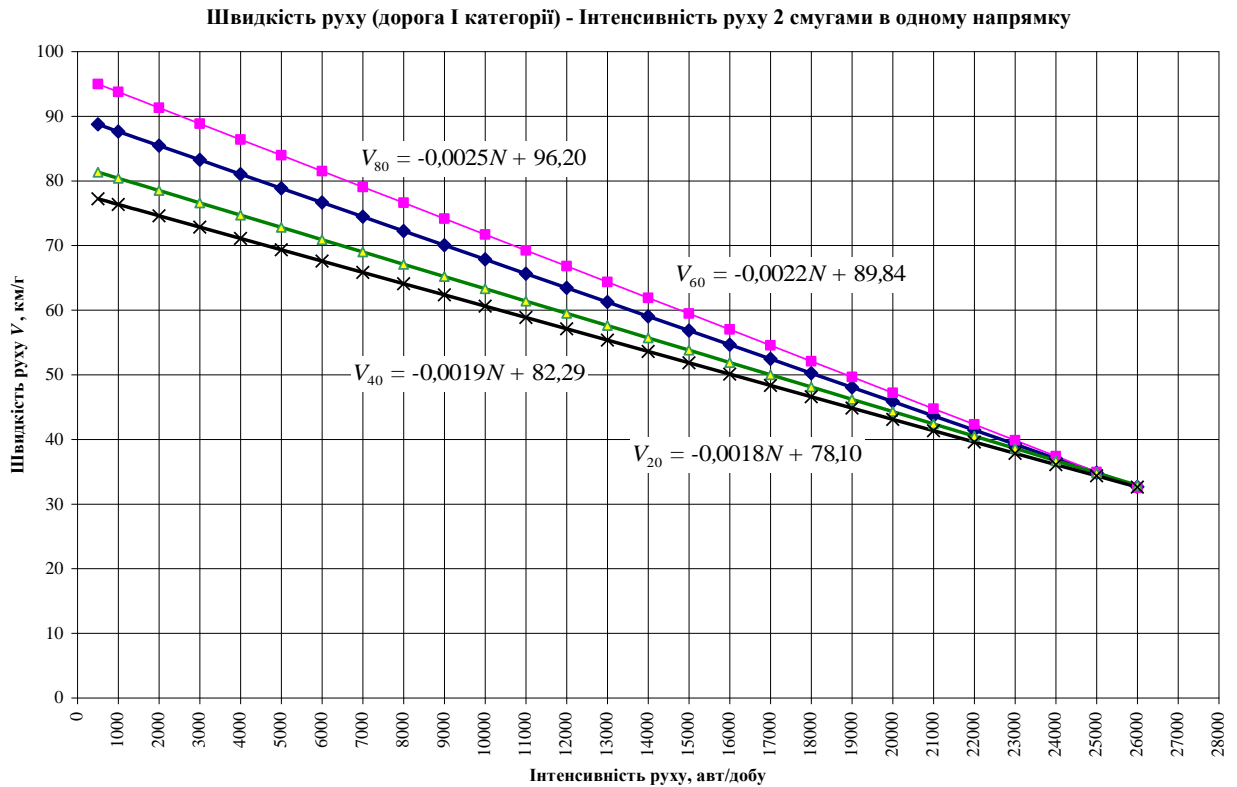


Рисунок А.6 – Залежність «швидкість руху – інтенсивність руху» для дороги I категорії для різного складу транспортного потоку

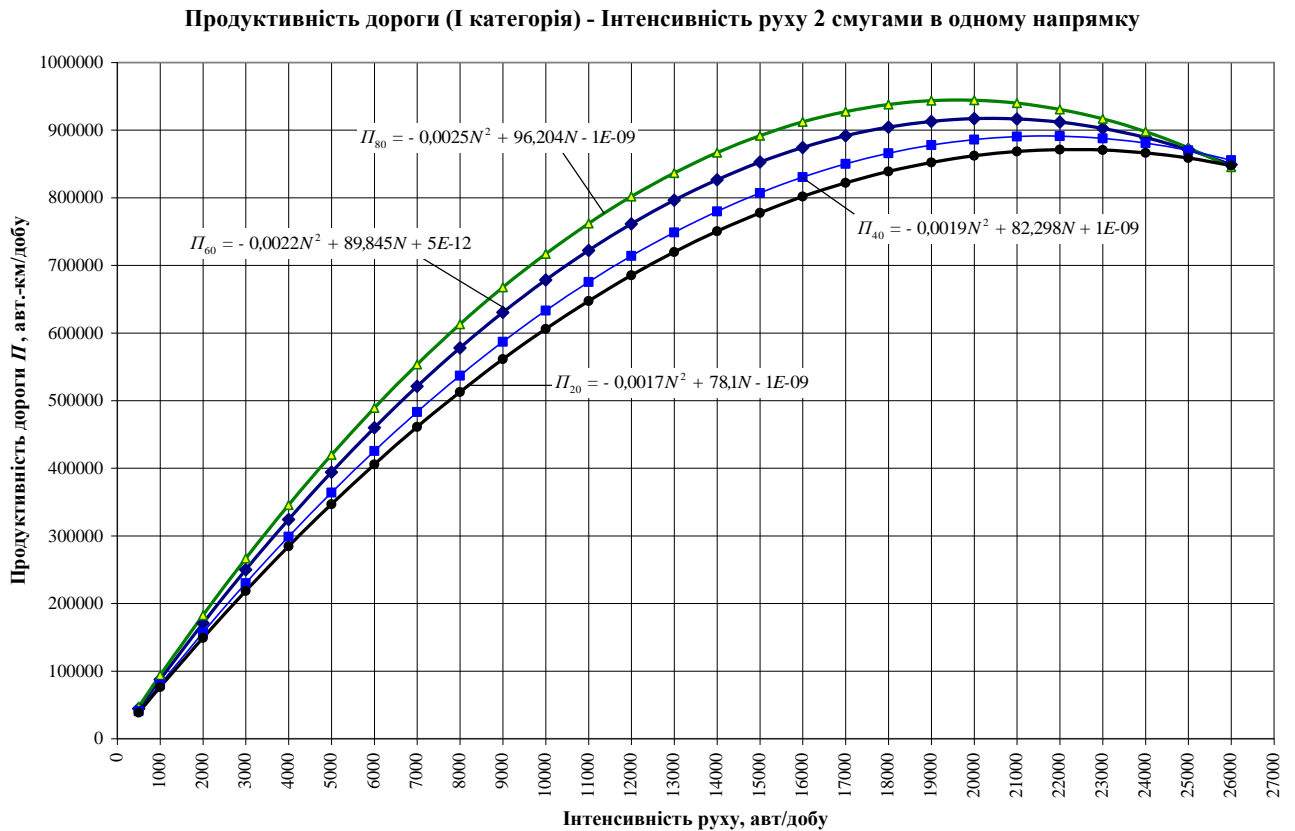


Рисунок А.7 – Залежність «продуктивність дороги I категорії – інтенсивність руху» для різного складу транспортного потоку

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

2) продуктивність автомобільної дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку для I категорії (рис. А.7):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:

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

- при частці 40% легкових у транспортному потоці:

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

- при частці 60% легкових у транспортному потоці:

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

- при частці 80% легкових у транспортному потоці:

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

3) транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення) – рис. рис. 6.8 – 6.11:

$$P_{80} = 3,1632 E^{-0,10057I};$$

$$P_{60} = 3,1632 E^{-0,10527I};$$

$$P_{40} = 3,1632 E^{-0,11187I};$$

$$P_{20} = 3,1632 E^{-0,11437I};$$

4) сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.8 – А.11):

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

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

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

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

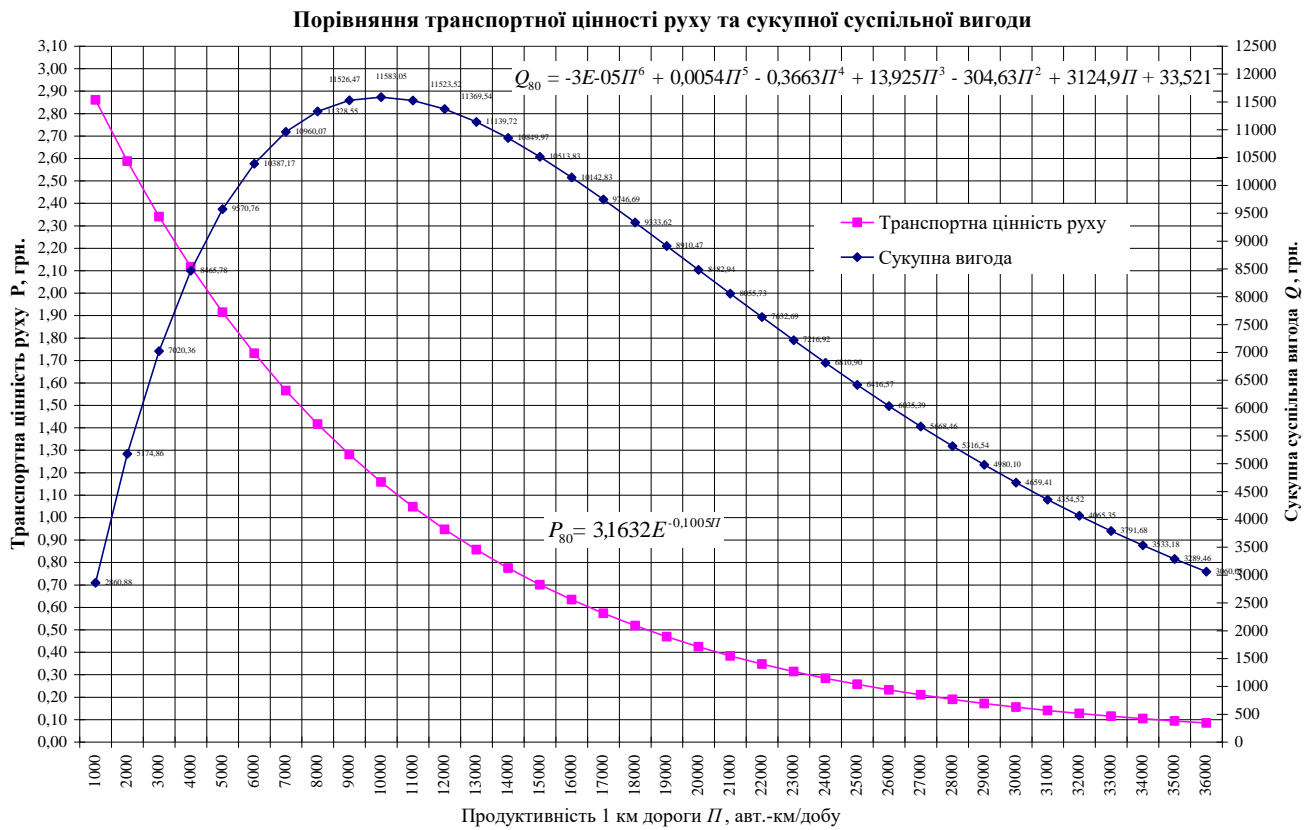


Рисунок А.8 – Транспортна цінність руху (частка 80 % легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

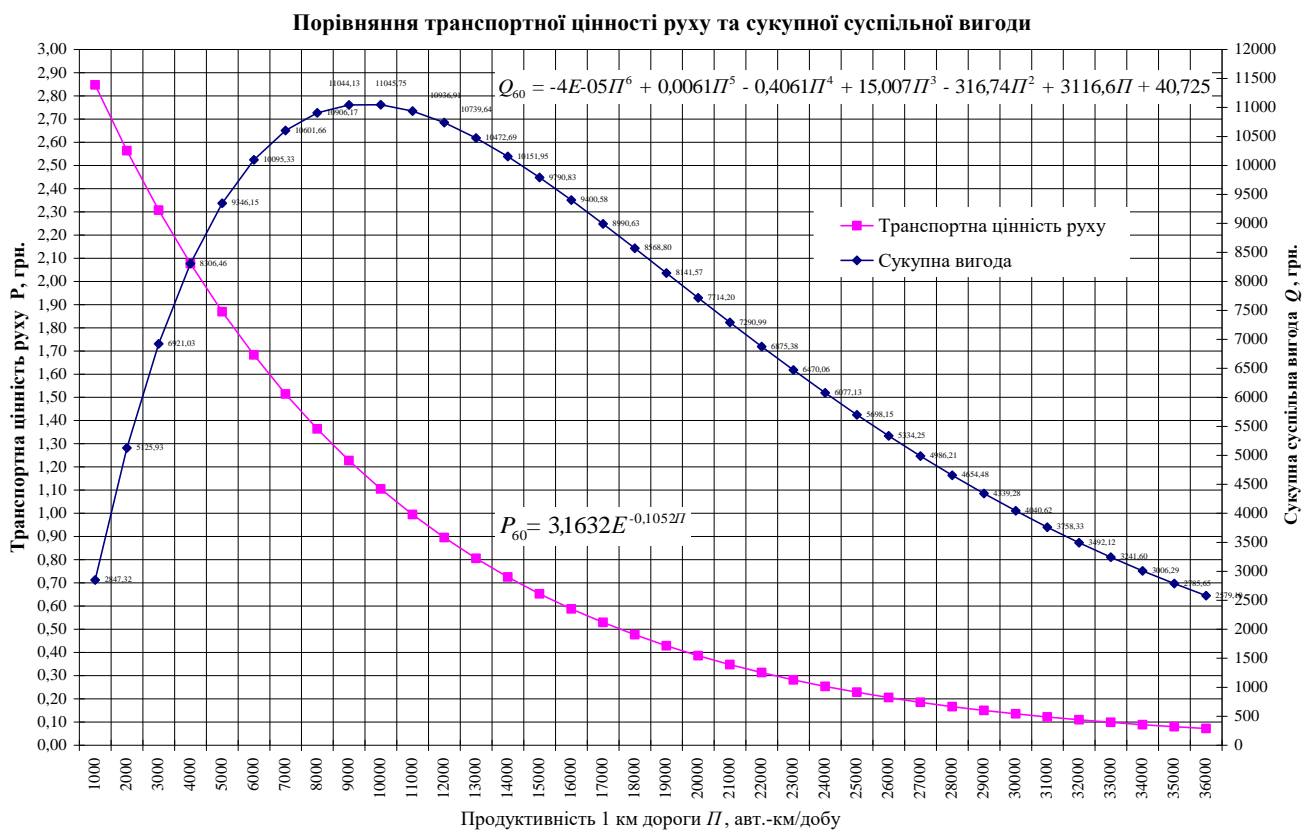


Рисунок А.9 – Транспортна цінність руху (частка 60 % легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

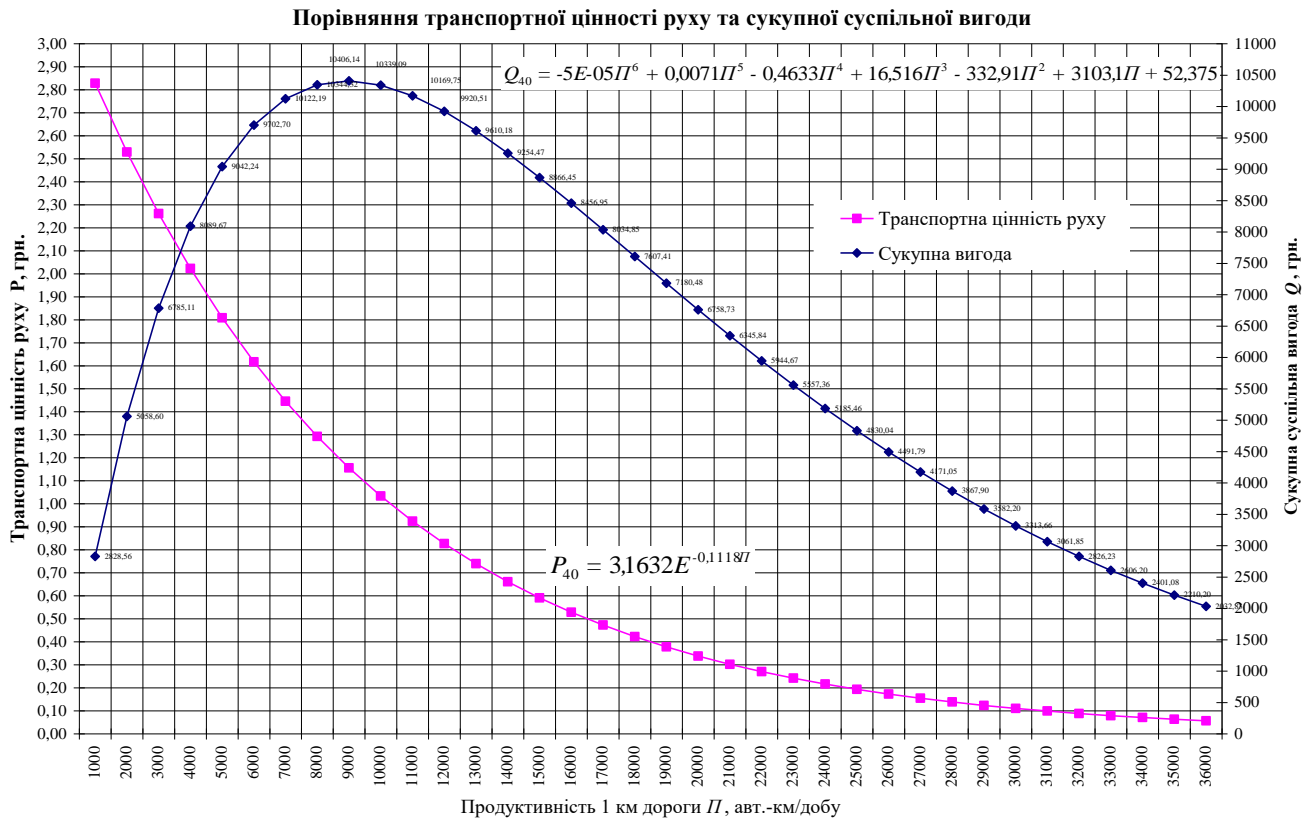


Рисунок А.10 – транспортна цінність руху (частка 40 % легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

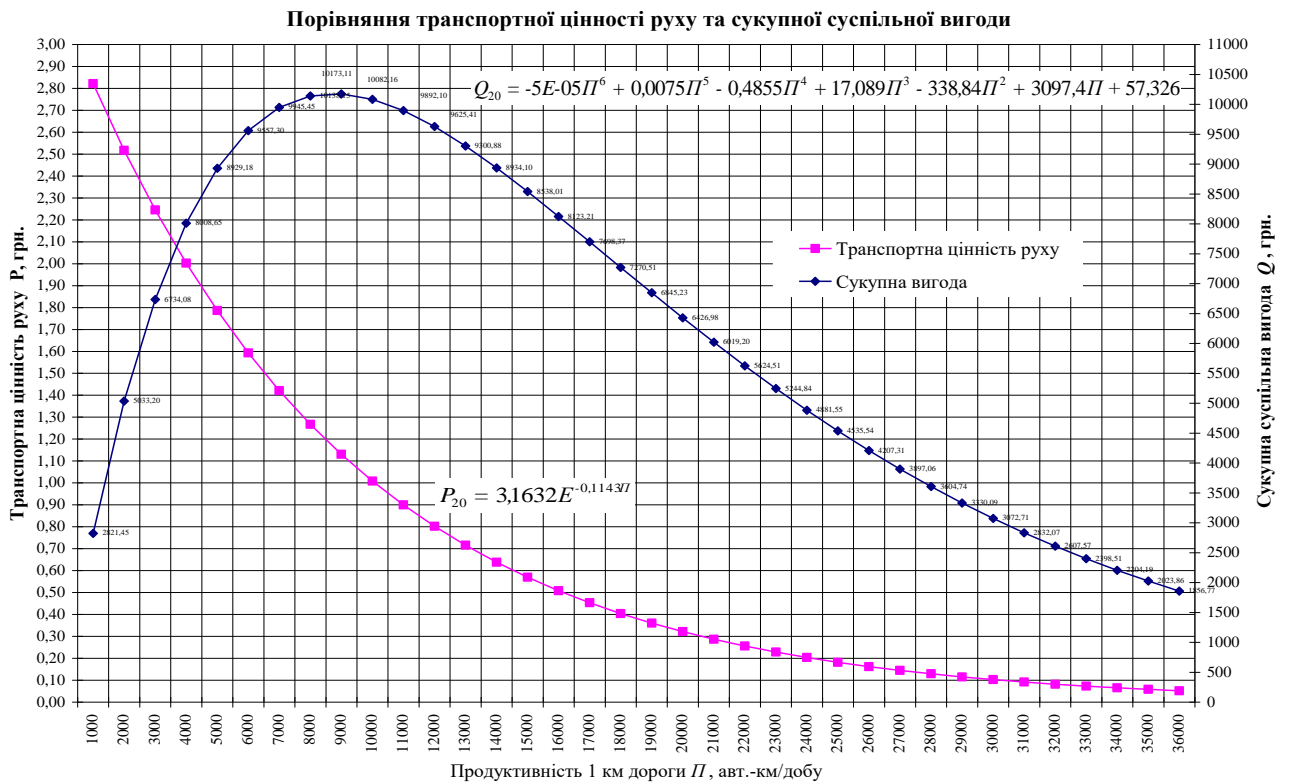


Рисунок А.11 – Транспортна цінність руху (частка 20 % легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

5) постійні суспільні витрати ( $TFC$ ) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.12):  $TFC = -2E-13\Pi + 1947,7$ ;

6) змінні суспільні витрати ( $TVC$ ) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.12):

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

$$R^2 = 0,9985;$$

7) загальні суспільні витрати ( $TC$ ) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.12):

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

$$R^2 = 0,9985;$$

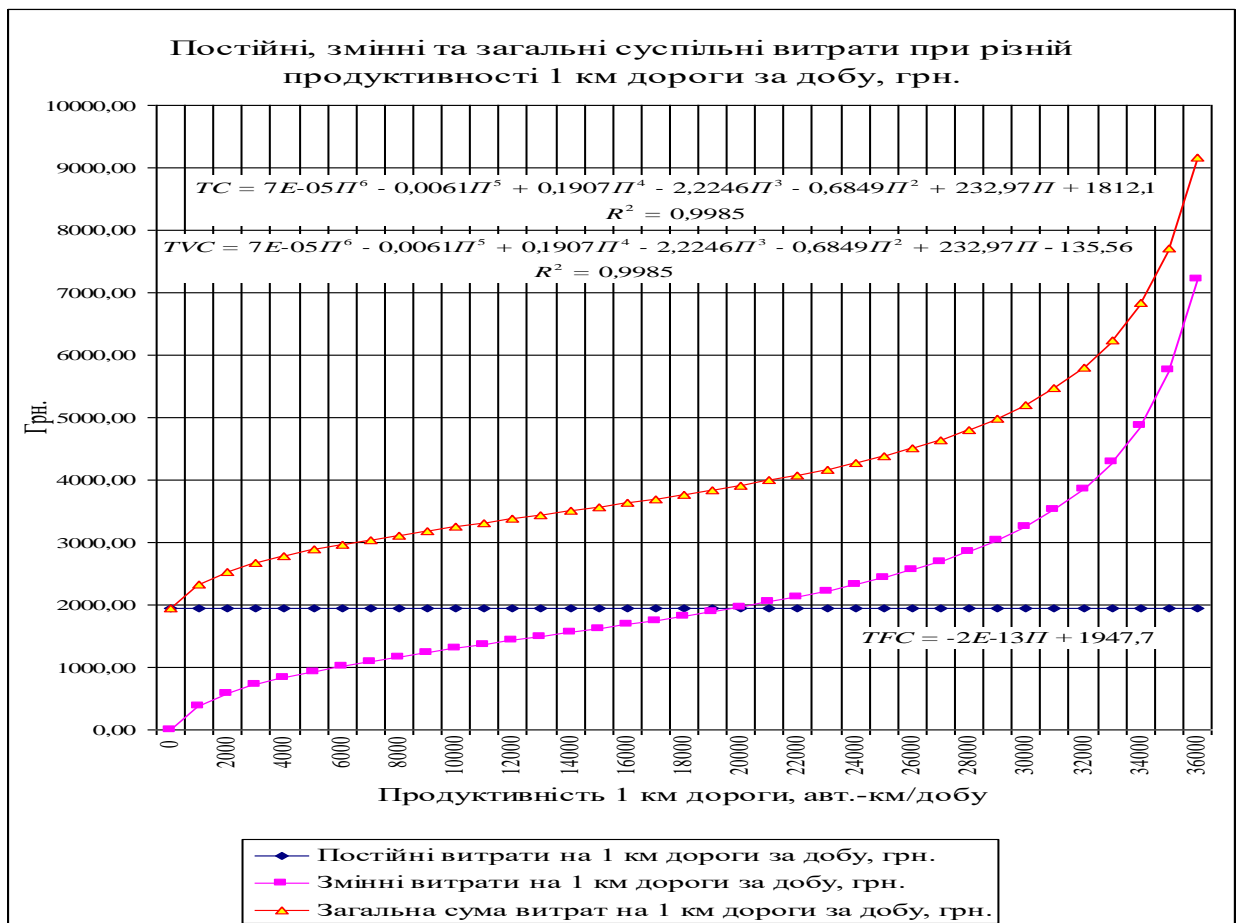


Рисунок А.12 – Залежності постійних, змінних та загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії)

8) середні постійні суспільні витрати ( $AFK$ ) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.13):  $AFK = 1,9477\Pi^{-1}$ ;

9) середні змінні суспільні витрати ( $AVC$ ) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.13):

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

$$R^2 = 0,9976;$$

10) середні загальні суспільні витрати (ATC) – продуктивність ( $\Pi$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії – рис. А.13):

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

$$R^2 = 0,9776$$

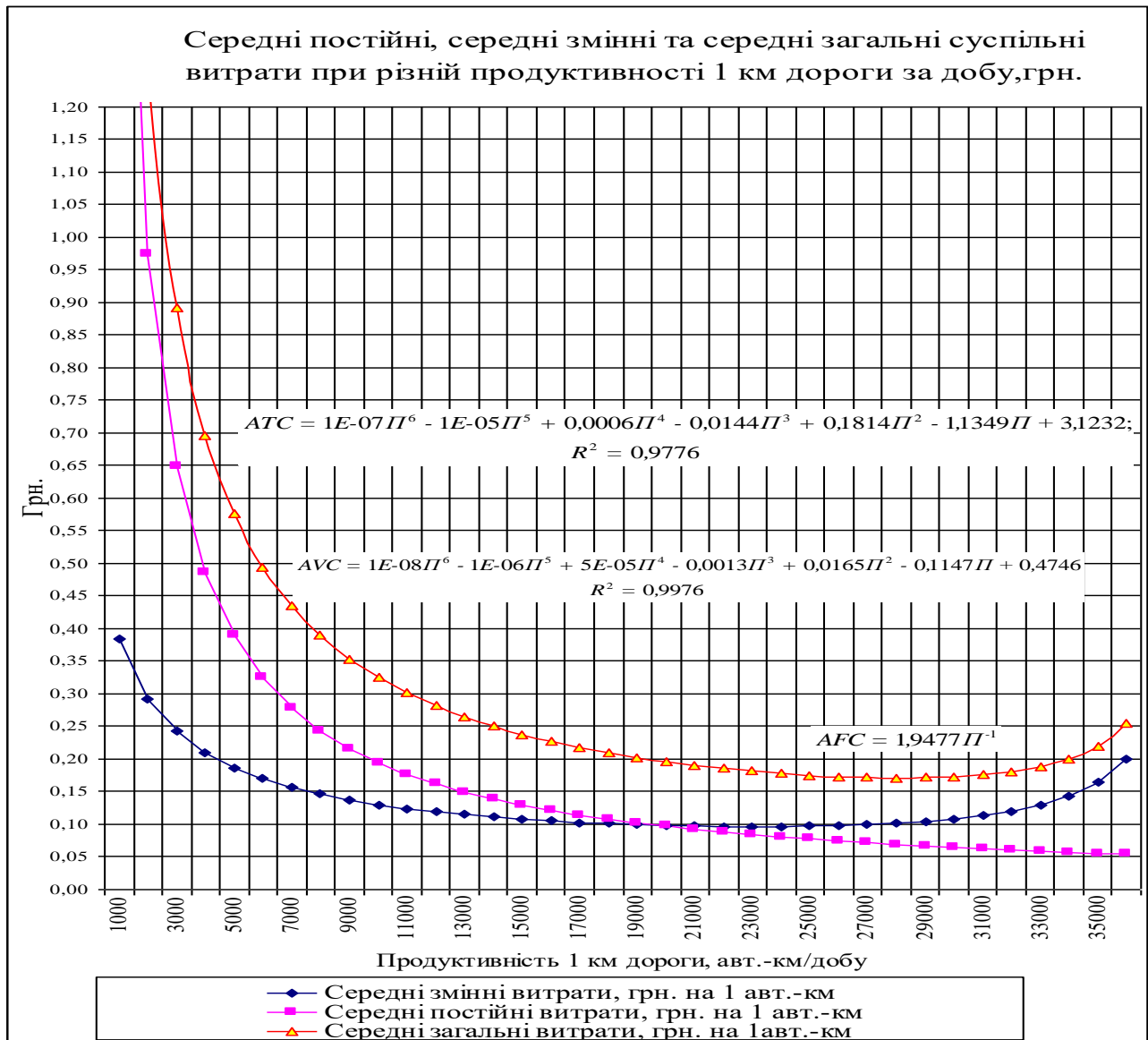


Рисунок А.13 – Залежності середніх постійних, середніх змінних та середніх загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії)

11) граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.14):

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

$$R^2 = 0,9924.$$

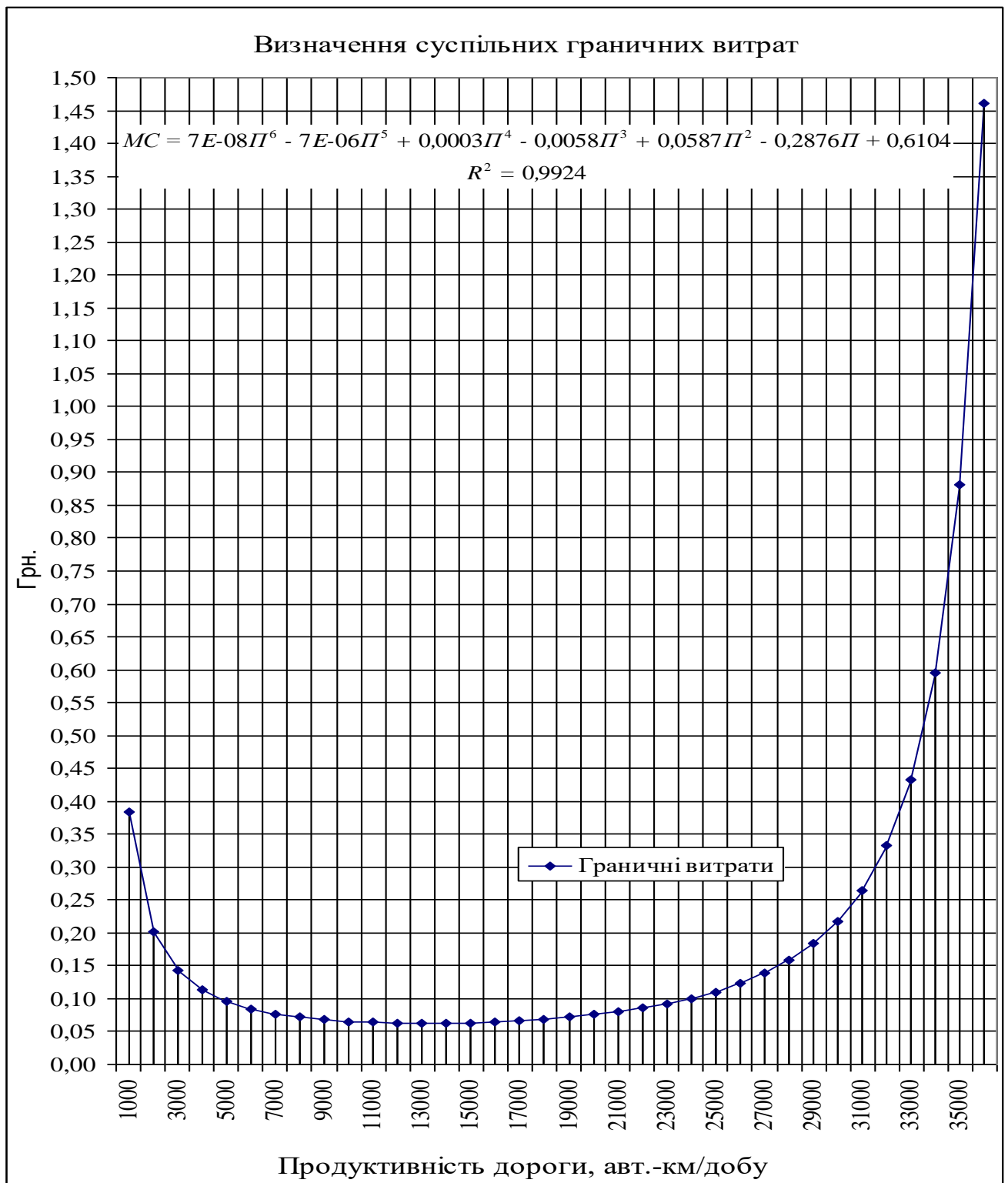


Рисунок А.14 – Залежність граничних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для I категорії)

Також отримані залежності та відповідні їм графіки для одного з регіонів країни у цінах 2003 р. для автомобільних доріг загального користування II категорії:

12) швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (рис. А.15):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:  $V_{20} = - 0,002 N + 67,21$  ;
- при частці 40% легкових у транспортному потоці:  $V_{40} = - 0,002 N + 72,38$  ;
- при частці 60% легкових у транспортному потоці:  $V_{60} = - 0,0022 N + 79,75$  ;
- при частці 80% легкових у транспортному потоці:  $V_{80} = - 0,0024 N + 86,34$  .

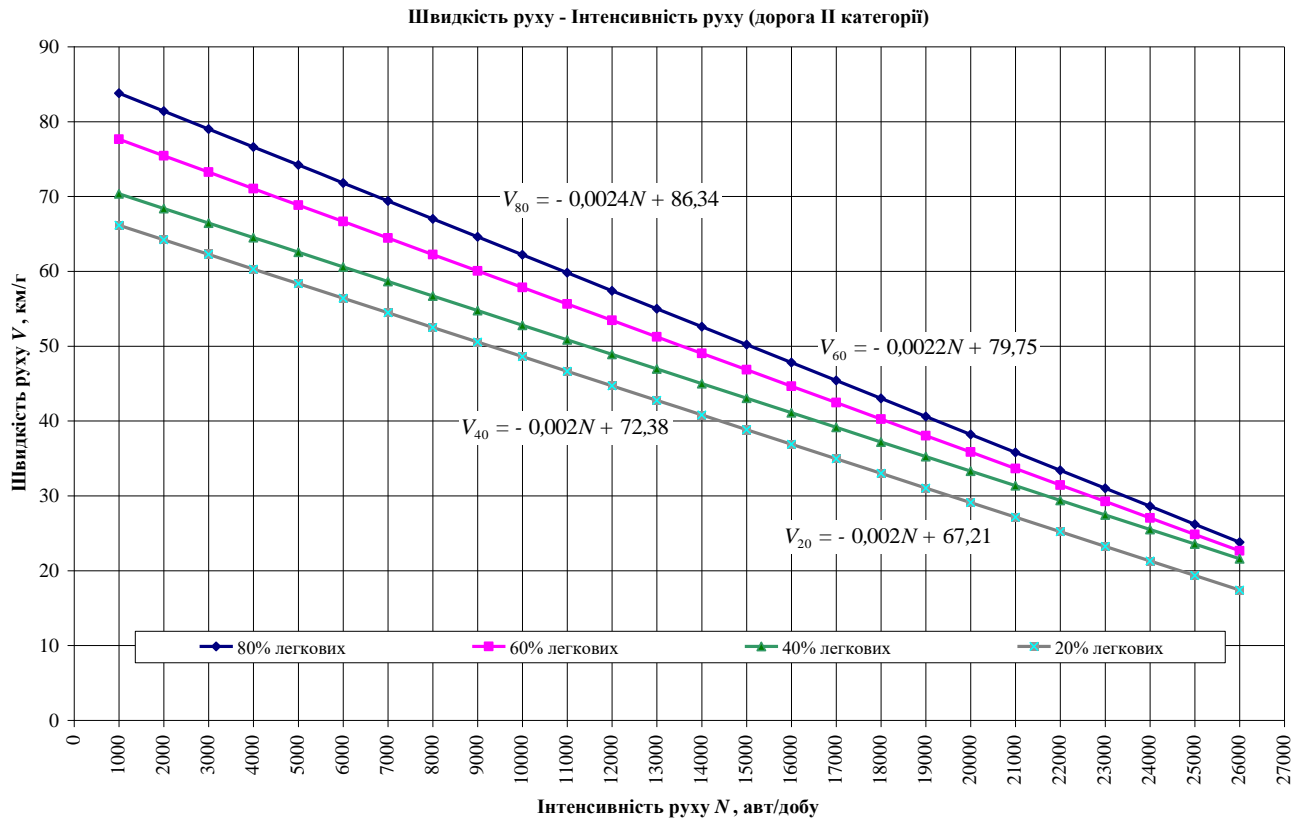


Рисунок А.15 – Залежність «швидкість руху – інтенсивність руху» для дороги II категорії для різного складу транспортного потоку

13) продуктивність автомобільної дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку для II категорії (рис. А.16):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{20} = -0,002N^2 + 67,21N - 7E-10;$$

- при частці 40% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{40} = -0,002N^2 + 72,38N - 3E-09;$$

- при частці 60% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{60} = -0,0022N^2 + 79,75N - 2E-09;$$

- при частці 80% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{80} = -0,0024N^2 + 86,34N - 2E-09;$$



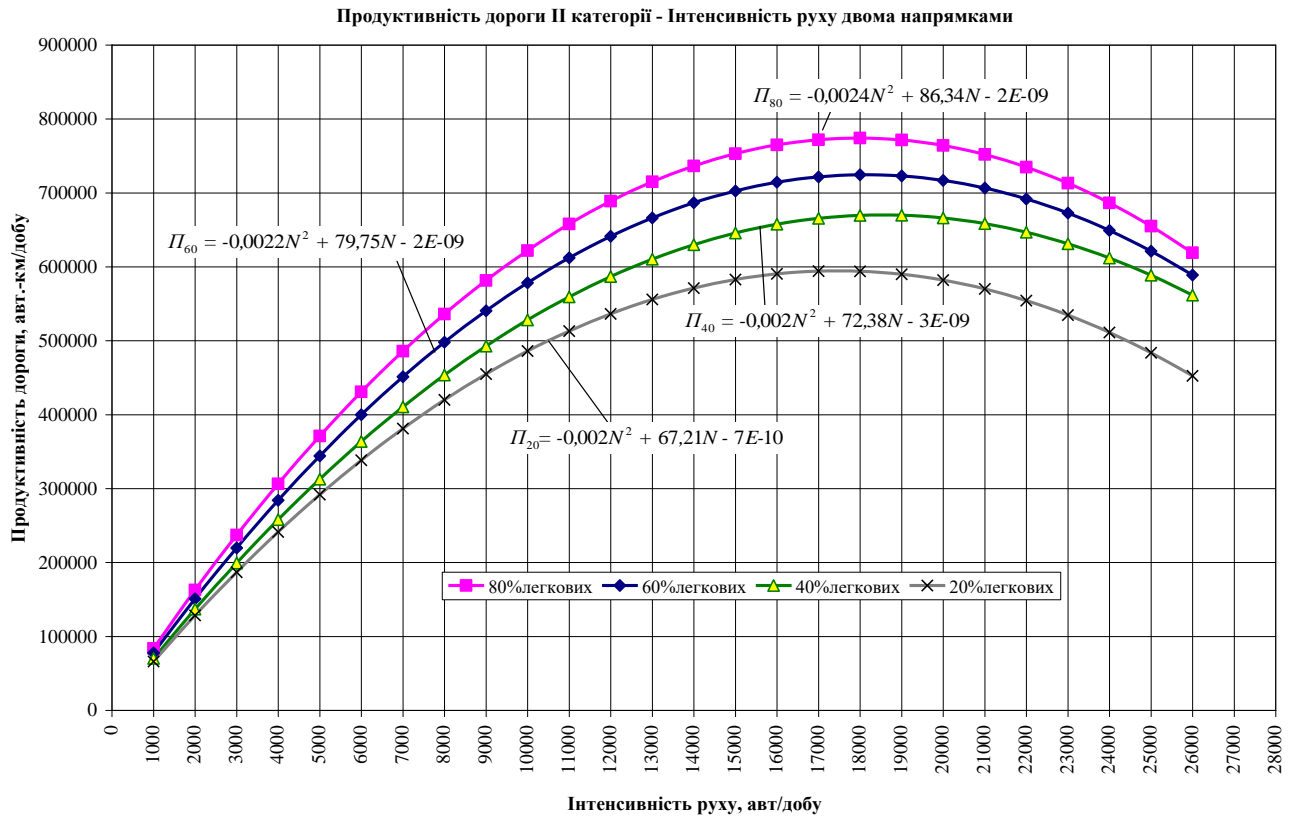


Рисунок А.16 – Залежність «продуктивність дороги II категорії – інтенсивність руху» для різного складу транспортного потоку

14) транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення) – рис. рис. А.17 – А.20:

$$P_{80} = 2,8336e^{-0,2308I};$$

$$P_{60} = 2,8336e^{-0,2268I};$$

$$P_{40} = 2,8336e^{-0,2219I};$$

$$P_{20} = 2,8336e^{-0,2111I};$$

15) сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.17 – А.20):

$$Q_{80} = -0,0002I^6 + 0,0204I^5 - 0,8385I^4 + 17,86I^3 - 201,43I^2 + 983,69I + 72,791;$$

$$Q_{60} = -0,0002I^6 + 0,0198I^5 - 0,8187I^4 + 17,566I^3 - 200,06I^2 + 989,75I + 68,728;$$

$$Q_{40} = -0,0002I^6 + 0,0191I^5 - 0,7937I^4 + 17,187I^3 - 198,23I^2 + 997I + 63,853;$$

$$Q_{20} = -0,0002P^6 + 0,0174P^5 - 0,7369P^4 + 16,308P^3 - 193,69P^2 + 1011,8P + 53,853.$$

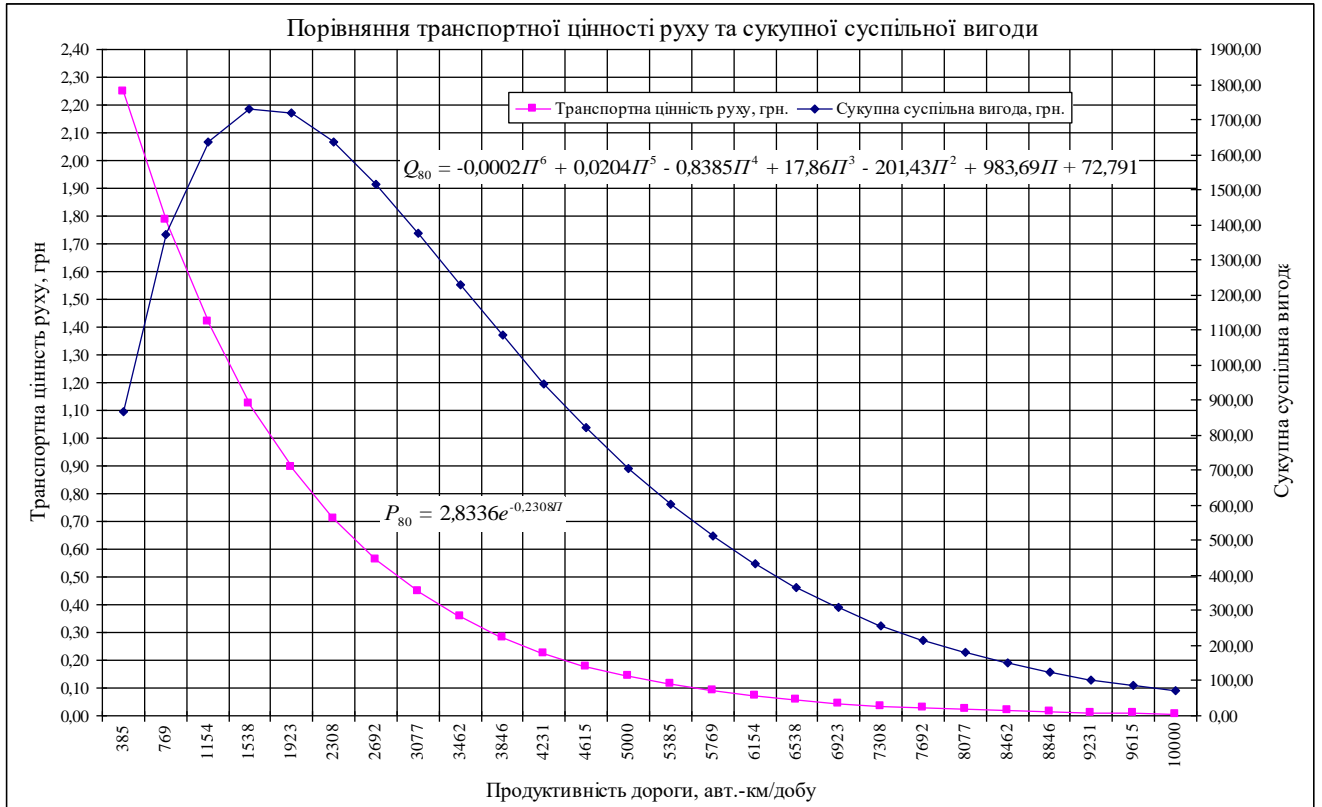


Рисунок А.17 – Транспортна цінність руху (частка 80% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

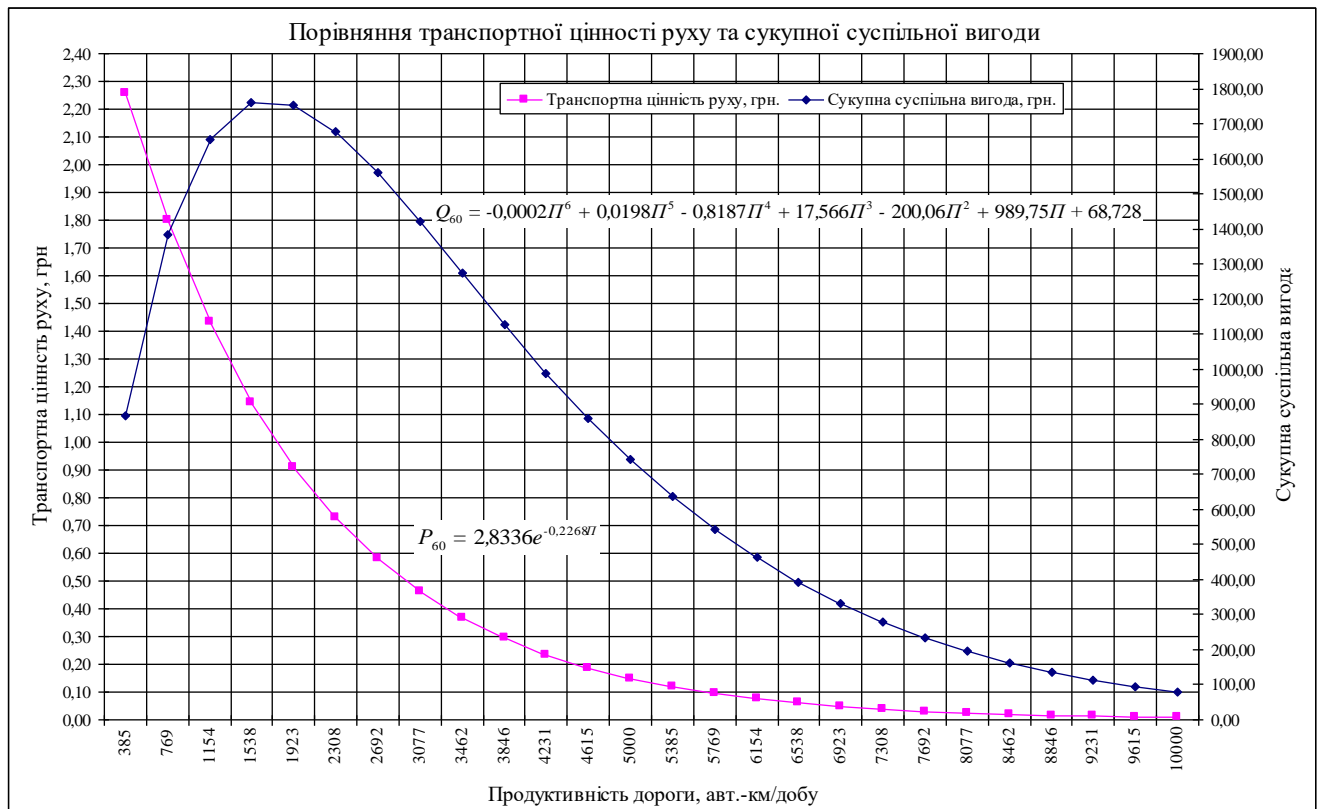


Рисунок А.18 – Транспортна цінність руху (частка 60% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

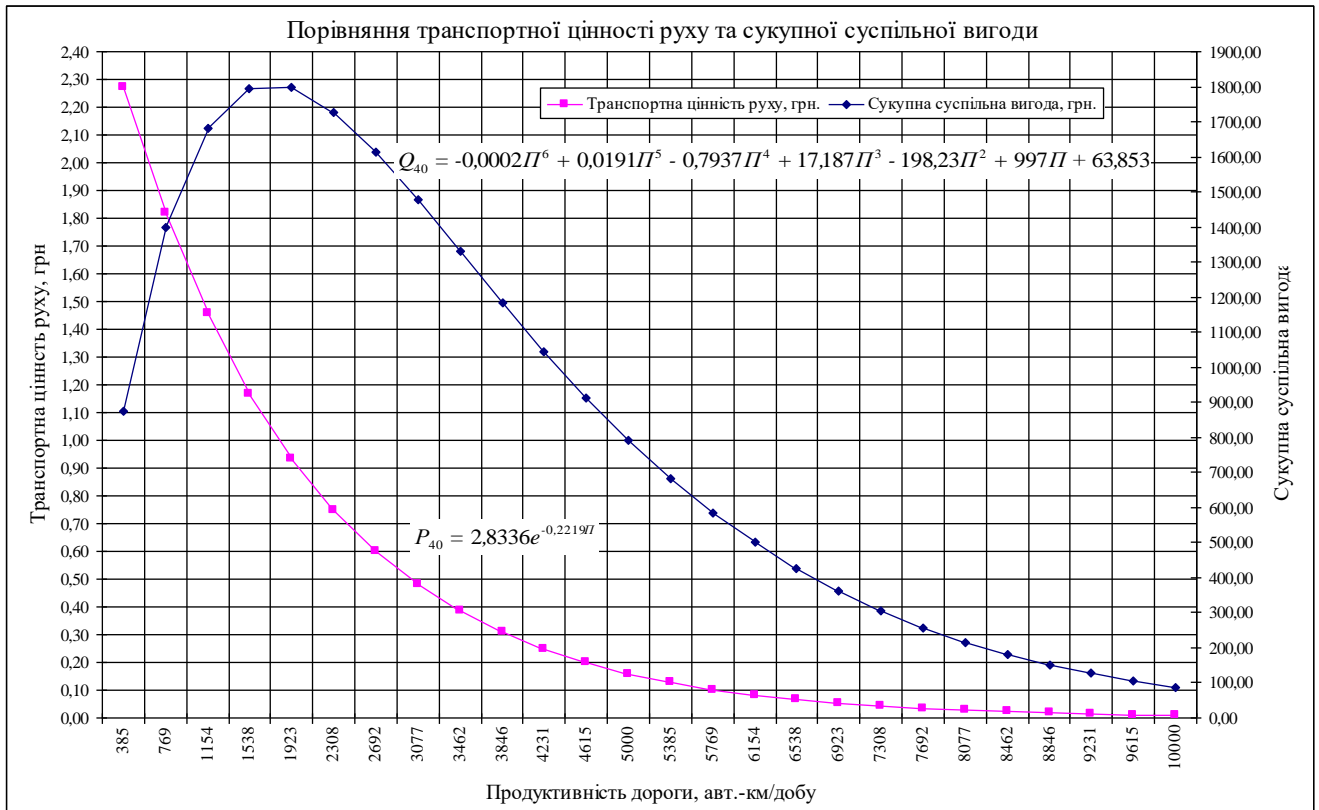


Рисунок А.19 – Транспортна цінність руху (частка 40% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

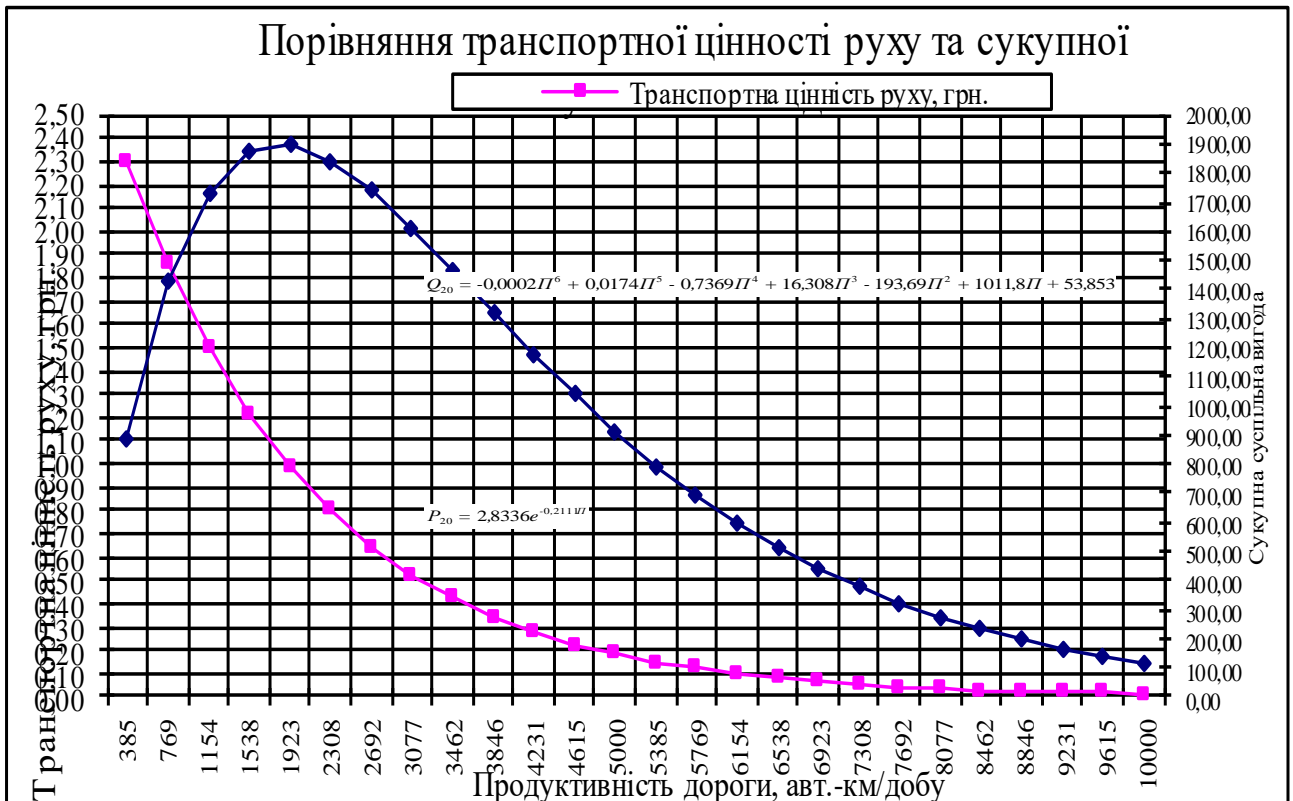


Рисунок А.20 – Транспортна цінність руху (частка 20% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

16) постійні суспільні витрати ( $TFC$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.21):  $TFC = 4E-15П + 20,416$ ;

17) змінні суспільні витрати ( $TVC$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.21):

$$TVC = -3E-05П^6 + 0,0026П^5 - 0,095П^4 + 1,693П^3 - 15,832П^2 + 81,552П - 64,593;$$

$$R^2 = 0,9997;$$

18) загальні суспільні витрати ( $ТС$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.21):

$$ТС = -3E-05П^6 + 0,0026П^5 - 0,095П^4 + 1,693П^3 - 15,832П^2 + 81,552П - 44,177;$$

$$R^2 = 0,9997;$$

19) середні постійні суспільні витрати ( $AFC$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.22):

$$AFC = 0,0531П^{-1};$$

20) середні змінні суспільні витрати ( $AVC$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.22):

$$AVC = 2E-08П^6 - 2E-06П^5 + 7E-05П^4 - 0,0013П^3 + 0,013П^2 - 0,0662П + 0,1855;$$

$$R^2 = 0,9946;$$

21) середні загальні суспільні витрати ( $ATC$ ) – продуктивність ( $П$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії – рис. А.22):

$$ATC = 4E-08П^6 - 3E-06П^5 + 0,0001П^4 - 0,0022П^3 + 0,0216П^2 - 0,1067П + 0,2693;$$

$$R^2 = 0,9928;$$

22) граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги, грн. (рис. А.23):

$$MC = 4E-08П^6 - 3E-06П^5 + 0,0001П^4 - 0,0022П^3 + 0,0206П^2 - 0,0973П + 0,2076;$$

$$R^2 = 0,9852.$$

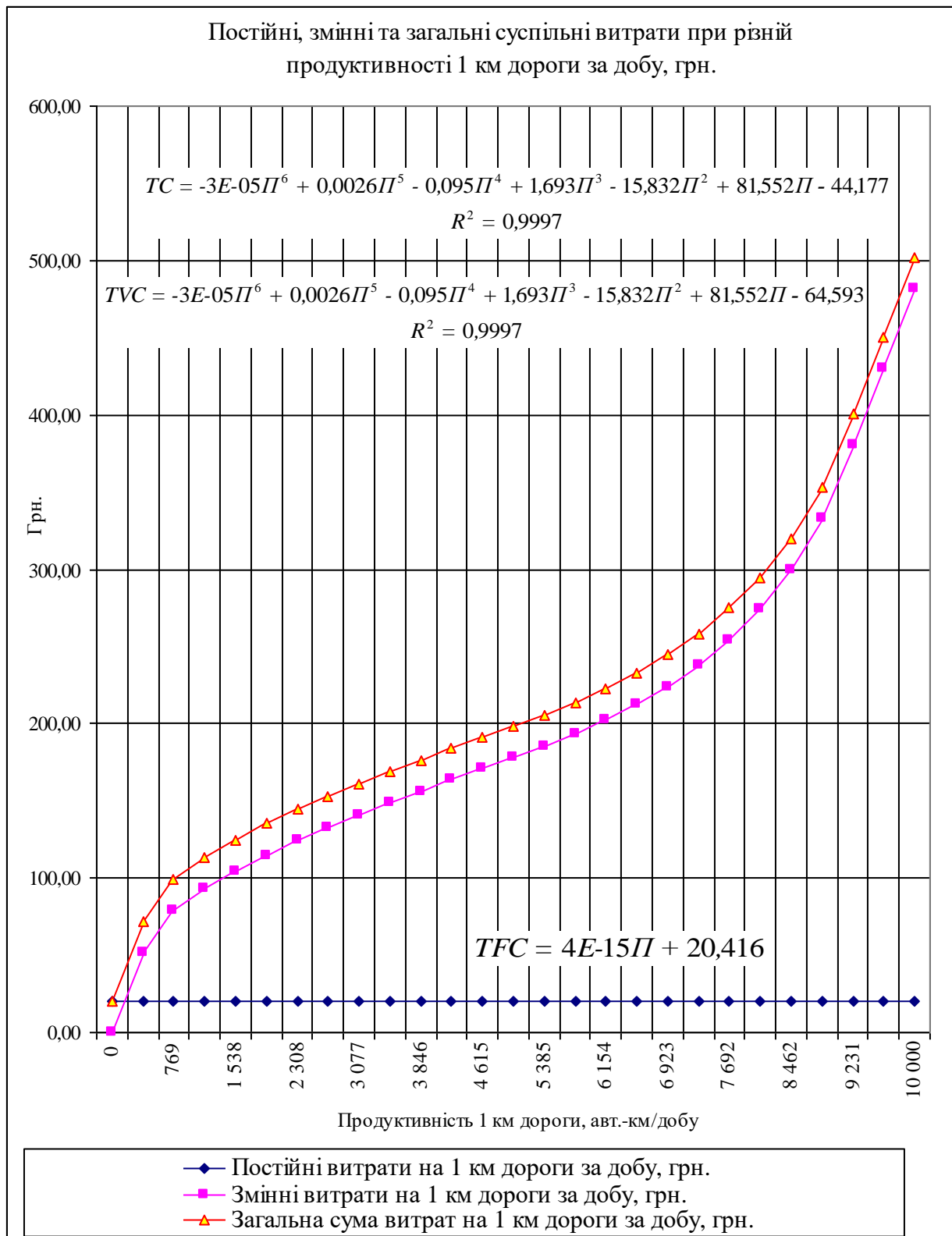


Рисунок А.21 – Залежності постійних, змінних та загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії)

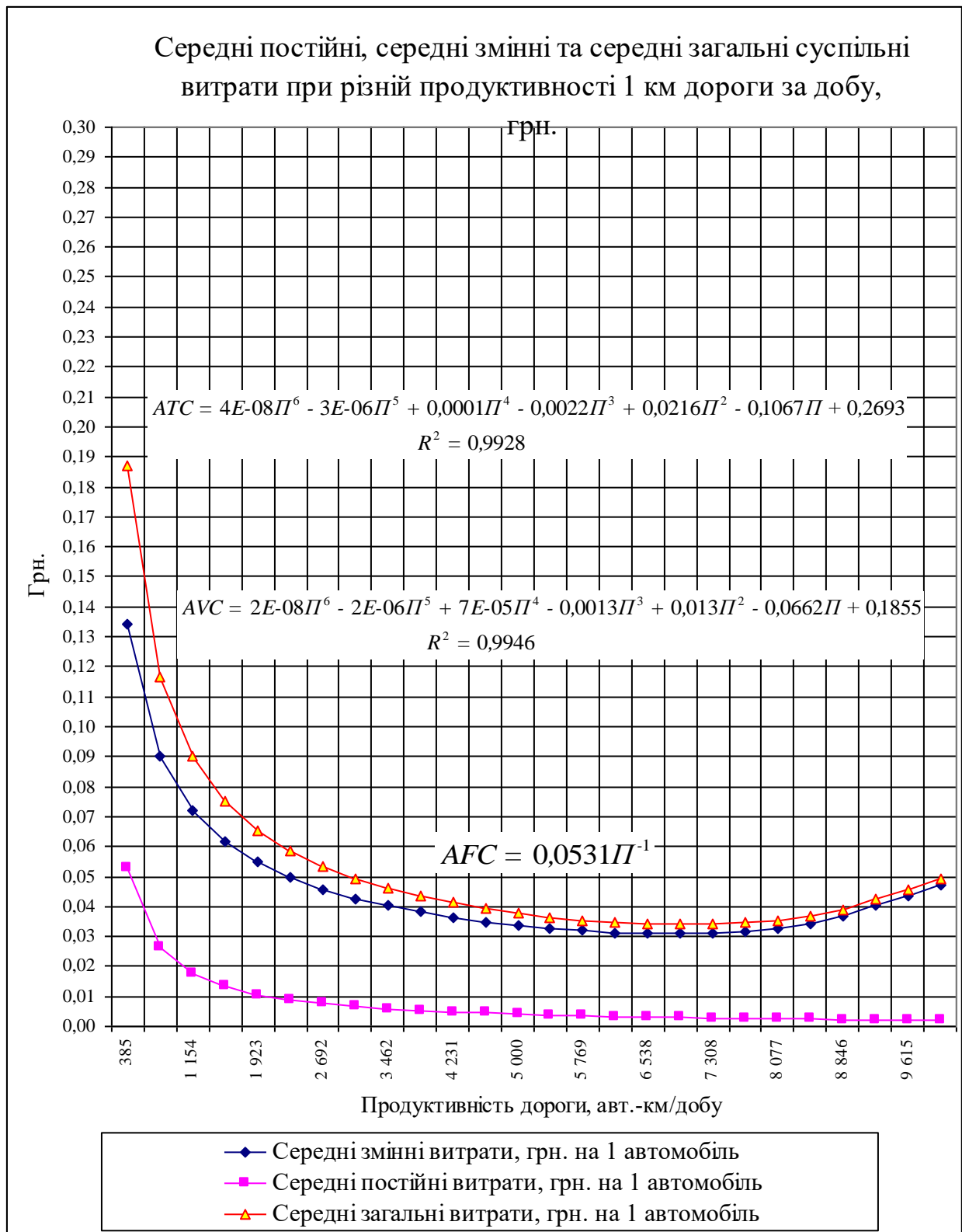


Рисунок А.22 – Залежності середніх постійних, середніх змінних та середніх загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії)

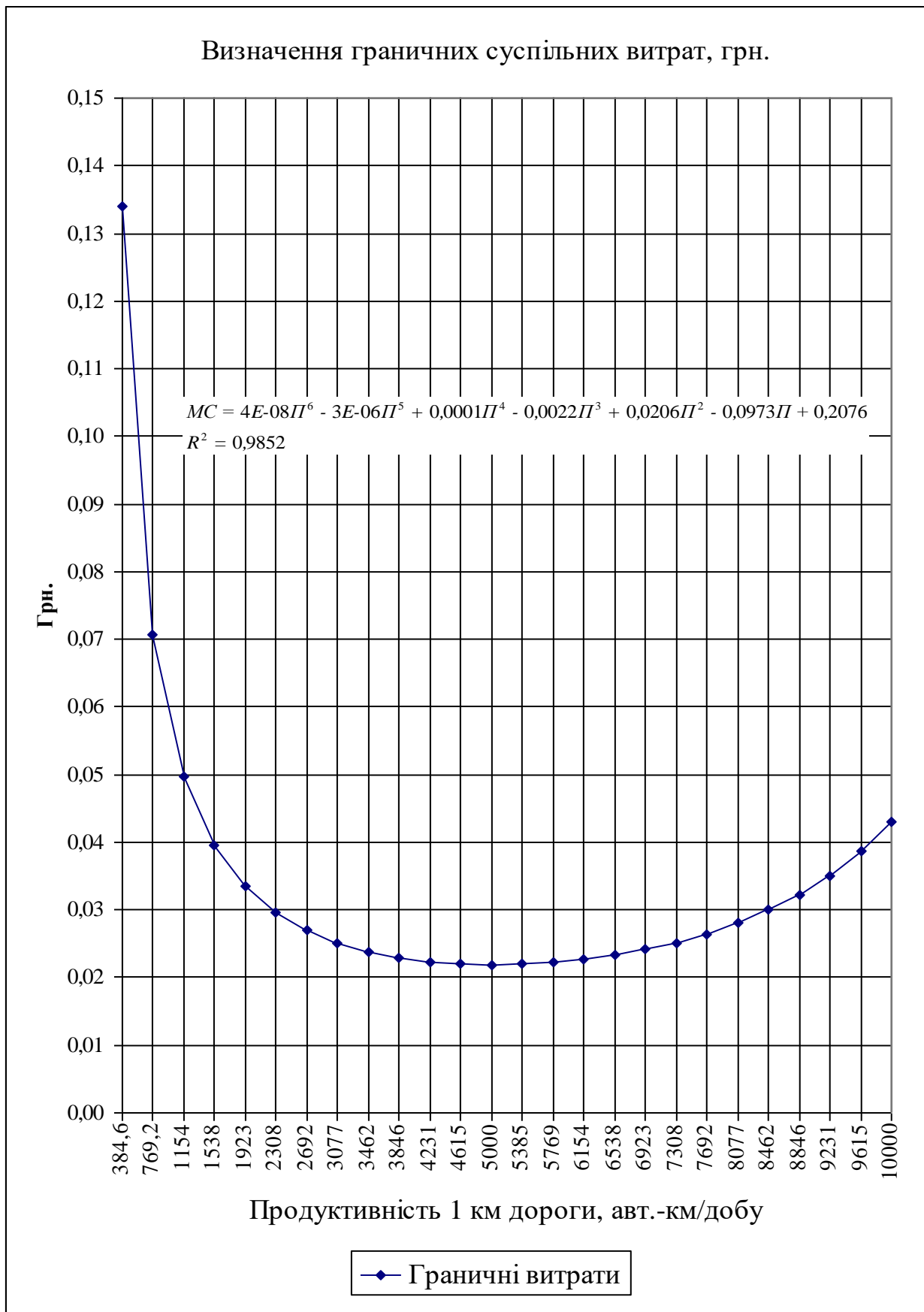


Рисунок А.23 – Залежність граничних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для II категорії)

Отримані, крім вищенаведених, залежності та відповідні їм графіки для одного з регіонів країни у цінах 2003 р. для автомобільних доріг загального користування III категорії:

23) швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (рис. А.24):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:  $V_{20} = -1,3462N + 59,14$ ;
- при частці 40% легкових у транспортному потоці:  $V_{40} = -1,4615N + 62,89$ ;
- при частці 60% легкових у транспортному потоці:  $V_{60} = -1,6923N + 69,65$ ;
- при частці 80% легкових у транспортному потоці:  $V_{80} = -1,8846N + 76,40$ ;

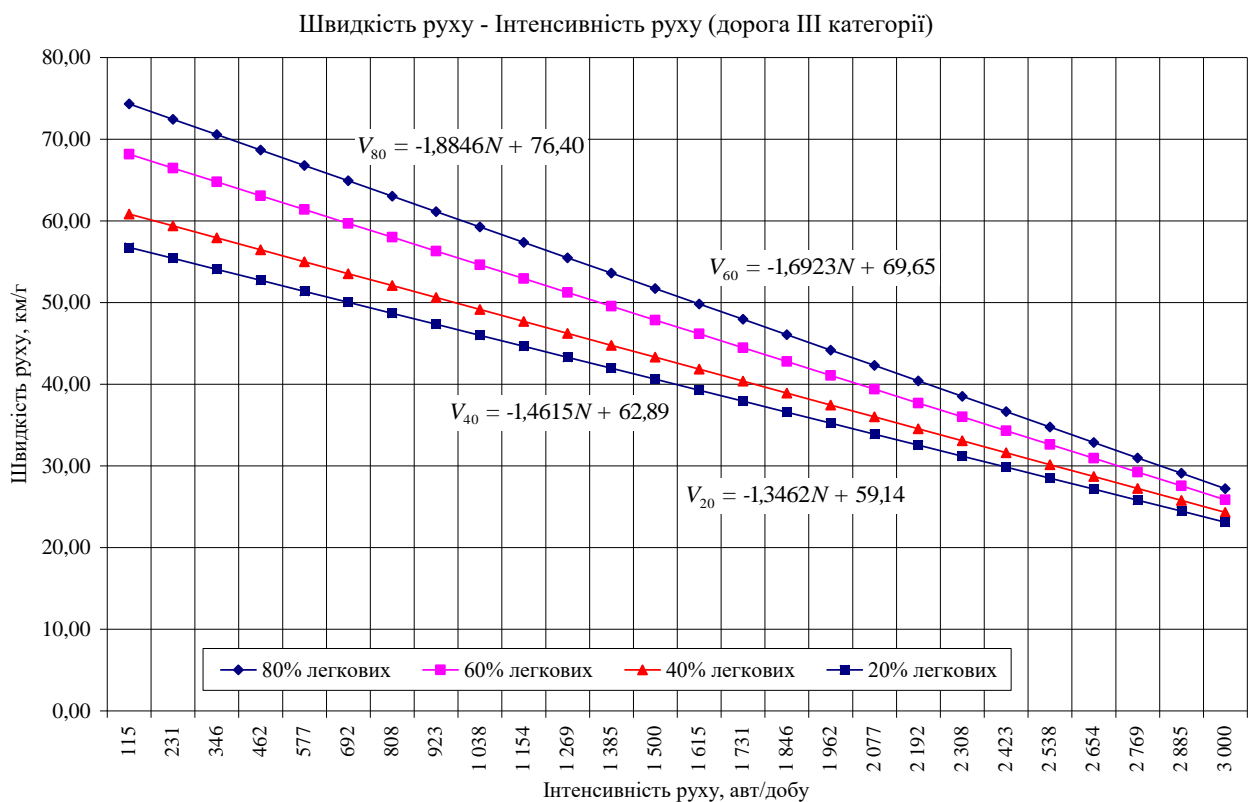


Рисунок А.24 – Залежність «швидкість руху – інтенсивність руху» для дороги III категорії для різного складу транспортного потоку

24) продуктивність автомобільної дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку для II категорії (рис. А.25):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:

$$P_{20} = -310,65N^2 + 13408N + 5E-10;$$

- при частці 40% легкових у транспортному потоці:



$$\Pi_{40} = -337,38N^2 + 14376N + 2E-10;$$

- при частці 60% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{60} = -390,53N^2 + 16118N + 9E-10;$$

- при частці 80% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{80} = -434,91N^2 + 17586N + 5E-10;$$

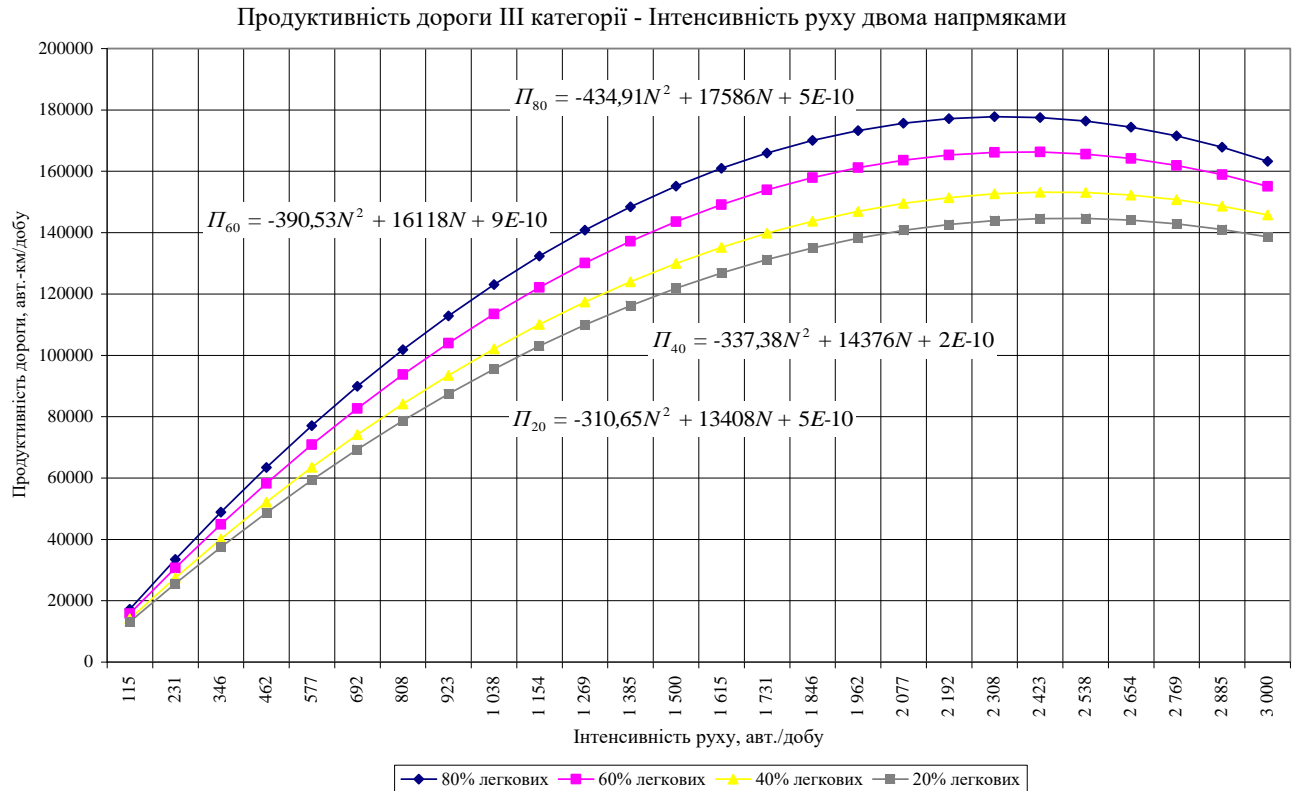


Рисунок А.25 – Залежність «продуктивність дороги III категорії – інтенсивність руху» для різного складу транспортного потоку

25) транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення) – рис. рис. А.26 – А.29:

$$P_{80} = 6,6078e^{-0,225\Pi};$$

$$P_{60} = 6,6078e^{-0,2212\Pi};$$

$$P_{40} = 6,6078e^{-0,2156\Pi};$$

$$P_{20} = 6,6078e^{-0,2093\Pi};$$

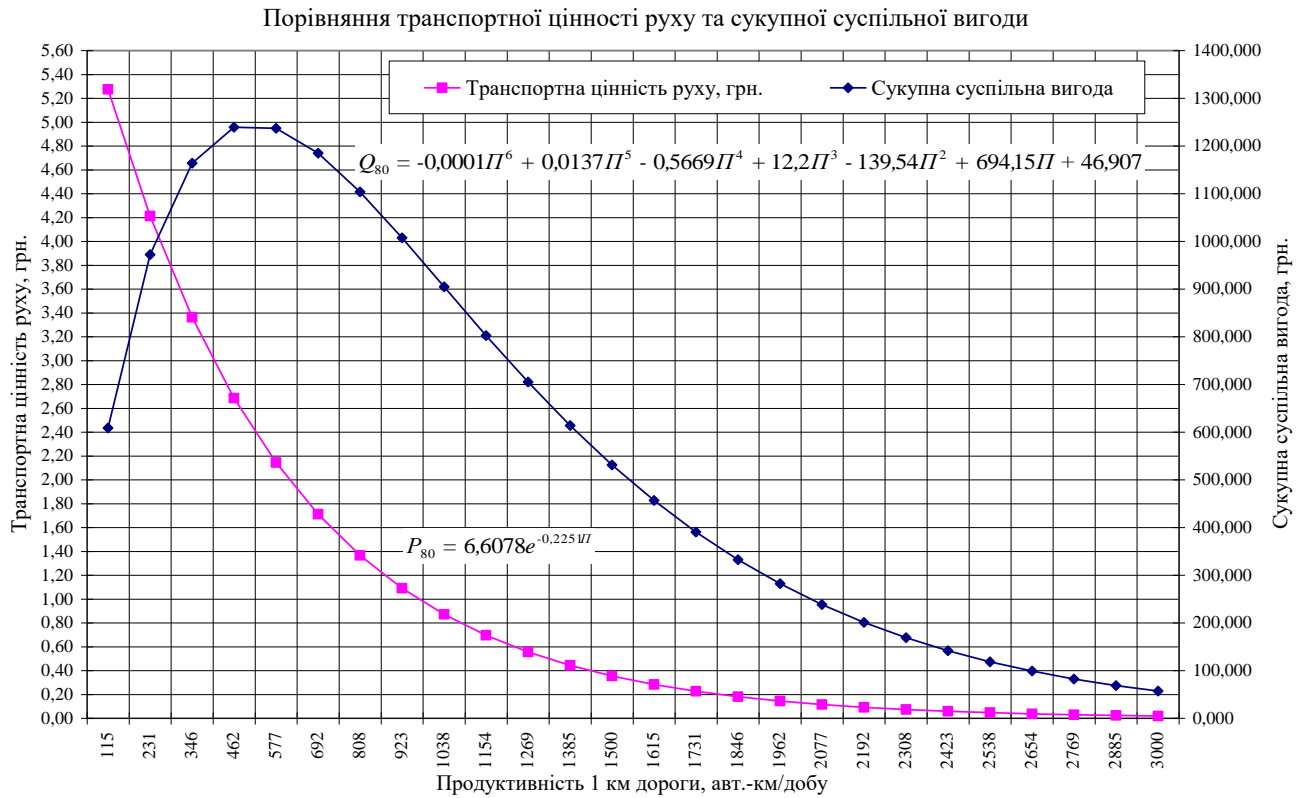


Рисунок А.26 – Транспортна цінність руху (частка 80% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

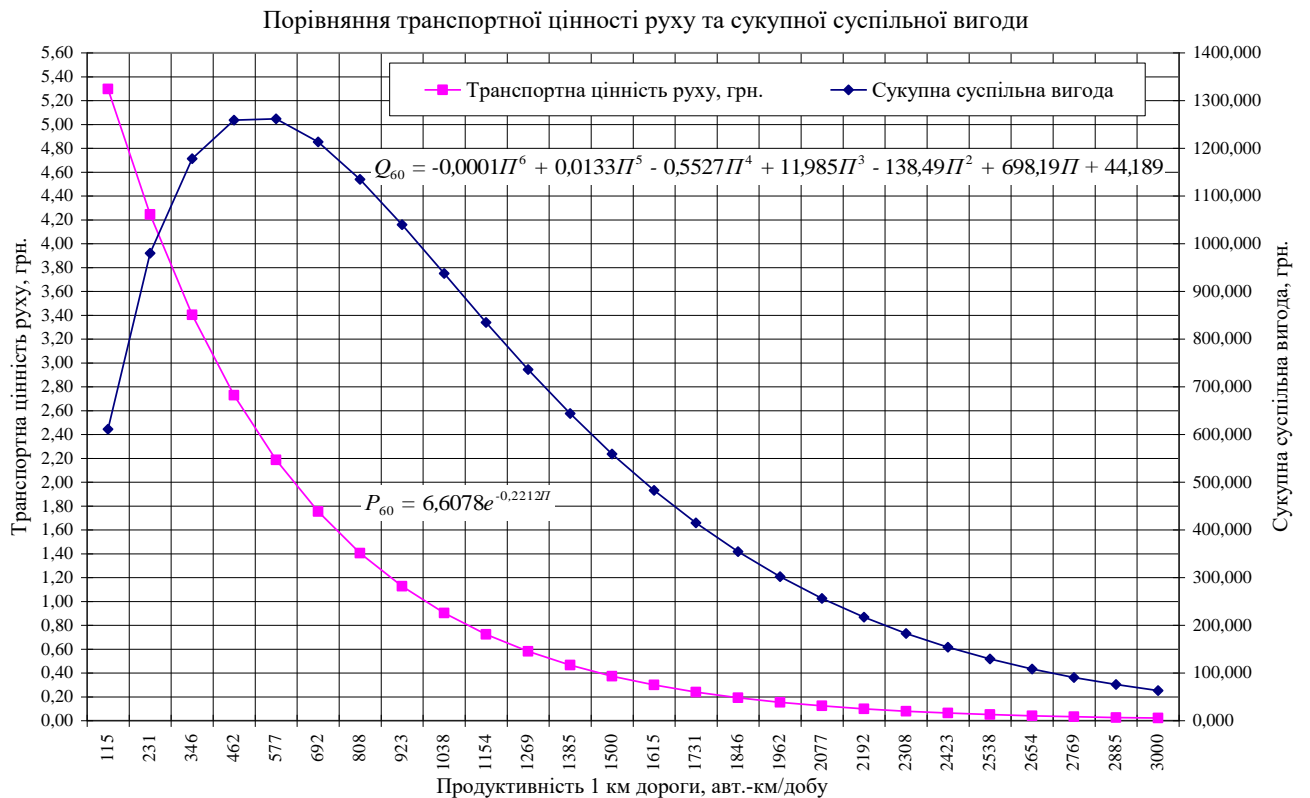


Рисунок А.27 – Транспортна цінність руху (частка 60% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

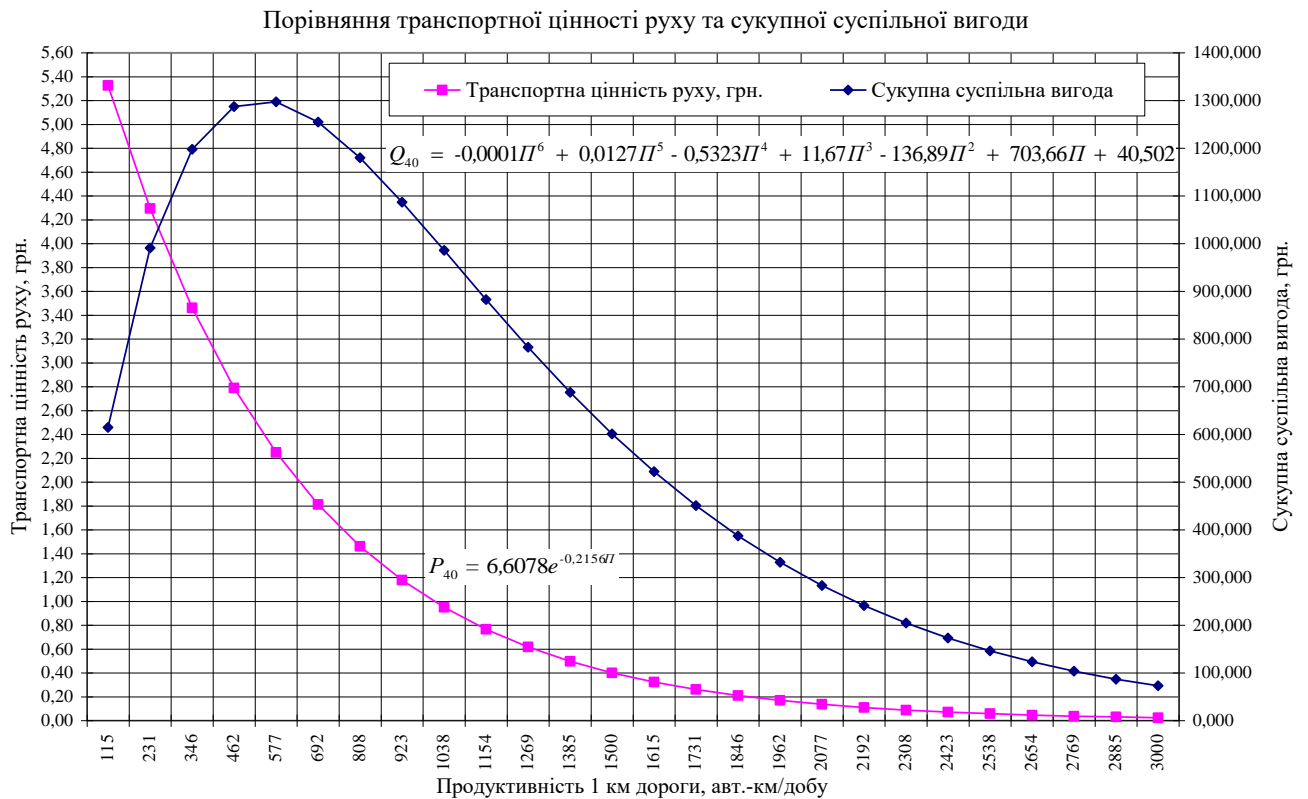


Рисунок А.28 – Транспортна цінність руху (частка 40% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

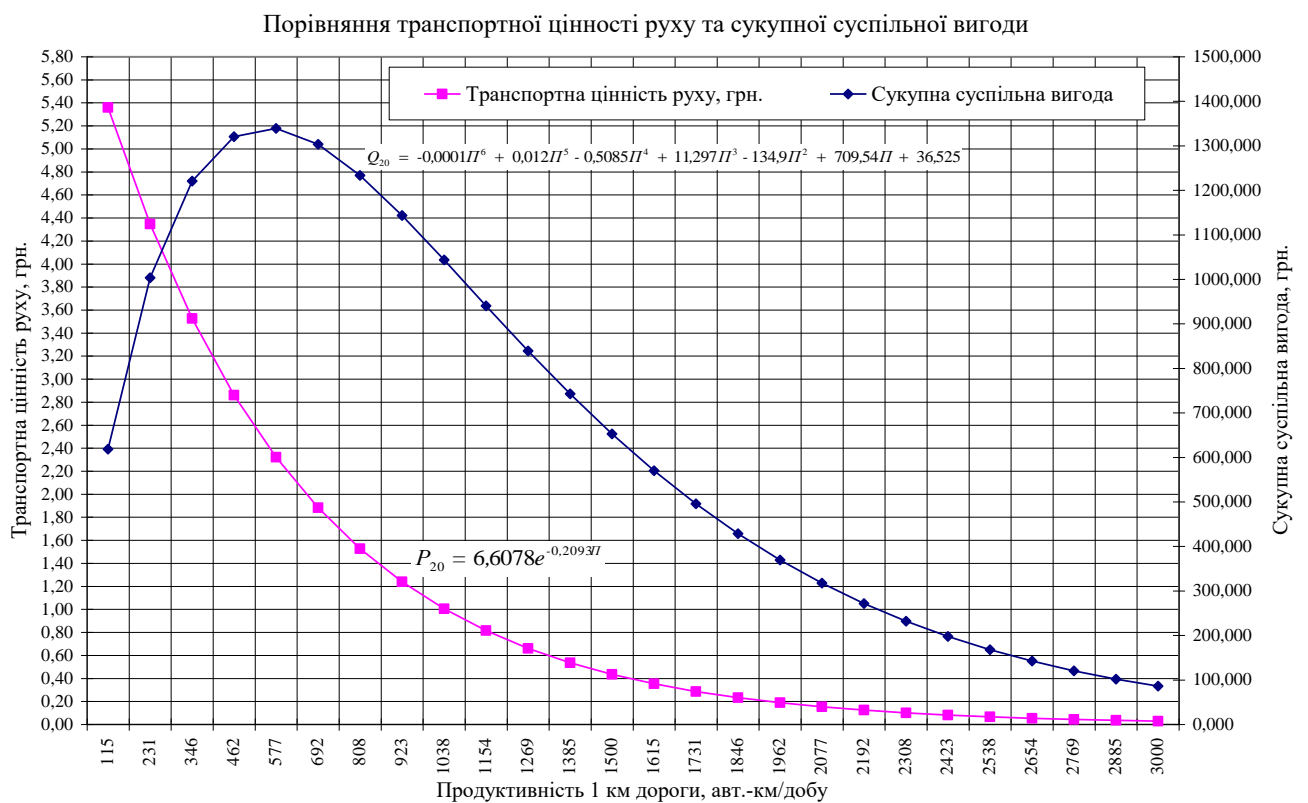


Рисунок А.29 – Транспортна цінність руху (частка 20% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

26) сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.26 – А.29):

$$Q_{80} = -0,0001P^6 + 0,0137P^5 - 0,5669P^4 + 12,2P^3 - 139,54P^2 + 694,15P + 46,907;$$

$$Q_{60} = -0,0001P^6 + 0,0133P^5 - 0,5527P^4 + 11,985P^3 - 138,49P^2 + 698,19P + 44,189;$$

$$Q_{40} = -0,0001P^6 + 0,0127P^5 - 0,5323P^4 + 11,67P^3 - 136,89P^2 + 703,66P + 40,502;$$

$$Q_{20} = -0,0001P^6 + 0,012P^5 - 0,5085P^4 + 11,297P^3 - 134,9P^2 + 709,54P + 36,525;$$

27) постійні суспільні витрати ( $TFC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. А.30):  $TFC = 1E-15P + 9,2858$ ;

28) змінні суспільні витрати ( $TVC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. А.30):

$$TVC = -7E-06P^6 + 0,0007P^5 - 0,0267P^4 + 0,4979P^3 - 4,8515P^2 + 25,072P - 19,884;$$

$$R^2 = 0,9993;$$

29) загальні суспільні витрати ( $TC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. 6.30):

$$TC = -7E-06P^6 + 0,0007P^5 - 0,0267P^4 + 0,4979P^3 - 4,8515P^2 + 25,072P - 10,598;$$

$$R^2 = 0,9993;$$

30) середні постійні суспільні витрати ( $AFC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. А.31):

$$AFC = 0,0805P^{-1};$$

31) середні змінні суспільні витрати ( $AVC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. А.31):

$$AVC = 2E-08P^6 - 2E-06P^5 + 7E-05P^4 - 0,0013P^3 + 0,0129P^2 - 0,0668P + 0,1881;$$

$$R^2 = 0,996;$$

32) середні загальні суспільні витрати ( $ATC$ ) – продуктивність ( $P$ ) 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії – рис. А.31):

$$ATC = 5E-08P^6 - 4E-06P^5 + 0,0001P^4 - 0,0027P^3 + 0,0259P^2 - 0,1283P + 0,3151;$$

$$R^2 = 0,9934;$$

33) граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.32):

$$MC = 4E-08P^6 - 3E-06P^5 + 0,0001P^4 - 0,0022P^3 + 0,0209P^2 - 0,0985P + 0,2103;$$

$$R^2 = 0,9852.$$

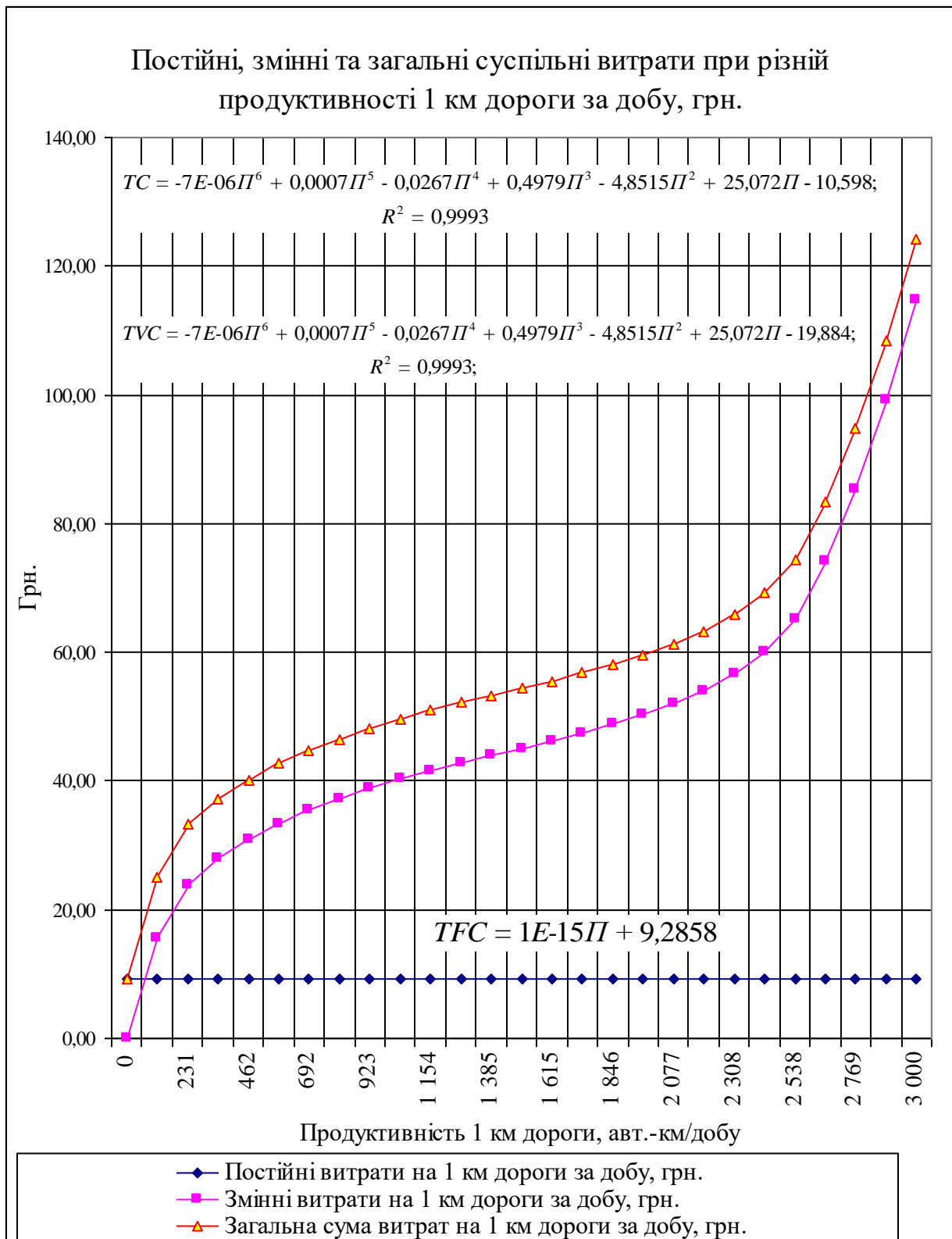


Рисунок А.30 – Залежності постійних, змінних та загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії)

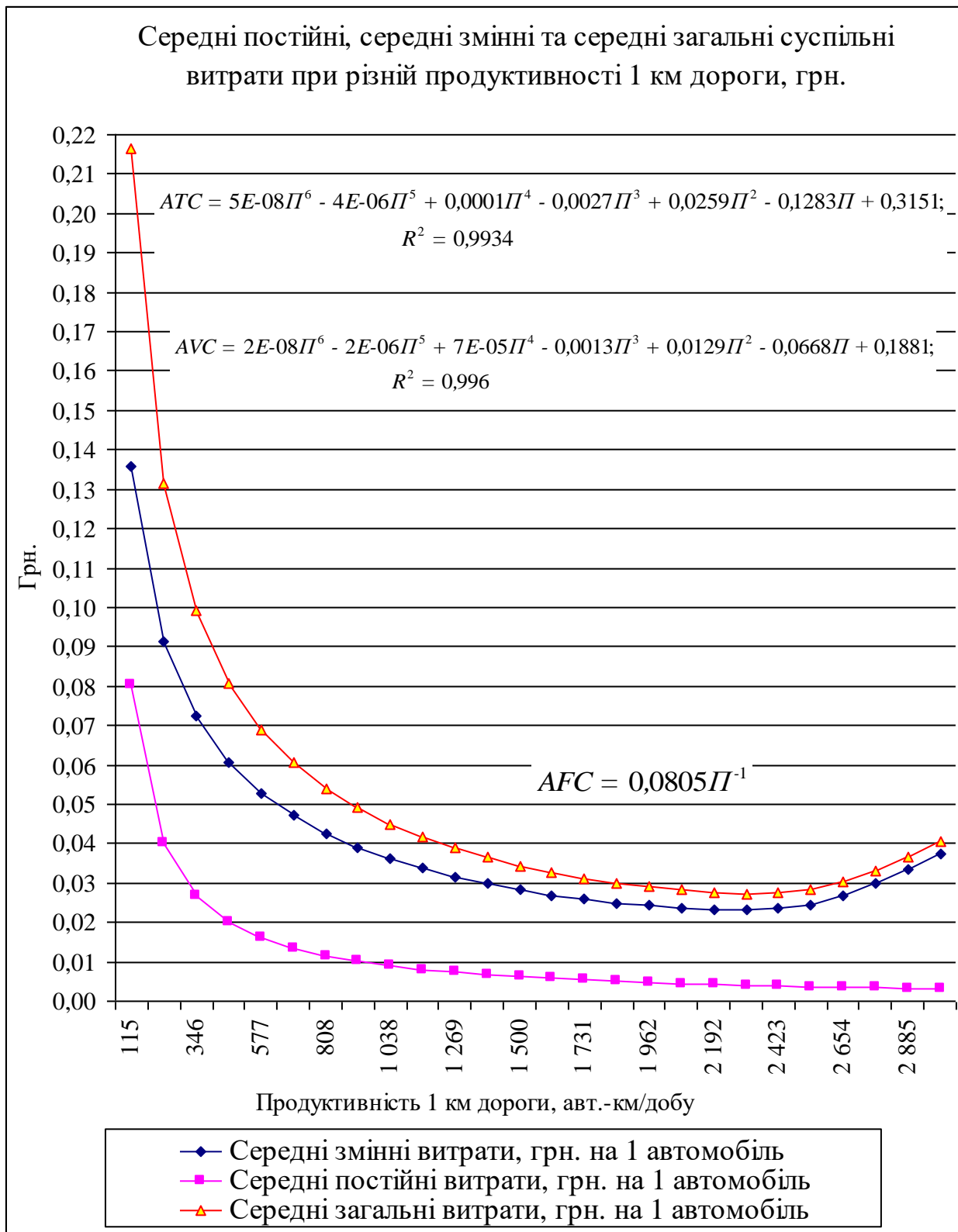


Рисунок А.31 – Залежності середніх постійних, середніх змінних та середніх загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії)

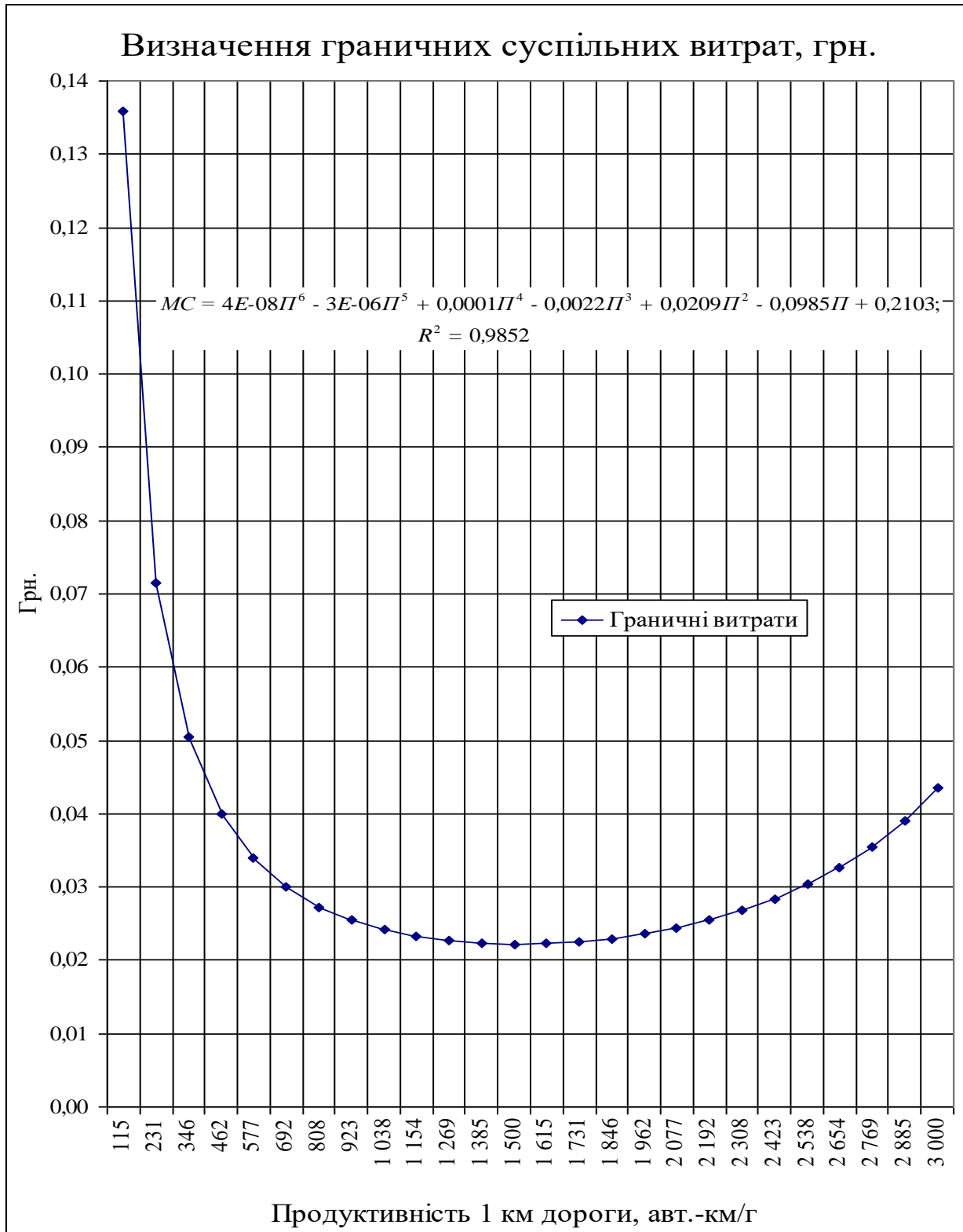


Рисунок А.32 – Залежність граничних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для III категорії)

Далі приведені залежності та відповідні їм графіки для одного з регіонів країни у цінах 2003 р. для автомобільних доріг загального користування IV категорії:

34) швидкість руху – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (рис. А.33):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:  $V_{20} = -1,0577N + 28,10$ ;
- при частці 40% легкових у транспортному потоці:  $V_{40} = -1,0962N + 32,29$ ;
- при частці 60% легкових у транспортному потоці:  $V_{60} = -1,2692N + 49,85$ ;
- при частці 80% легкових у транспортному потоці:  $V_{80} = -1,4135N + 56,24$ ;

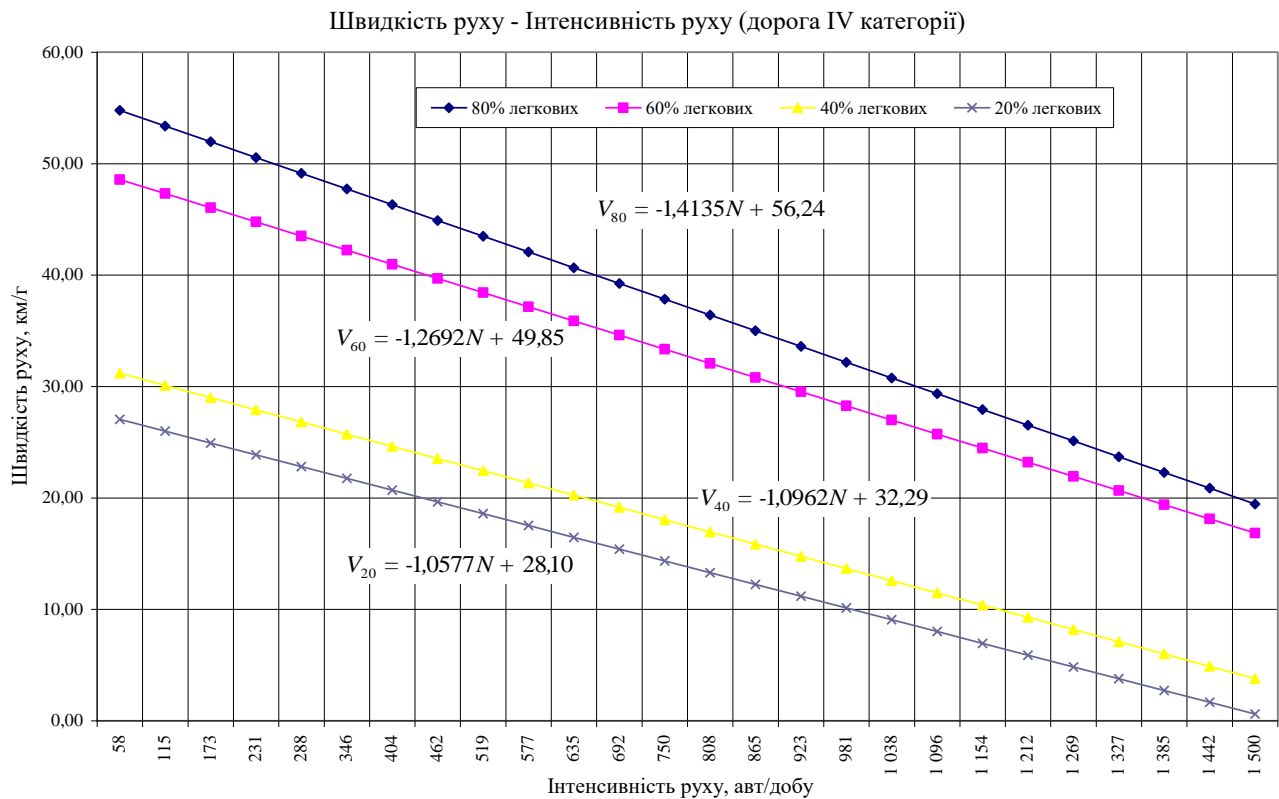


Рисунок А.33 – Залежність «швидкість руху – інтенсивність руху» для дороги IV категорії для різного складу транспортного потоку

35) продуктивність автомобільної дороги – інтенсивність руху для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку для IV категорії (рис. А.34):

- при частці 20% легкових у транспортному потоці:

$$П_{20} = -122,04N^2 + 3242,3N;$$

- при частці 40% легкових у транспортному потоці:

$$П_{40} = -126,48N^2 + 3726,7N + 3E-11;$$

- при частці 60% легкових у транспортному потоці:

$$П_{60} = -146,45N^2 + 5751,3N + 1E-10;$$



- при частці 80% легкових у транспортному потоці:

$$\Pi_{80} = -163,09N^2 + 6485,1N + 1E-10;$$

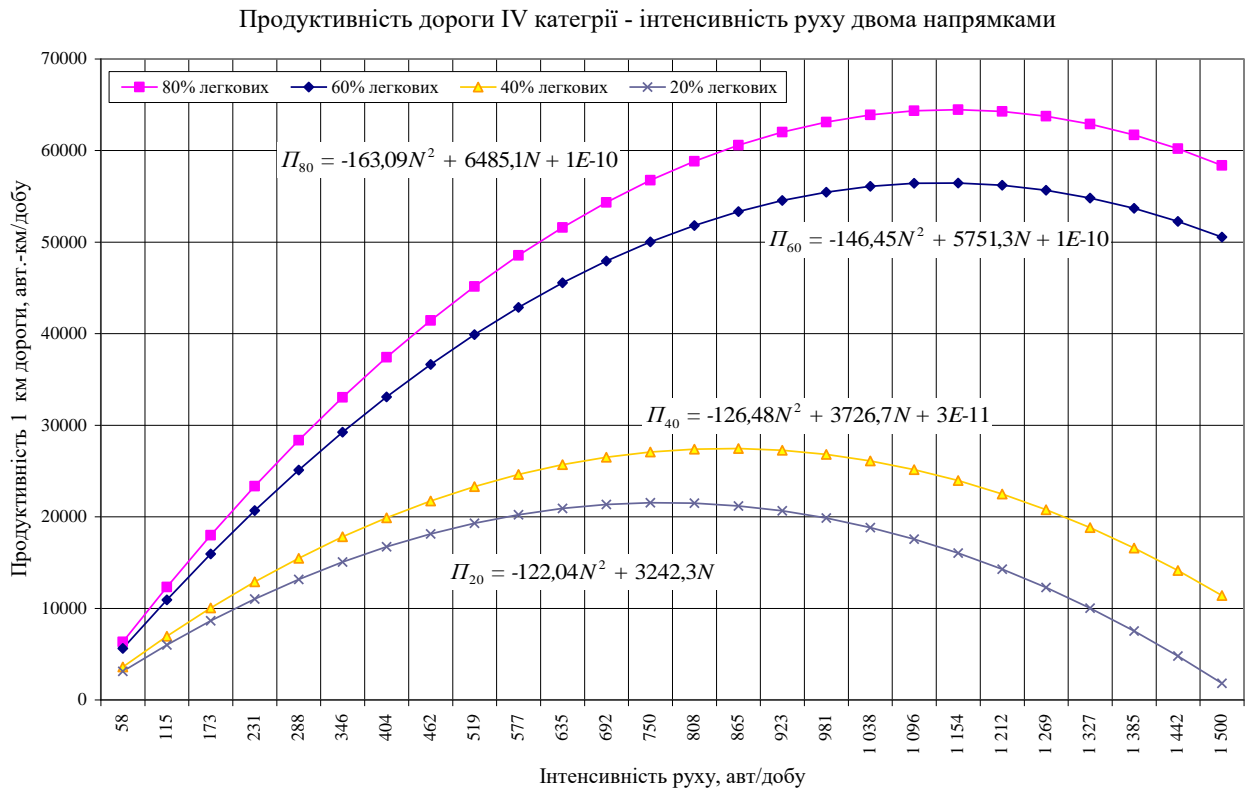


Рисунок А.34 – Залежність «продуктивність дороги IV категорії – інтенсивність руху» для різного складу транспортного потоку

36) транспортна цінність руху (попит з боку національних та міжнародних транспортних потоків) – продуктивність автомобільної дороги для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку (пропозиція відповідної якості дорожніх умов з боку автомобільних доріг державного та місцевого значення) – рис. рис. А.35 – А.38:

$$P_{80} = 2,6404e^{-0,24227I};$$

$$P_{60} = 2,6404e^{-0,23447I};$$

$$P_{40} = 2,6404e^{-0,22237I};$$

$$P_{20} = 2,6404e^{-0,21067I};$$

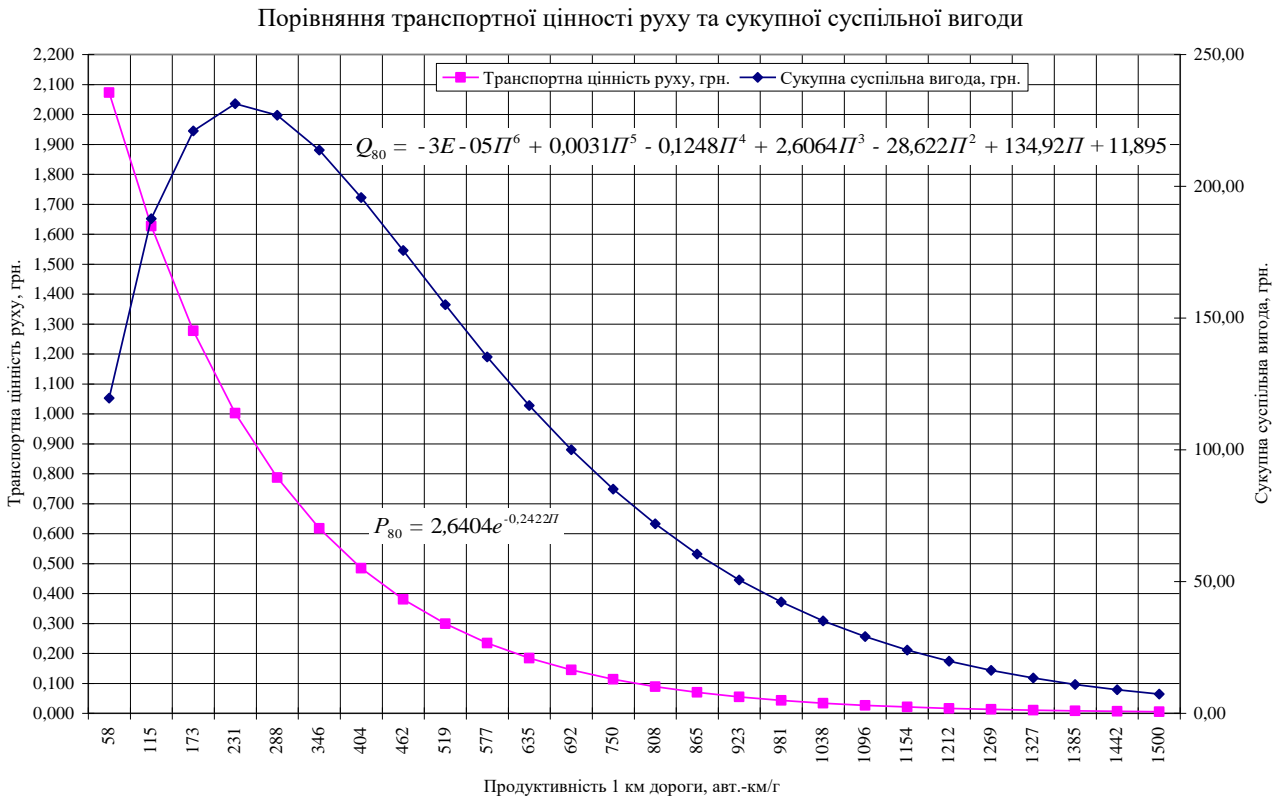


Рисунок А.35 – Транспортна цінність руху (частка 80% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги



Рисунок А.36 – Транспортна цінність руху (частка 60% легкових у потоці) – продуктивність автомобільної дороги

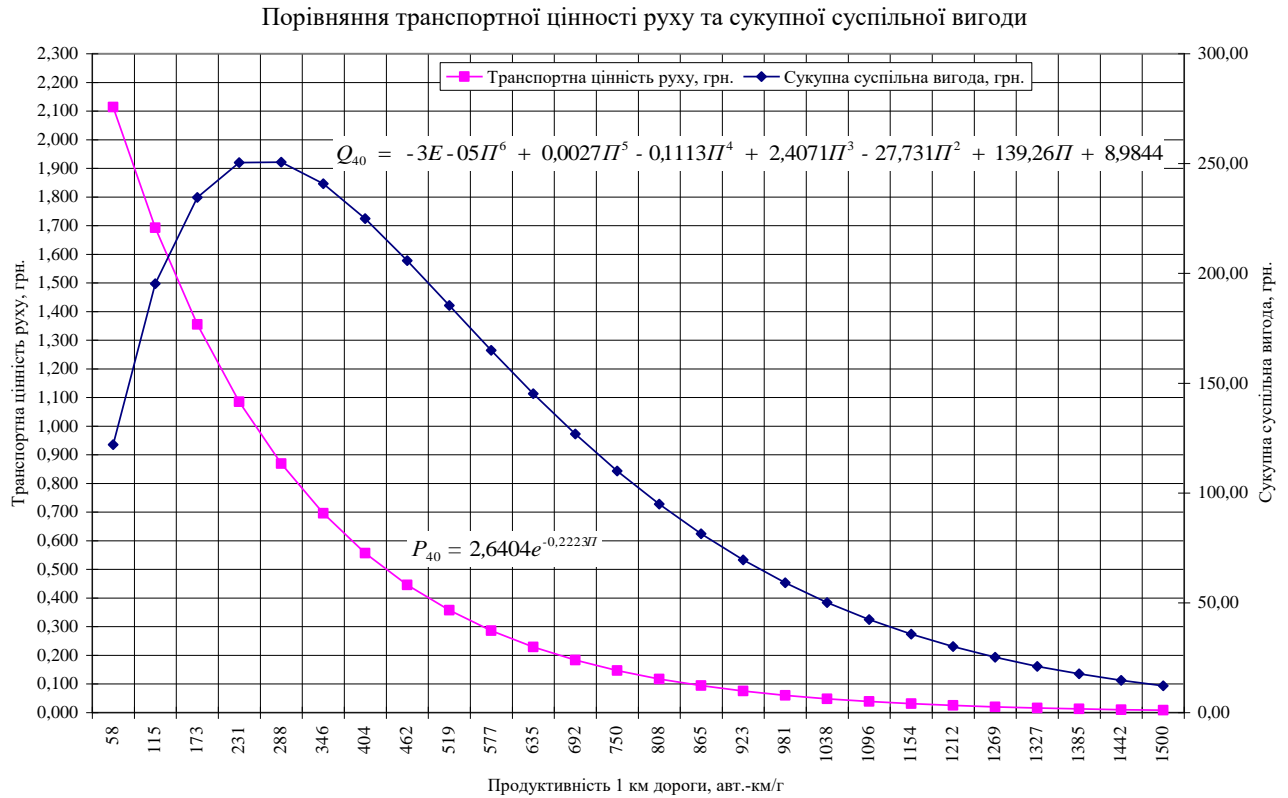


Рисунок А.37 – Транспортна цінність руху (частка 40% легкових у потоці) –  
продуктивність автомобільної дороги

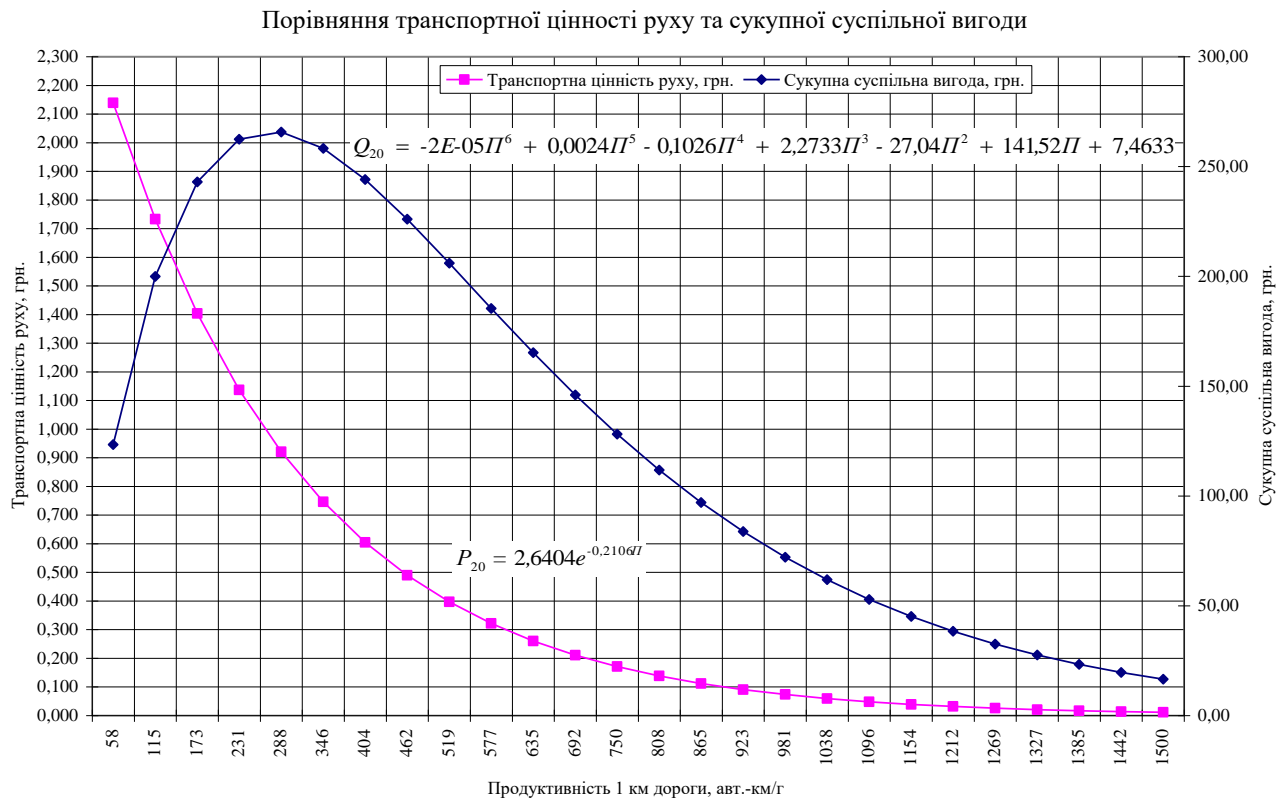


Рисунок А.38 – Транспортна цінність руху (частка 20% легкових у потоці) –  
продуктивність автомобільної дороги

37) сукупна суспільна вигода від роботи автомобільної дороги державного або місцевого значення для різного (за ознакою частки легкового руху) складу транспортного потоку – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.35 – А.38):

$$Q_{80} = -3E-05P^6 + 0,0031P^5 - 0,1248P^4 + 2,6064P^3 - 28,622P^2 + 134,92P + 11,895;$$

$$Q_{60} = -3E-05P^6 + 0,0029P^5 - 0,1197P^4 + 2,533P^3 - 28,317P^2 + 136,69P + 10,713;$$

$$Q_{40} = -3E-05P^6 + 0,0027P^5 - 0,1113P^4 + 2,4071P^3 - 27,731P^2 + 139,26P + 8,9844;$$

$$Q_{20} = -2E-05P^6 + 0,0024P^5 - 0,1026P^4 + 2,2733P^3 - 27,04P^2 + 141,52P + 7,4633;$$

38) постійні суспільні витрати (*TFC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.39):  $TFC = 3E-16P + 7,2015$ ;

39) змінні суспільні витрати (*TVC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.39):

$$TVC = -2E-06P^6 + 0,0002P^5 - 0,0097P^4 + 0,2059P^3 - 2,2248P^2 + 11,996P - 9,4238;$$

$$R^2 = 0,9984;$$

40) загальні суспільні витрати (*TC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.39):

$$TC = -2E-06P^6 + 0,0002P^5 - 0,0097P^4 + 0,2059P^3 - 2,2248P^2 + 11,996P - 2,2223;$$

$$R^2 = 0,9984;$$

41) середні постійні суспільні витрати (*AFC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.40):

$$AFC = 0,1248P^{-1};$$

42) середні змінні суспільні витрати (*AVC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.40):

$$AVC = 3E-08P^6 - 2E-06P^5 + 9E-05P^4 - 0,0015P^3 + 0,0148P^2 - 0,0748P + 0,1939;$$

$$R^2 = 0,9945;$$

43) середні загальні суспільні витрати (*ATC*) – продуктивність (*P*) 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії – рис. А.40):

$$ATC = 6E-08P^6 - 6E-06P^5 + 0,0002P^4 - 0,0037P^3 + 0,0349P^2 - 0,1702P + 0,3909;$$

$$R^2 = 0,9917;$$

44) граничні суспільні витрати – продуктивність автомобільної дороги (рис. А.41):

$$MC = 4E-08P^6 - 4E-06P^5 + 0,0001P^4 - 0,0022P^3 + 0,0209P^2 - 0,0987P + 0,2107;$$

$$R^2 = 0,9852.$$

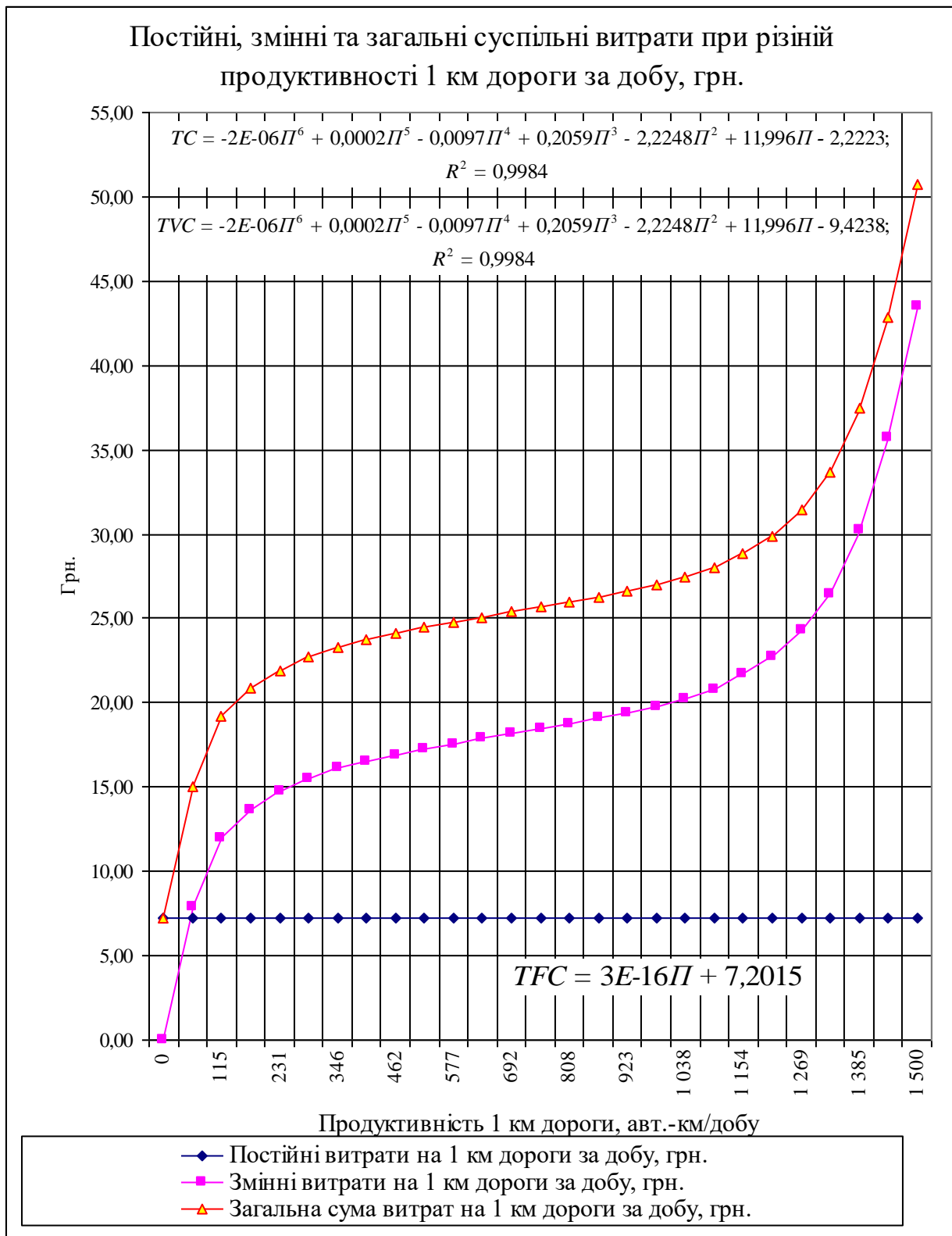


Рисунок А.39 – Залежності постійних, змінних та загальних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії)

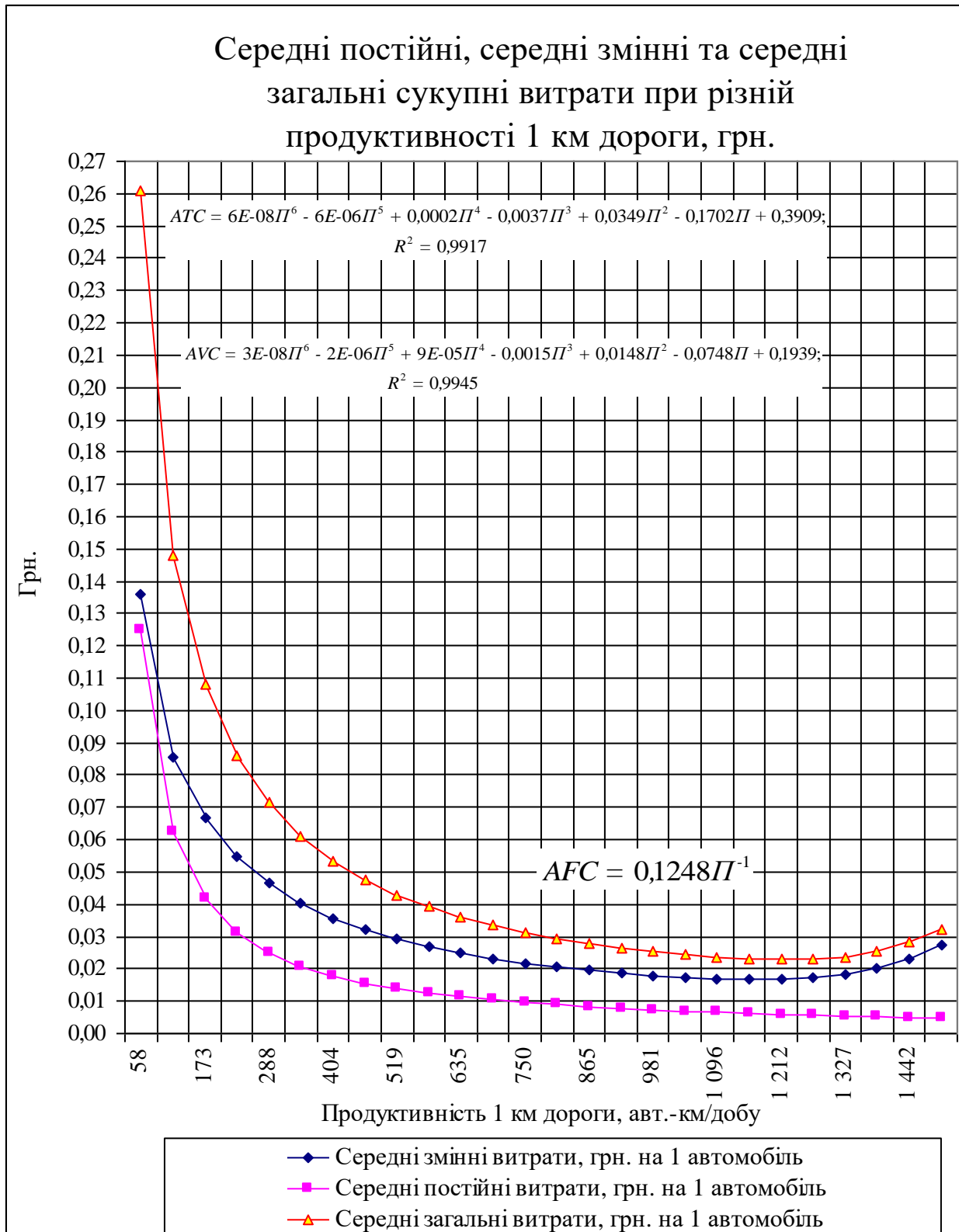


Рисунок А.40 – Залежності середніх постійних, середніх змінних та середніх загальних сукупних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії)

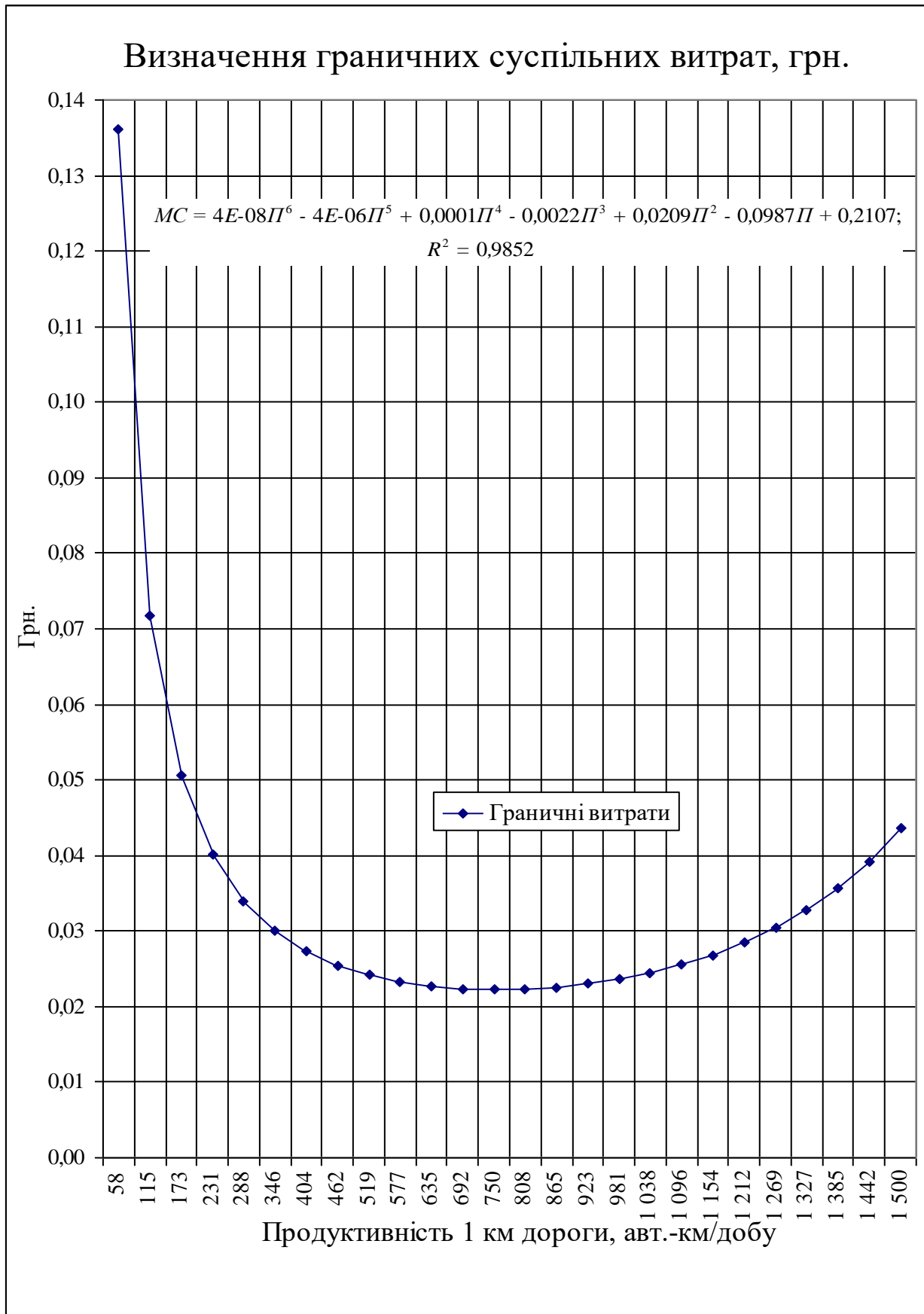


Рисунок А.41 – Залежність граничних суспільних витрат від продуктивності 1 км дороги за добу, грн. (для IV категорії)

## ДОДАТОК Б

### Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги

Оцінка роботи автомобільної дороги ґрунтується на методології визначення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (розділ 3) за сценаріями, визначеними у розділі 5.4. Ситуація, що стосується оцінки суспільно-економічного ефекту будівництва автомобільної дороги (розвиток транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*), розглянута у розділі 3.4.

#### **Б. 1 Сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – стала пропозиція**

Сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується на сполученні сталого попиту та сталої пропозиції, є характерним тільки для короткострокового періоду (приймається один рік).

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги не змінюється, сама крива не змінює свого положення на графіку, а змінюється величина попиту користувачів автомобільної дороги, тобто змінюються її значення, що лежать на цій кривій залежності «попит – інтенсивність руху», протягом року, по сезонах року, протягом місяця, тижня та доби.

Поняття сталої пропозиції дорожніх умов теж передбачає стабільне положення усіх складових дорожніх витрат, що забезпечує їхні умовно стабільні значення у залежностях «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Існує чотири ефекти від роботи автомобільної дороги. Вони ґрунтуються на граничному аналізові з урахуванням взаємодії кривих попиту користувачів автомобільної дороги та пропозиції дорожніх умов відповідної якості через забезпечення конкретних значень дорожніх витрат (розділ 3).

Так, першим ефектом слід вважати мікроефект від роботи автомобільної дороги, що відображує вигоди її користувачів. Визначається через мінімум



граничних дорожніх витрат і відповідної йому величини продуктивності дороги до значення транспортної цінності руху. До речі, це значення продуктивності дороги відповідає значенню інтенсивності руху достатнього рівня зручності руху (рис. 3.23). Щоб вирахувати мікроефект від роботи автомобільної дороги, що відображує вигоди користувачів, потрібно застосувати залежності 5.8 - 5.10.

Є зрозумілим, що чим менше різниця (залежність 5.10) між транспортною цінністю руху для користувачів автомобільної дороги та сумою усіх дорожніх (суспільних) витрат як управляючих впливів що підтримування функціонування транспортної системи, тим вище цей ефект. Пояснюється це наступним. Тут зіштовхуються інтереси окремих власників транспортних засобів (користувачів автомобільної дороги) і потреби у ефективному використанні суспільних ресурсів на задоволення потреб у зручності руху. Таким чином, чим менше ця різниця, тим краще. При початку роботи тільки побудованої дороги, коли її транспортно-експлуатаційні властивості розраховані на перспективу, може виникнути така ситуація, що загальні дорожні витрати перевищуватимуть значення транспортної цінності руху через малу інтенсивність руху. Це не суперечить визначенню ефекту для користувачів автомобільної дороги, наданому вище. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.1 за допомогою рис. Б.1.

Таблиця Б.1 - Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди її користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,74
Граничні дорожні витрати	грн.	0,12
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,62
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-8 060,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 941 900,00

Коментар. Інтенсивність руху 13000 авт/добу граничних дорожніх витрат, транспортна цінність руху щодо цього значення: 0,74 грн., граничні дорожні витрати: 0,12 грн. Отже, суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу складають -0,62 грн. Перемноживши останнє отримане значення на 13000 отримаємо цю ж величину за добу на весь транспортний потік -8060 грн., а на рік - 2 941 900 грн.

Другим ефектом є економічний ефект від роботи дороги, що визначається знаходженням точки пересічення загальних дорожніх витрат і відповідної йому

величини продуктивності дороги та значення транспортної цінності руху.

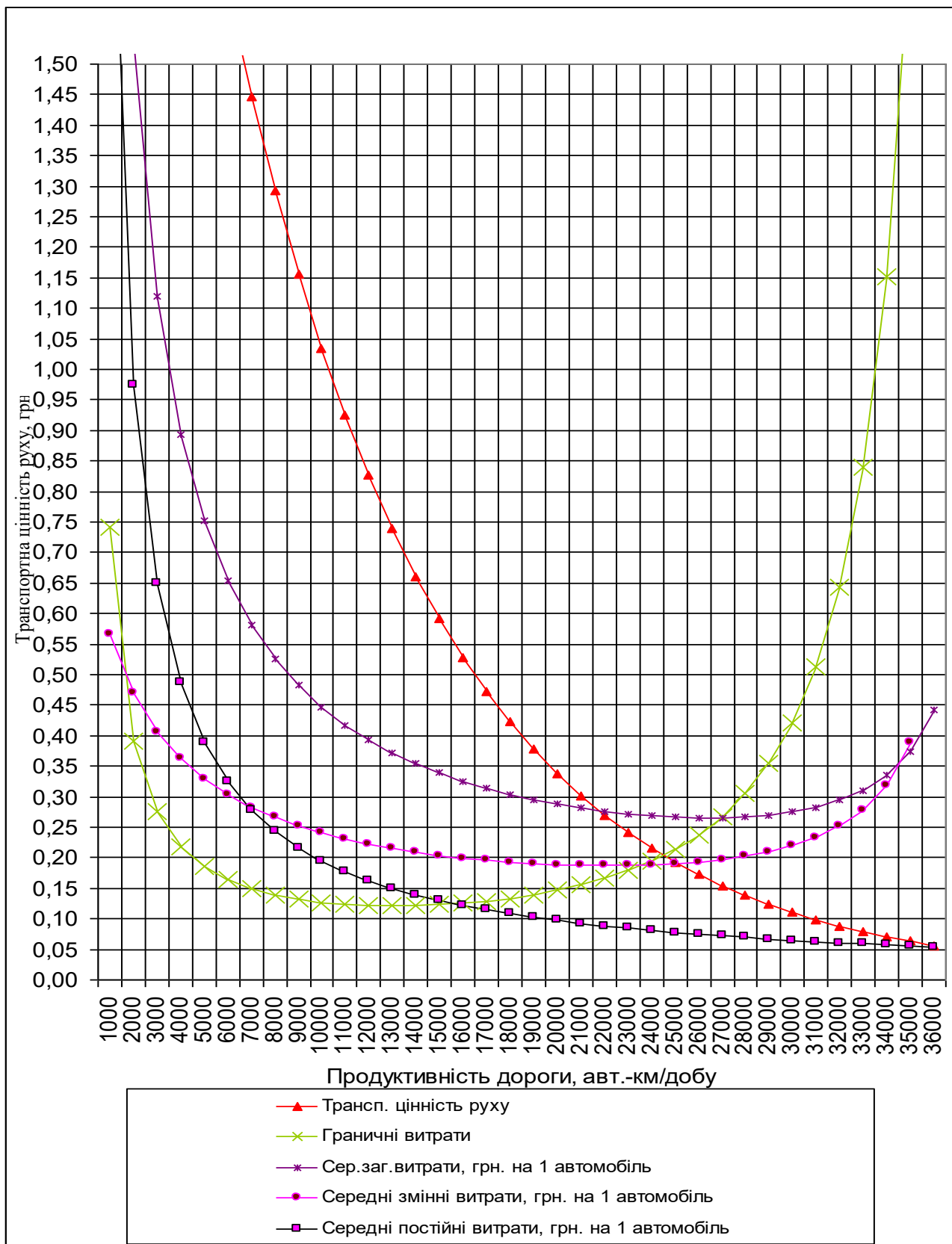


Рисунок Б.1 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для сценарію сталого функціонування транспортної системи

До речі, цей ефект передає ситуацію повного використання загальних дорожніх

витрат для забезпечення відповідного значення продуктивності дороги. Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.1 у табл. Б.2.

Таблиця Б.2 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	22 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,270
Загальні дорожні витрати	грн.	0,276
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,006
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+132,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+48 180,00

Третім ефектом є суспільний ефект від роботи дороги, що визначається знаходженням точки пересічення граничних дорожніх витрат і відповідної йому величини продуктивності дороги та величини транспортної цінності руху. Цей ефект передає ситуацію рівноваги між попитом користувачів на умови зручного руху транспортних потоків та кривої пропозиції відповідної якості дорожніх умов через використання кривої граничних дорожніх витрат та відповідної продуктивності дороги. Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.3 за допомогою рис. Б.1.

Таблиця Б.3 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,205
Граничні дорожні витрати	грн.	0,206
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50

Четвертим ефектом є суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг, що визначається знаходженням точки пересічення трьох кривих одночасно: граничних дорожніх витрат і відповідної величини продуктивності дороги, загальних дорожніх витрат та значення транспортної цінності руху. До речі, тільки цей ефект передає ситуацію рівноваги між попитом користувачів автомобільної дороги, кривої пропозиції відповідної якості дорожніх умов через використання кривої граничних дорожніх витрат як

складової використання суспільних ресурсів, повного використання усіх дорожніх витрат як економічної складової, а також отриманням відповідного значення продуктивності дороги. Це ситуація, коли оптимізується сукупна суспільно-економічна вигода від роботи автомобільної дороги. Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.1 у табл. Б.4.

Таблиця Б.4 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,150
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,265
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,115
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+3 105,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+1 133 325,00

Отримані знання надалі будемо застосовувати для порівняння з іншими сценаріями функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

## **Б. 2 Песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – від’ємна пропозиція**

Песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується на сполученні сталого попиту та від’ємної пропозиції, є характерним не тільки для короткострокового періоду (один рік), але й для довготривалого періоду.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги не змінюється, тобто крива не змінює свого положення на графіку, а змінюється величина попиту користувачів автомобільної дороги, тобто всі її значення, що лежать на цій кривій залежності «попит – інтенсивність руху», протягом року, по сезонах року, протягом місяця, тижня та доби.

Поняття від’ємної пропозиції дорожніх умов передбачає зниження усіх складових дорожніх витрат у залежностях: «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги»,

«загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Приклад розрахунку мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, поданий у табл. Б.5 за допомогою рис. Б.2 та залежностей 5.8 - 5.10.

Таблиця Б.5 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,740
Граничні дорожні витрати	грн.	0,121
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,619
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-8 047,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 937 155,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.2 у табл. Б.6.

Таблиця Б.6 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	22 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,265
Загальні дорожні витрати	грн.	0,266
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+22,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 030,00

Щоб вирахувати суспільну ефективність роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.7 за допомогою рис. Б.2.

Таблиця Б.7 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,214
Граничні дорожні витрати	грн.	0,215
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50

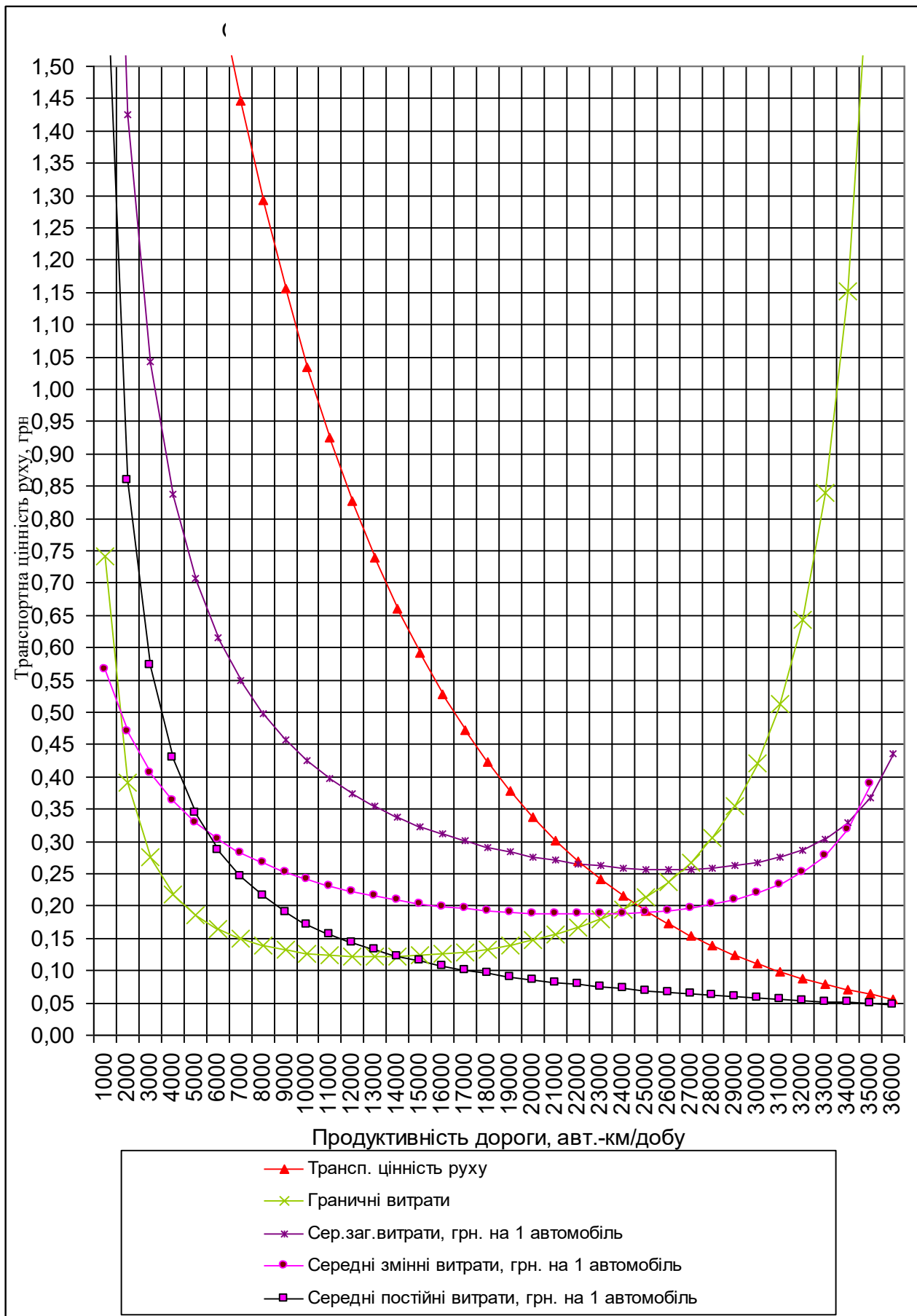


Рисунок Б.2 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для песимістичного сценарію функціонування транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.2 у табл. Б.8.

Таблиця Б.8 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,150
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,257
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,107
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+2 889,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+1 054 485,00

Отримані знання порівнюємо з першим сценарієм сталого функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*. Констатуємо, що при песимістичному сценарієві (сталий попит – від’ємна пропозиція) всі ефекти погіршуються. Таким чином маємо від’ємний ефект функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

### **Б. 3 Оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: сталий попит – позитивна пропозиція**

Оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується на сполученні сталого попиту та позитивної пропозиції, є характерним не тільки для короткострокового періоду (один рік), але й для довготривалого періоду.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги не змінюється, тобто крива не змінює свого положення на графіку, а змінюється величина попиту користувачів автомобільної дороги, тобто всі її значення, що лежать на цій кривій залежності «попит – інтенсивність руху», протягом року, по сезонах року, протягом місяця, тижня та доби.

Поняття позитивної пропозиції дорожніх умов передбачає збільшення усіх складових дорожніх витрат у залежностях: «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної

дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Приклад розрахунку мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, поданий у табл. Б.9 за допомогою рис. Б.3 та залежностей 5.8 - 5.10.

Таблиця Б.9 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,740
Граничні дорожні витрати	грн.	0,121
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,619
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-8 047,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 937 155,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.3 у табл. Б.10.

Таблиця Б.10 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	21 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,280
Загальні дорожні витрати	грн.	0,292
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,012
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+258,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+94 170,00

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.11 за допомогою рис. Б.3.

Таблиця Б.11 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,214
Граничні дорожні витрати	грн.	0,215
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50



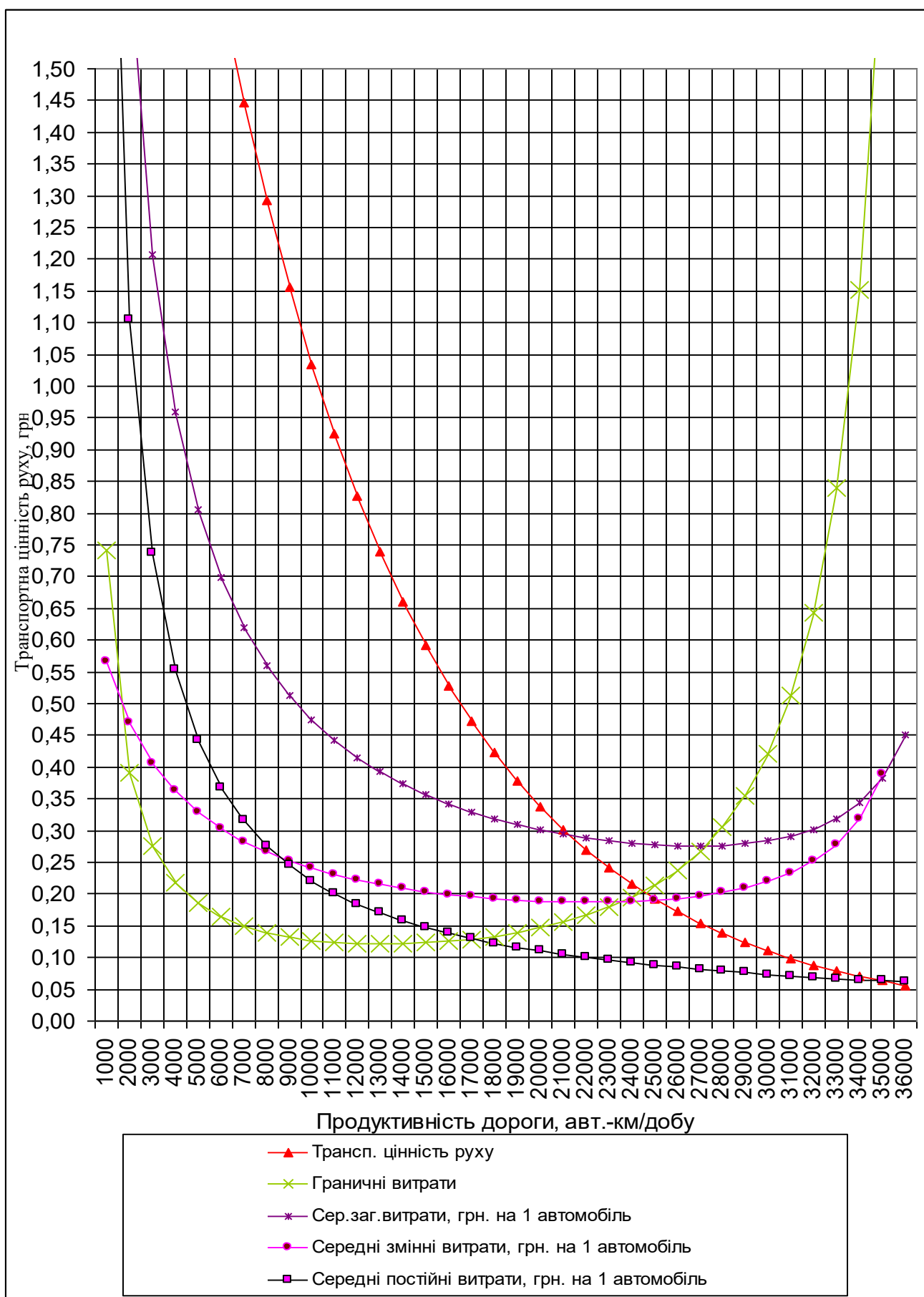


Рисунок Б.3 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для оптимістичного сценарію функціонування транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.3 у табл. Б.12.

Таблиця Б.12 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,150
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,276
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,126
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+3 402,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+1 241 730,00

Отримані знання порівнюємо з першим сценарієм сталого функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* та другим песимістичним сценарієм. Констатуємо, що при оптимістичному сценарієві (сталий попит – позитивна пропозиція) всі види ефективності поліпшуються. Незмінним значенням характеризується лише суспільна ефективність роботи дороги. Це підтверджує гіпотезу про рівність у цій точці графіку попиту з боку користувачів автомобільної дороги та тими ресурсами, що суспільство має видати на забезпечення умов руху транспортних потоків. За цим сценарієм, таким чином, маємо позитивний ефект функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

#### **Б. 4 Сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – стала пропозиція**

Сценарій сталого функціонування транспортної системи, що формується на сполученні падаючого попиту та сталої пропозиції, є характерним не тільки для короткострокового періоду (один рік), але й для довготривалого періоду. У цьому випадку (розділ 5.4) попит користувачів автомобільної дороги падає, тобто крива змінює своє положення на графіку, тобто переміщується ліворуч на графіку.

Поняття сталої пропозиції дорожніх умов передбачає стабільне положення усіх складових дорожніх витрат, що забезпечує їхні умовно стабільні значення у залежностях «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні

дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Щоб вирахувати мікроефект від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, застосуємо залежності 5.8 - 5.10. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.13 за допомогою рис. Б.4.

Таблиця Б.13 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,55
Граничні дорожні витрати	грн.	0,12
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,43
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-5 590,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 040 350,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.4 у табл. Б.14.

Таблиця Б.14 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	18 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,295
Загальні дорожні витрати	грн.	0,299
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,004
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+74,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+27 010,00

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.15 за допомогою рис. Б.4.

Таблиця Б.15 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,178
Граничні дорожні витрати	грн.	0,179
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50

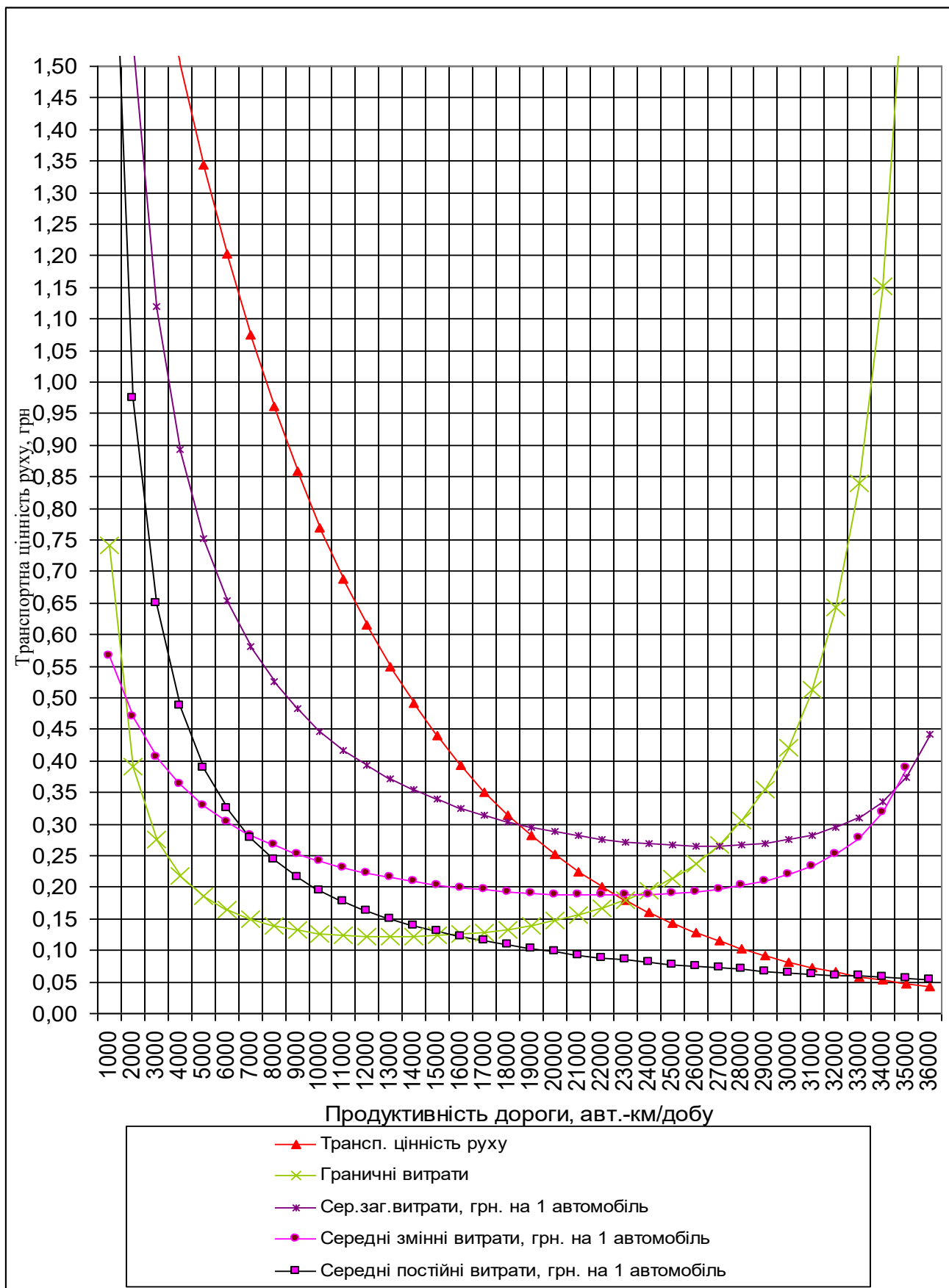


Рисунок Б.4 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для сценарію сталого функціонування транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.4 у табл. Б.16.

Таблиця Б.16 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,110
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,265
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,155
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+4 185,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+1 527 525,00

Отримані знання показують, що якщо порівнювати сталий сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні сталий попит – позитивна пропозиція, то, начебто розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг тут (попит падає) дає кращий результат. Але слід зауважити, що причин спаду попиту може бути багато, у т. ч., попит може падати через погіршення дорожніх умов (у дороги погана «слава»), тому на практиці потрібним є додатковий аналіз ситуації, що склалася.

### **Б.5 Песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – від’ємна пропозиція**

Песимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується на сполученні падаючого попиту та від’ємної пропозиції, є характерним не тільки для короткострокового періоду (один рік), але й для довготривалого періоду.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів дороги падає, тобто крива попиту переміщується на графіку ліворуч.

Поняття від’ємної пропозиції дорожніх умов передбачає зниження усіх складових дорожніх витрат у залежностях: «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної

дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Щоб вирахувати мікроефект від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, потрібно застосувати залежності 5.8 - 5.10. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.17 за допомогою рис. Б.5.

Таблиця Б.17 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,740
Граничні дорожні витрати	грн.	0,121
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,619
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-8 047,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 937 155,00

Щоб вирахувати економічну ефективність від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.5 у табл. Б.18.

Таблиця Б.18 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	22 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,275
Загальні дорожні витрати	грн.	0,276
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+22,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 030,00

Щоб вирахувати суспільну ефективність від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.19 за допомогою рис. Б.5.

Таблиця Б.19 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,214
Граничні дорожні витрати	грн.	0,215
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50

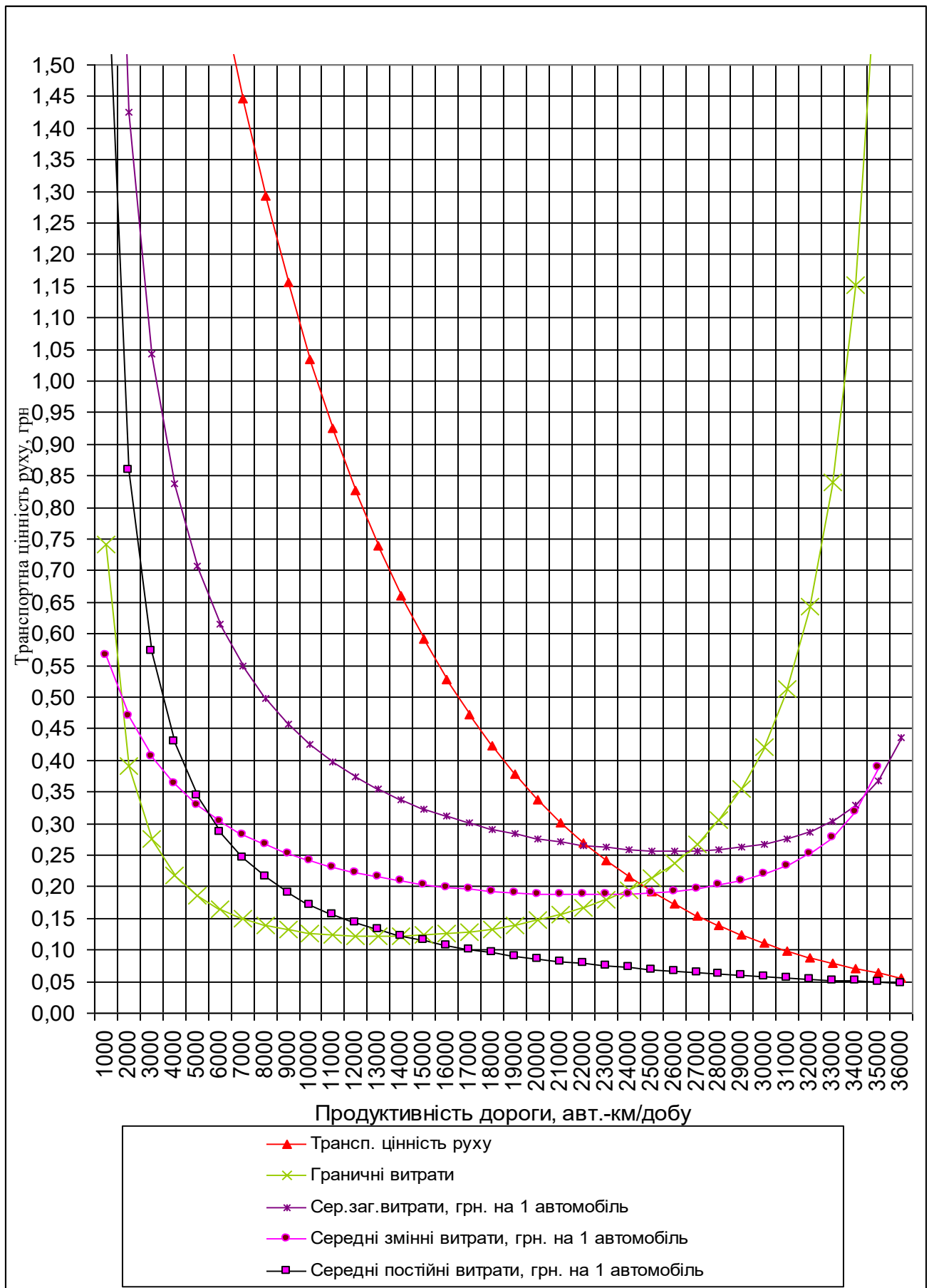


Рисунок Б.5 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для песимістичного сценарію функціонування транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.5 у табл. Б.20.

Таблиця Б.20 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,160
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,257
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,097
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+2 619,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+ 955 935,00

Отримані знання порівнюємо з іншими сценаріями функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*. Констатуємо, що при песимістичному сценарієві (падаючий попит – від’ємна пропозиція) всі види ефективності погіршуються. Навіть, якщо порівнювати із песимістичним сценарієм при сталому попиті та від’ємній пропозиції. Таким чином, маємо від’ємний ефект функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

### **Б.6 Оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується у сполученні: падаючий попит – позитивна пропозиція**

Оптимістичний сценарій функціонування транспортної системи, що формується на сполученні падаючого попиту та позитивної пропозиції, є характерним не тільки для короткострокового періоду (один рік), але й для довготривалого періоду.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги падає, тобто крива попиту зміщується від свого початкового положення на графіку ліворуч.

Поняття позитивної пропозиції дорожніх умов передбачає збільшення усіх складових дорожніх витрат у залежностях: «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної



дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Щоб вирахувати мікроефект від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, потрібно застосувати залежності 5.8 - 5.10. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.21 за допомогою рис. Б.6.

Таблиця Б.21 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,550
Граничні дорожні витрати	грн.	0,121
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,429
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-5 577,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-2 035 605,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.6 у табл. Б.22.

Таблиця Б.22 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	21 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,310
Загальні дорожні витрати	грн.	0,318
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,008
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+144,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+52 560,00

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.23 за допомогою рис. Б.6.

Таблиця Б.23 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	18 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,178
Граничні дорожні витрати	грн.	0,179
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+18,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+6 570,00

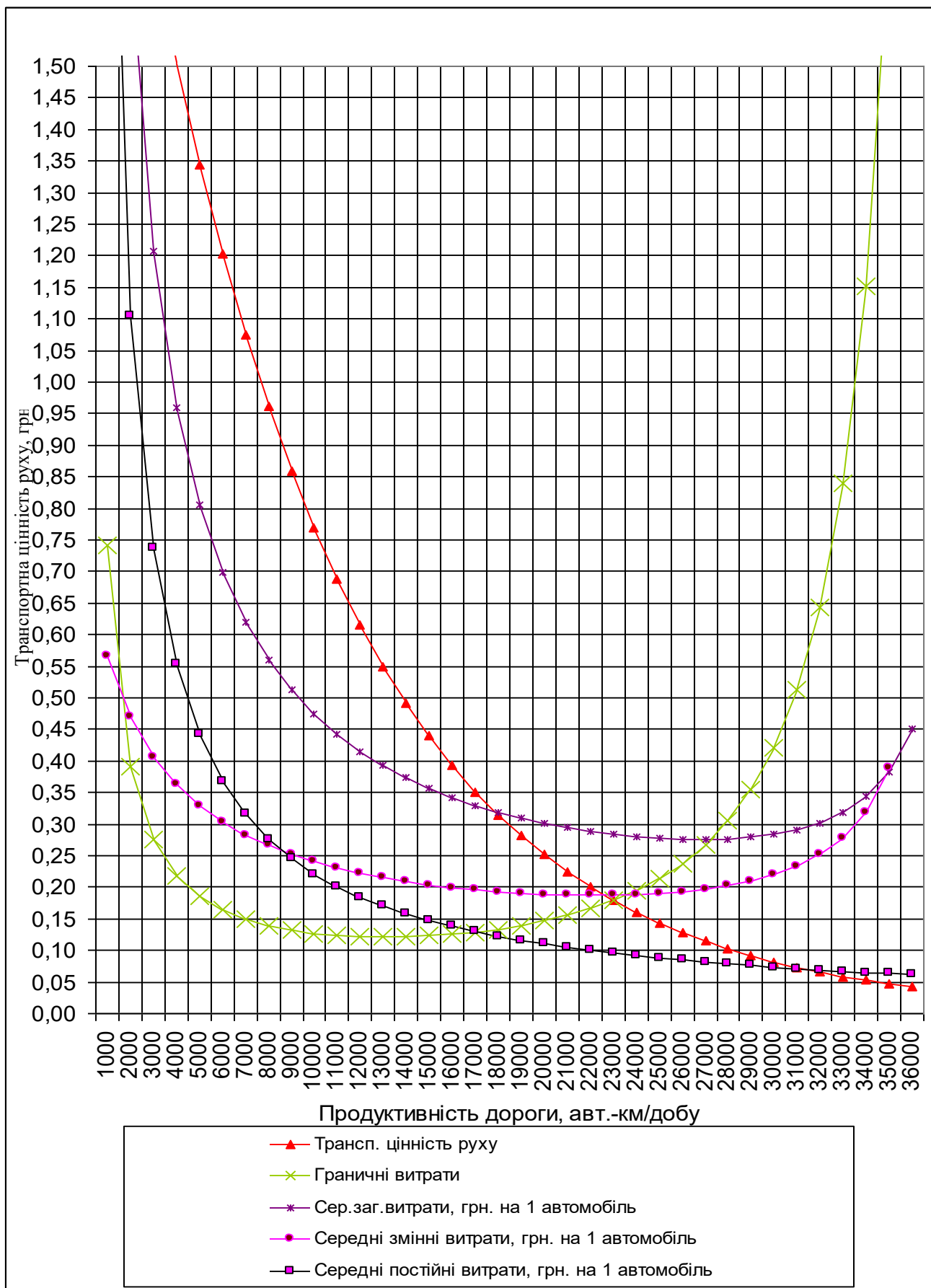


Рисунок Б.6 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для оптимістичного сценарію функціонування транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.6 у табл. Б.24.

Таблиця Б.24 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,110
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,276
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,166
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+4 482,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+1 635 930,00

Отримані знання порівнюємо з оптимістичним сценарієм функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*. Констатуємо, що при оптимістичному сценарії (падаючий попит – позитивна пропозиція) розрахунок суспільно-економічної ефективності із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг дає кращий результат. Але суспільна ефективність від роботи дороги погіршується через менше значення інтенсивності руху та продуктивності дороги, що відповідає їй. Це підтверджує гіпотезу про те, що падаючий попит у ситуації зростання пропозиції, хоча й дає короткостроковий позитивний ефект функціонування транспортної системи, потребує вивчення причин падіння попиту користувачів автомобільної дороги на відповідні умови зручного руху транспортних потоків. Загалом за цим сценарієм маємо позитивний ефект функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

### **Б.7 Песимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зрослий попит – стала пропозиція**

Сценарій розвитку транспортної системи, що формується на сполученні зрослого попиту та сталої пропозиції слід назвати песимістичним через те, що попит користувачів дороги на відповідної якості дорожні умови зростає, а пропозиція є сталою (не зростає). Він є характерним як для короткострокового (один рік), так і для довготривалого періодів.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги зростає, тобто крива зміщується із свого початкового положення на графіку праворуч.

Поняття сталої пропозиції дорожніх умов теж передбачає стабільне положення усіх складових дорожніх витрат, що забезпечує їхні умовно стабільні значення у залежностях «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Щоб вирахувати мікроефект від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, потрібно застосувати залежності 5.8 - 5.10. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.25 за допомогою рис. Б.7.

Таблиця Б.25 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,93
Граничні дорожні витрати	грн.	0,12
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,81
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-10 530,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-3 843 450,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.7 у табл. Б.26.

Таблиця Б.26 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,269
Загальні дорожні витрати	грн.	0,271
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,002
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+48,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+17 520,00

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.27 за допомогою рис. Б.7.

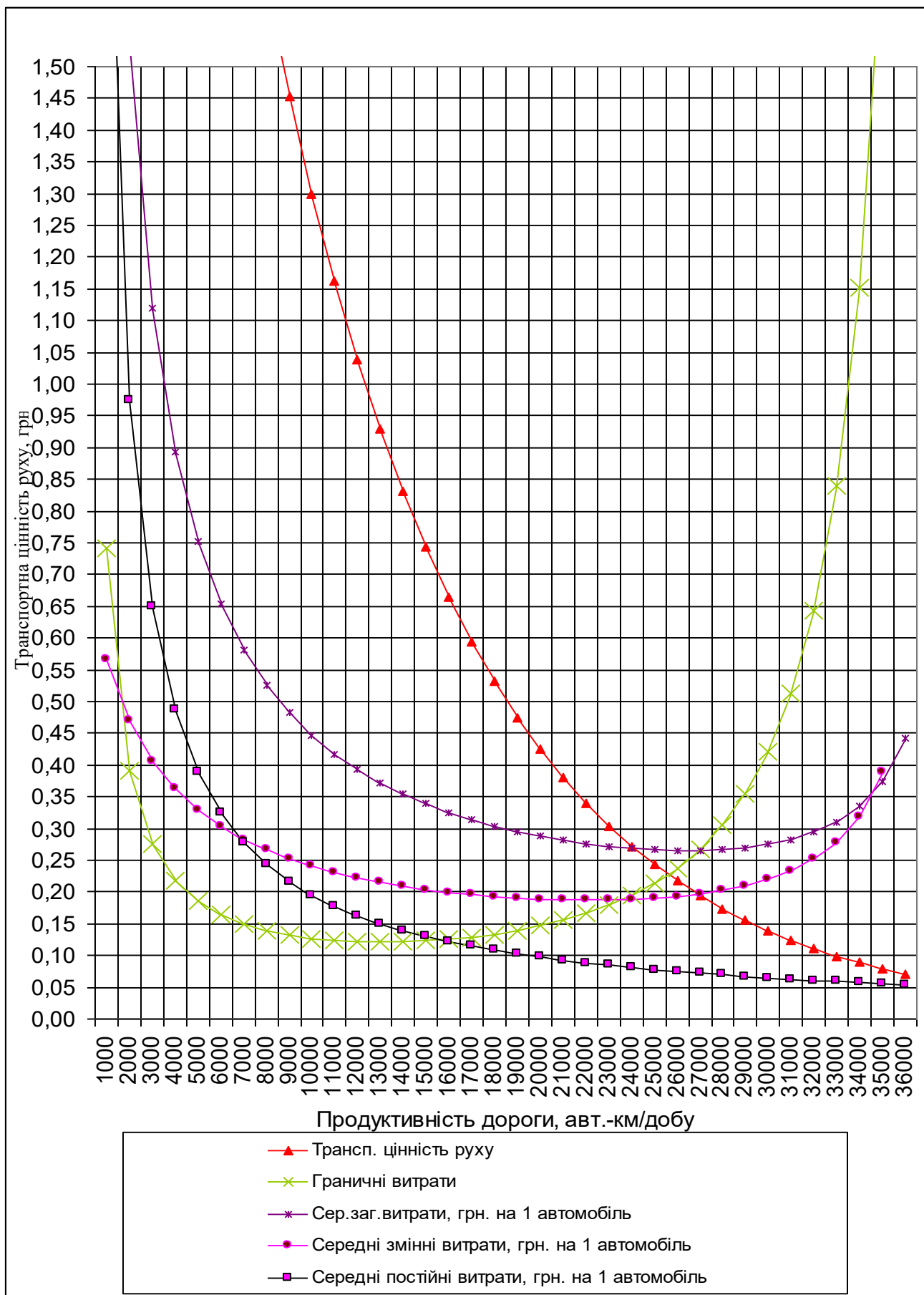


Рисунок Б.7 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для песимістичного сценарію розвитку транспортної системи

Таблиця Б.27 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	25 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,225
Граничні дорожні витрати	грн.	0,228
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,002
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+51,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+18 615,00

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.7 у табл. Б.28.

Таблиця Б.28 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,190
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,265
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,075
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+2 025,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+739 125,00

Отримані знання надалі будемо застосовувати для порівняння з іншими сценаріями розвитку транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП*.

### **Б.8 Песимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зрослий попит – від’ємна пропозиція**

Сценарій розвитку транспортної системи, що формується на сполученні зрослого попиту та від’ємної пропозиції слід назвати песимістичним через те, що попит користувачів дороги на відповідній якості дорожніх умов зростає, окрім цього пропозиція стає від’ємною (падає). Такий сценарій є характерним як для короткострокового (один рік), так і для довготривалого періодів.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги зростає, тобто крива зміщується із свого початкового положення на графіку праворуч.

Поняття від’ємної пропозиції дорожніх умов передбачає зменшення усіх

складових дорожніх витрат, що відображається на зміщенні донизу залежностей «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Приклад розрахунку поданий у табл. Б.29 за допомогою рис. Б.8.

Таблиця Б.29 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,93
Граничні дорожні витрати	грн.	0,12
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,81
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-10 530,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-3 843 450,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.8 у табл. Б.30.

Таблиця Б.30 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,257
Загальні дорожні витрати	грн.	0,258
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+24,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+8 942,50

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.31 за допомогою рис. Б.8.

Таблиця Б.31 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	25 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,227
Граничні дорожні витрати	грн.	0,228
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,001
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+25,50
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+9 307,50

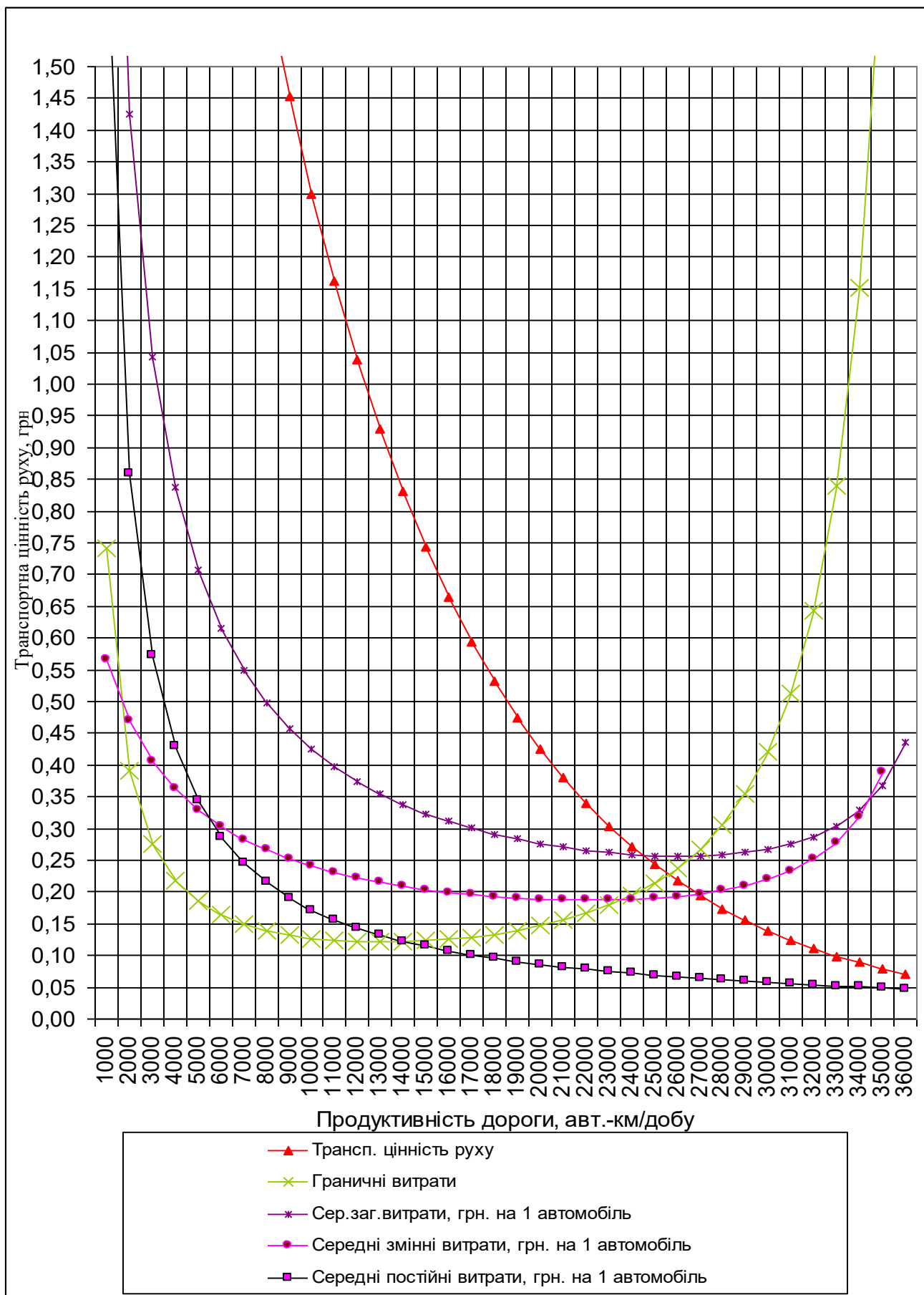


Рисунок Б.8 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для песимістичного сценарію розвитку транспортної системи



Щоб розрахувати суспільно-економічну ефективність із додатковим ефектом від роботи місцевих доріг застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.8 у табл. Б.32.

Таблиця Б.32 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,194
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,257
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	+0,063
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	+1 701,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	+620 865,00

Отримані значення (песимістичний сценарій зрослого попиту та від’ємної пропозиції) доводять погіршення показників ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* у порівняння із песимістичним сценарієм зрослого попиту – сталої пропозиції. Це не є дивним, тому що значення дорожніх витрат, що формують від’ємну пропозицію «тягнуть» донизу криву пропозиції.

### **Б.9 Оптимістичний сценарій розвитку транспортної системи, що формується у сполученні: зрослий попит – зросла пропозиція**

Сценарій розвитку транспортної системи, що формується на сполученні зрослого попиту та зрослої пропозиції слід назвати оптимістичним через те, що попит користувачів дороги на відповідної якості дорожні умови зростає, окрім цього пропозиція стає позитивною (теж зростає). Такий сценарій є характерним як для короткострокового (один рік), так і для довготривалого періодів.

У цьому випадку, як зазначалося у розділі 5.4, попит користувачів автомобільної дороги зростає, тобто крива зміщується із свого початкового положення на графіку праворуч.

Поняття позитивної пропозиції дорожніх умов передбачає збільшення усіх складових дорожніх витрат, що відображається на зміщенні догори залежностей «постійні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «граничні

дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «змінні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги», «загальні дорожні витрати – продуктивність автомобільної дороги».

Щоб вирахувати мікроефект від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів, потрібно застосувати залежності 5.8 - 5.10. Приклад розрахунку поданий у табл. Б.33 за допомогою рис. Б.9.

Таблиця Б.33 – Розрахунок мікроефекту від роботи дороги, що відображує вигоди користувачів

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	13 000
Транспортна цінність руху	грн.	1,50
Граничні дорожні витрати	грн.	0,12
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-1,38
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-17 940,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-6 548 100,00

Щоб вирахувати економічний ефект від роботи дороги застосовуватимемо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.9 у табл. Б.34.

Таблиця Б.34 – Розрахунок економічного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	24 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,280
Загальні дорожні витрати	грн.	0,276
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,004
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-98,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-35 770,00

Щоб вирахувати суспільний ефект від роботи дороги застосуємо залежності 5.8 - 5.10 у табл. Б.35 за допомогою рис. Б.9.

Таблиця Б.35 – Розрахунок суспільного ефекту від роботи дороги

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 500
Транспортна цінність руху	грн.	0,297
Граничні дорожні витрати	грн.	0,287
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,010
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-275,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-100 375,00

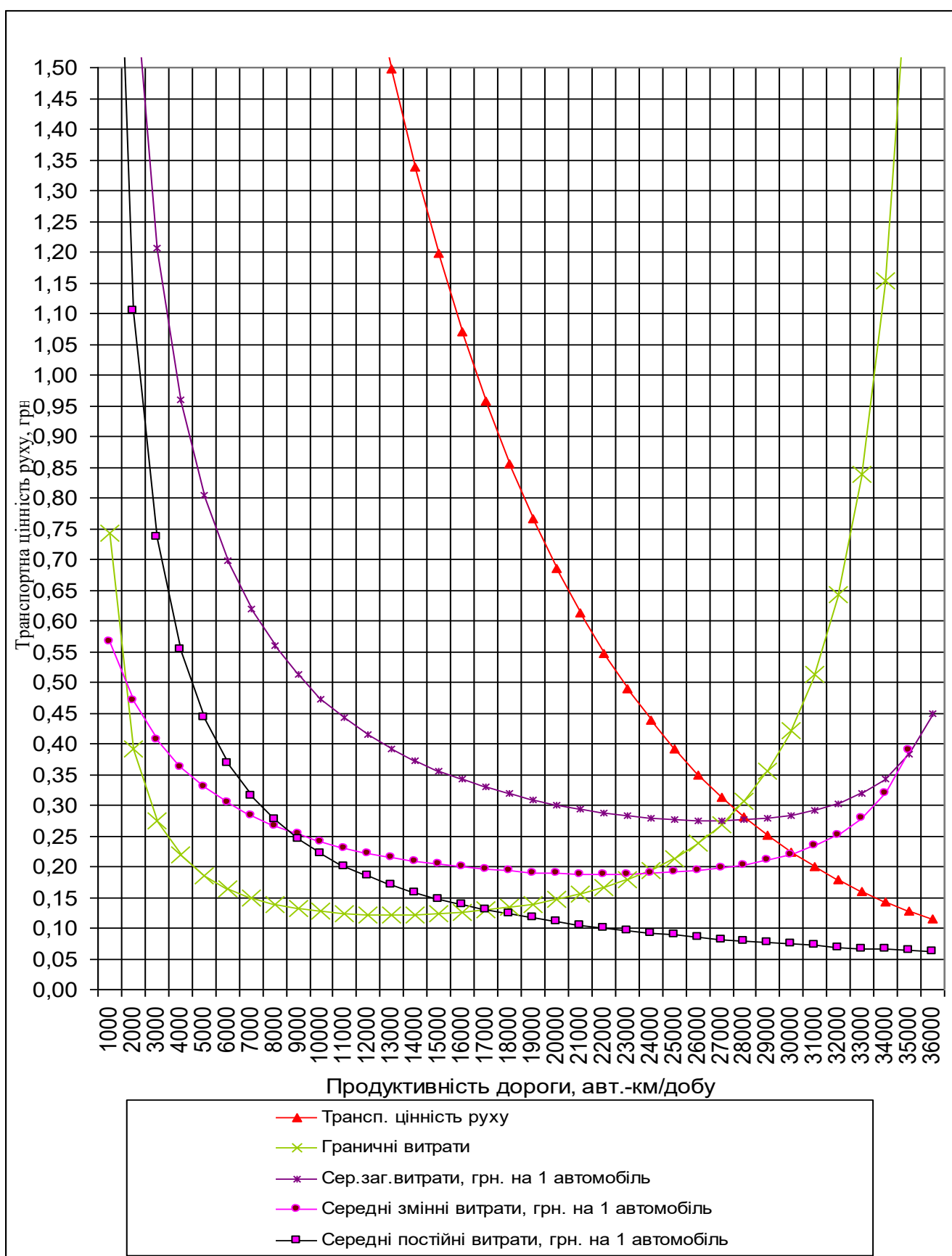


Рисунок Б.9 – Оцінка ефектів від роботи автомобільної дороги для оптимістичного сценарію розвитку транспортної системи

Щоб розрахувати суспільно-економічний ефект із додатковим ефектом від

роботи місцевих доріг застосуємо залежності 5.8 - 5.10 за допомогою рис. Б.9 у табл. Б.36.

Таблиця Б.36 – Розрахунок суспільно-економічного ефекту із додатковим ефектом від роботи місцевих автомобільних доріг

Інтенсивність руху – продуктивність 1 км дороги	авт/добу	27 000
Транспортна цінність руху	грн.	0,312
Граничні дорожні витрати = загальні дорожні витрати	грн.	0,275
Суспільні вигоди за добу на 1 авт-км/добу	грн.	-0,037
Суспільні вигоди за добу на потік	грн.	-999,00
Суспільні вигоди за 1 рік	грн.	-364 635,00

Отримані значення (оптимістичний сценарій зростого попиту та зрослої пропозиції) практично доводять погіршення показників ефективності функціонування транспортної системи регіону *АДДМ-НМТП* у порівняння із песимістичними сценаріями зростого попиту – сталої пропозиції та зростого попиту – від’ємної пропозиції. Це має насторожити особу, яка приймає рішення (*ОПР* – див. розділ 5), тому що значення дорожніх витрат, що формують позитивну пропозицію і «тягнуть» догори криву пропозиції насправді роблять це недостатньо (ефективність негативна). Тому такий сценарій, по-перше, слід назвати скоріше оптимістично-песимістичним через те, що хоча попит користувачів дороги зростає (оптимістичний), ресурсне забезпечення є критичним (див. розділ 5.5) щоб забезпечити вимоги зручності руху транспортних потоків до відповідної якості дорожніх умов, тобто виникає дефіцит ресурсного забезпечення управляючих впливів у транспортній системі регіону *АДДМ-НМТП*.

## ДОДАТОК В

### Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства

#### В.1 Загальні положення

В.1.1 Методика аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства (макрорівень аналізу показників функціонування мережі автомобільних доріг загального користування у транспортній системі України) розроблена відповідно до договору № 83-05 від 2.02.2005 р., виконаного згідно з планом науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт Державної служби автомобільних доріг України на 2005 рік та рішенням тендерного комітету (звіт від 18 січня 2005 р. №130б).

В.1.2 Аналіз та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства ґрунтується на загальних макроекономічних закономірностях розвитку суспільства та економіки України, з урахуванням фінансової, кредитної та податкової політики держави, специфіки роботи дорожнього господарства країни, вартості й термінів будівництва та витрат на утримання автомобільних доріг, а також інших суспільно-економічних мікро - та макропоказників.

В.1.3 Ефективність макрорівня функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі України *визначається* з урахуванням залежності між державними інвестиціями як матеріальному джерелі зростання економіки та змінами ВВП або чистого національного продукту (ЧНП), враховуючи *припущення «за інших рівних умов»*, що є необхідним і достатнім для дослідження динаміки ЧНП від впливу функціонування мережі автомобільних доріг, яка у цьому разі розглядається як цілісний агрегат.

В.1.4 Терміни, що використовуються у методиці:

- амортизація – оцінка об'єму зношеного (використаного) капіталу в процесі виробництва валового внутрішнього продукту;
- валовий внутрішній продукт – загальна ринкова вартість всієї продукції (товарів і послуг), виробленої в країні протягом року;
- державні інвестиції – всі державні витрати на кінцеву продукцію та на всі

прямі закупівлі ресурсів із боку держави;

- транспортна система України – це система транспортних комунікацій, яка об'єднує всі види транспорту, а саме: залізничний, автомобільний, морський, річковий, повітряний та трубопровідний. Кожний із зазначених видів транспорту поділяється на рухомий склад та шляхи сполучення. Трубопровідний транспорт займає особливе місце щодо цього поділу – він не має рухомого складу як такого;

- індекс зростання ВВП або ЧНП – відносний показник, виражений часткою зростання ВВП або ЧНП, у залежності від зростання обсягу ресурсного забезпечення на утримання та розвиток мережі доріг;

- короткостроковий період – період часу досить короткий, щоб були змінені виробничі потужності, але доволі тривалий для зміни інтенсивності використання цих фіксованих потужностей;

- національний дохід – загальний дохід, отриманий постачальниками ресурсів за їхній вклад у виробництво валового внутрішнього продукту;

- проміжний (додатковий) продукт – продукт, який спрямовується на відшкодування спожитих у процесі виробництва матеріальних благ (сировини, матеріалів, енергії);

- реновація основних фондів мережі автомобільних доріг загального користування – утримання та поточний ремонт автомобільних доріг;

- чистий національний продукт – валовий внутрішній продукт за відрахуванням тієї частини виробленого продукту, яка необхідна для заміни засобів виробництва, зношених (використаних) у процесі виробництва продукції.

## **В.2 Підстави для аналізу та прогнозування ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як складової економічної системи суспільства**

В.2.1 Визначення макrorівня функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі України зумовлене необхідністю аналізу та прогнозування таких показників ефективності:

– скорочення втрат та упущеної вигоди від бездоріжжя або поганого транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг;

– збільшення ВВП і національного доходу (НД) від функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг;

– формування програми практичних дій органів управління дорожнім господарством на різних рівнях в умовах структурної перебудови й реформування економіки країни та підвищення ефективності управління дорожнім господарством;

– підвищення життєвого й культурного рівнів населення шляхом задоволення попиту на користування автомобільними дорогами, зниження вартості товарів і послуг, підвищення рухливості населення та вивільнення часу перебування у дорозі;

– зниження соціальної напруги у суспільстві за рахунок розгортання робіт із створенням додаткових робочих місць у дорожньому господарстві та інших галузях економіки, із залученням до цих робіт осіб, які втратили роботу, а також звільнених у запас військовослужбовців та ін.;

– скорочення кількості ДТП і негативного впливу мережі автомобільних доріг на навколишнє середовище через поліпшення дорожніх умов;

– підвищення обороноздатності країни та зниження наслідків надзвичайних ситуацій.

В.2.2 Не менш важливою метою функціонування та розвитку мережі автомобільних доріг є досягнення розуміння різними рівнями виконавчої та законодавчої влади, широких верств населення важливої ролі автомобільних доріг у вирішенні задач економічного та соціального розвитку країни.

### **В.3 Оцінка ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства (розрахунок за даними 2004 р.)**

В.3.1 Визначення мультиплікативного ефекту утворення повних валових витрат на одиницю ЧНП за рахунок додаткової транспортної роботи (розрахунки зведені у табл. В.1):

В.3.1.1 Розрахунок відшкодування проміжного (додаткового) продукту  $X$ , створюваного за допомогою функціонування мережі автомобільних доріг від ВВП:

$$X = \frac{Q \cdot v}{g} = \frac{24597 \cdot 745}{827} = 22158 \text{ (млн. грн.)},$$

де  $Q$  – обсяг послуг транспорту, вироблених в країні за рік, млн. грн.;

$v$  – обсяг перевезення вантажів автомобільним транспортом за рік, млн. т;

$g$  – обсяг перевезення вантажів усіма видами транспорту за рік, млн. т.

В.3.1.2 Розрахунок чистого національного продукту (ЧНП):

$$V = Z - X = 344822 - 22158 = 322664 \text{ (млн. грн.)}$$

В.3.1.3 Визначення частки поточних витрат  $a(t)$  як співвідношення обсягу послуг автомобільного транспорту до ВВП (гранична схильність суб'єктів господарювання до користування мережею автомобільних доріг):

$$a(t) = \frac{X}{Z} = \frac{22158}{344822} = 0,0643.$$

В.3.1.4 Визначення мультиплікатора  $\bar{a}$  утворення валових поточних витрат на одиницю ЧНП:

$$\bar{a} = (1 - a)^{-1} = \frac{1}{1 - a} = \frac{1}{1 - 0,0643} = 1,0687.$$

Таким чином, величина  $\bar{a}(t)$  є мультиплікатором, показує збільшення валових витрат, що викликається виробництвом додаткової одиниці ЧНП за рахунок збільшення відповідної транспортної роботи, тобто якщо ЧНП збільшується на одну одиницю, то відповідне збільшення ВВП має бути більше на величину мультиплікатора  $\bar{a}(t)$ .

В.3.2 Визначення непрямих податків – акцизів із переробки та продажу нафтопродуктів визначається за Законом про бюджет на наступний рік.

В.3.3 Визначення національного доходу (НД):

$$W(t) = V(t) - \text{акцизи} = 322664 - 5000 = 317664 \text{ (млн. грн.)}$$

де  $W(t)$  – національний дохід.

В.3.4 Визначення обсягів споживання населення ( $C$ ), невиробничого користування мережею автомобільних доріг ( $S$ ) та інтенсивності використання мережі автомобільних доріг загального користування автомобільним транспортом ( $I$ ):

В.3.4.1 Визначення інтенсивності використання мережі автомобільних доріг загального користування автомобільним транспортом ( $I$ ) в році ( $t$ ):

$$I = 365 \cdot P \cdot (N_o \cdot L_o + N_m \cdot L_m) - D,$$

де  $N_o$  – інтенсивність руху на мережі державних автомобільних доріг в році ( $t$ );

$L_o$  – довжина мережі магістральних доріг в році ( $t$ );

$N_m$  – інтенсивність руху на мережі місцевих доріг в році ( $t$ );

$L_m$  – довжина мережі місцевих автомобільних доріг в році ( $t$ );



$P$  – величина ЧНП, яка приходить на 1 авт-км в році ( $t$ ):

$$P = \frac{V}{TЗ \cdot АД} = \frac{3226640000 \text{ 00}}{10695155 \cdot 169447} = 0,178 \text{ (грн./авт-км);}$$

$$I = 365 \cdot 0,178 \cdot (8900 \cdot 16244 + 970 \cdot 153203) - 2825000000 = 16228 \text{ (млн.грн.).}$$

В.3.4.2 Визначення  $S$ :

$$S(t) = I(t) + D(t) = 16228 + 2825 = 19053 \text{ (млн.грн.);}$$

В.3.4.3 Визначення  $C$ :

$$C(t) = HD - S(t) = 317664 - 19053 = 298611 \text{ (млн.грн.);}$$

В.3.4.4 Визначення  $b$ : 
$$b(t) = \frac{I(t)}{V(t)} = \frac{19053}{322664} = 0,050;$$

де  $b(t)$  – складова транспортної роботи в одиниці ЧНП;

$I(t)$  – інтенсивність використання автомобільного транспорту в році ( $t$ );

$V(t)$  – ЧНП.

В.3.5 Визначення коефіцієнту капіталомісткості мережі автомобільних доріг у прирості ЧНП  $\bar{\chi}$ :

$$\bar{\chi} = \frac{\Delta K}{\Delta V} = \frac{14185 - 13540 + 2825}{322664 - 251159} = 0,049,$$

де  $\Delta K$  – залишкова вартість мережі автомобільних доріг (за даними бухгалтерського обліку);

$\Delta V$  – приріст ЧНП в році ( $t$ ).

В.3.6 Визначення коефіцієнту приросту фондомісткості мережі автомобільних доріг у ВВП  $\bar{\chi}$ :

$$\bar{\chi} = a^{-1}(t) \cdot \bar{\chi}(t) = \frac{0,049}{1,0687} = 0,045.$$

В.3.7 Визначення фондомісткості мережі автомобільних доріг у ЧНП:

$$\bar{h} = \frac{H_R(t)}{V(t)} = \frac{13540}{322664} = 0,042;$$

Отже,  $\bar{h}$  є еквівалентним  $\bar{\chi}$ .

Таблиця В.1 – Оцінка ефективності функціонування мережі автомобільних доріг як складової економічної системи суспільства (розрахунок за даними 2004 р.)

Роки	Кількість зареєстрованих ТЗ (авт.)	Довжина мережі АД (км)	ВВП Z (млрд. грн.)	Додатковий проміжний продукт X (млрд. грн.)	A	ЧНП V (млрд. грн.)	Акцизи та інші податкові надходження T (млрд. грн.)	Національний дохід HD (млрд. грн.)	Залишкова вартість мережі АД (млрд. грн.)	Фондомісткість мережі АД h	$\lambda$	$\chi$	Споживання населення C (млрд. грн.)	b	Користування мережею АД S (млрд. грн.)	Інтенсивність використання АТ I (млрд. грн.)	p	Дорожній фонд D (млрд. грн.)	W: C+I+X+D (млрд. грн.)	Прогноз ВВП (млрд. грн.)	Прогноз ЧНП (млрд. грн.)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
2000	9 230 484	168 546	170 070	12 525	1,079	157 545	3 000	154 545	16 119	0,1023	0,023	0,022	143 709	0,061	10 836	9 540	0,939	1 296	154 545				
2000	9 230 484	168 546	170 070	12 525	1,079	157 545	3 000	154 545	16 119	0,1023	0,116	0,107	145 005	0,061	9 540	9 540	0,939	2 818	157 364				
2001	9 596 652	168 864	204 190	12 619	1,066	191 571	3 500	188 071	15 474	0,0808	0,057	0,054	175 421	0,059	12 650	11 354	0,941	1 296	188 071				
2001	9 596 652	168 864	204 190	12 619	1,066	191 571	3 500	188 071	15 474	0,0808	0,116	0,109	176 717	0,059	11 354	11 354	0,941	3 293	191 364	204 519	191 880		
2002	9 962 820	168 913	225 810	14 807	1,070	211 003	4 000	207 003	14 829	0,0703	0,078	0,073	193 586	0,059	13 417	12 553	0,941	864	207 003				
2002	9 962 820	168 913	225 810	14 807	1,070	211 003	4 000	207 003	14 829	0,0703	0,227	0,212	194 450	0,059	12 553	12 553	0,941	3 762	210 765	227 022	212 136		
2003	10 328 987	169 739	267 344	16 185	1,064	251 159	4 500	246 659	14 185	0,0565	0,059	0,055	231 330	0,054	15 330	13 613	0,946	1 717	246 659				
12003	10 328 987	169 739	267 344	16 185	1,064	251 159	4 500	246 659	14 185	0,0565	0,122	0,115	233 047	0,054	13 613	13 613	0,946	4 256	250 916	268 887	252 609		
2004	10 695 155	169 447	344 822	22 158	1,069	322 664	5 000	317 664	13 540	0,0420	0,049	0,045	298 611	0,050	19 053	16 228	0,950	2 825	317 664				
2004	10 695 155	169 447	344 822	22 158	1,069	322 664	5 000	317 664	13 540	0,0420	0,075	0,071	301 436	0,050	16 228	16 228	0,950	4 749	322 412	349 696	327 225		
2005	11 061 323	169 447	362 063	23 266	1,069	338 797	5 500	333 297	12 895	0,0381	0,232	0,217	313 954	0,048	19 343	16 243	0,952	3 100	333 297				
2005	11 061 323	169 447	362 063	23 266	1,069	338 797	5 500	333 297	12 895	0,0381	0,365	0,341	317 054	0,048	16 243	16 243	0,952	5 236	338 533	368 090	344 436		
2006	11 427 491	169 447	380 166	24 374	1,069	355 792	6 000	349 792	12 250	0,0344	0,346	0,324	330 130	0,041	19 662	14 426	0,959	5 236	349 792				
2006	11 427 491	169 447	380 166	24 374	1,065	355 792	6 000	349 792	12 250	0,0344	0,377	0,354	335 366	0,041	14 426	14 426	0,959	5 757	355 549	387 059	363 371		
Індекс зростання ВВП	$I_z$		2002	0,42		Індекс зростання ЧНП		$I_v$	2002	0,391		Індекс зростання споживання C	$I_c$	2002	0,298								
			2003	0,61					2003	0,676													
			2004	2,53					2004	1,468													
			2005	2,82					2005	1,451													
			2006	17,19					2006	10,062													

В.3.8 Узгодження капіталомісткості мережі автомобільних доріг, складової транспортної роботи автомобільного транспорту та ступеня користування автомобільними дорогами для досягнення бажаних темпів росту ЧНП:

В.3.8.1 Визначення темпу приросту ЧНП з урахуванням роботи автомобільного транспорту:

$$\omega(t) = \frac{1 - b(t)}{\chi(t)}.$$

В.3.8.2 Темпом приросту ЧНП є також

$$\omega(t) = \frac{\rho(t)}{\chi(t)}$$

Отже, прирівнюючи праві частини рівнянь, отримуємо:

$$\frac{1 - b(t)}{\chi(t)} = \frac{\rho(t)}{\chi(t)},$$

звідки

$$\rho(t) = 1 - b(t) = 1 - 0,050 = 0,950.$$

В.3.9 Визначення  $\rho$  та обсягів фінансування мережі автомобільних доріг ( $D$ ):

$$D(t) = \rho(t) \cdot T(t),$$

$$0 < \rho(t) < 1,$$

де  $\rho(t)$  – схильність уряду до інвестування держави у розвиток мережі автомобільних доріг;

$T(t)$  – акциз з нафтопродуктів та інші податкові надходження до державного бюджету:

$$D(t) = \rho(t) \cdot T(t) = 0,9408 \cdot 5000 = 4704 \text{ (млн.грн.)}.$$

В.3.10 Визначення розрахункового національного доходу ( $W$ ), обсяги якого дозволять гарантовано викупити: 1) весь наявний (реальний) національний дохід (НД) або 2) ЧНП:

$$1) \quad W = C + I + D = 298611 + 16228 + 2825 = 317664 \text{ (млн.грн.);}$$

$$2) \quad W = C + I + D = 301436 + 16228 + 4749 = 322412 \text{ (млн.грн.)}.$$

Другий результат отримано для прогнозу зростання макроекономічних показників країни у разі більшого ресурсного забезпечення (у межах податкових надходжень до бюджету) дорожнього фонду, що призводить до перерозподілу головних фінансових макропоказників. Як бачимо, перший результат дорівнює існуючому значенню національного доходу, а другий майже дорівнює (максимально наближений) до значення ЧНП. Нижче розглянуто як досягається другий результат.

В.3.11 Визначення прогнозованого обсягу ВВП  $Z_{2004}$ :

$$Z_{\tau} = \bar{a} \sum_{i=0}^{\infty} \left( \bar{a} \chi \omega_{\tau} \right)^i W_{\tau} = 1,069 \cdot (1,069 \cdot 0,071 \cdot 13,46) \cdot 322412 = 349696 \text{ (млн.грн.)}.$$

В.3.12 Визначення індексу зростання ВВП:

$$I_Z = \frac{\Delta Z}{\Delta D} = \frac{Z_{II} - Z}{D_{II} - D} = 2,53.$$

В.3.13 Визначення індексу зростання ЧНП:

$$I_V = \frac{\Delta V}{\Delta D} = \frac{V_{II} - V}{D_{II} - D} = 2,37.$$

В.3.14 Визначення індексу зростання споживання населення  $C$ :

$$I_C = \frac{\Delta C}{\Delta D} = \frac{C_{II} - C}{D_{II} - D} = 1,47.$$

#### В.4 Висновки та рекомендації

Таким чином, проаналізувавши головні макроекономічні показники в Україні за п'ять років, отримані основні залежності щодо прогнозування макрорівня ефективності функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі України, а саме:

- валовий внутрішній продукт (за офіційними даними);
- чистий національний продукт;
- національний доход;
- показник  $\bar{a}(t)$ , що є мультиплікатором, який показує збільшення валових витрат, що викликаються виробництвом додаткової одиниці ЧНП за

рахунок збільшення транспортної роботи;

- прогнозні фінансові об'єми дорожнього фонду, які базуються на основних залежностях, отриманих від ресурсного забезпечення мережі автомобільних доріг і є необхідними для сталого соціально-економічного розвитку країни. Так, у 2004 р. якщо б дорожній фонд складав не 2 825 млн. грн., а розрахований обсяг у 4 749 млн. грн., то це дало б зростання ВВП з 344 822 млн. грн. до прогнозного значення в 349 696 млн. грн., ЧНП – відповідно з 322 664 млн. грн. до прогнозного значення в 327 225 млн. грн., а споживання населення з 298 611 млн. грн. до прогнозного значення в 301 436 млн. грн.
- останнє підтверджується значеннями індексів зростання ВВП, ЧНП та споживання населення, особливо для 2004 та 2005 років.

Окремо слід зазначити, що залишкова вартість мережі автомобільних доріг загального користування є замалою та потребує переоцінки. Це надає можливість більш об'єктивно й справедливо вимагати збільшення ресурсного забезпечення робіт з утримання та подальшого розвитку мережі автомобільних доріг загального користування, що підтверджується макрорівнем ефективності її функціонування в транспортній системі України.

## ДОДАТОК Г

Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення (Серія В № 00685 від 13.12.2006 р.) із 6 додатками до нього згідно з переліком

	
Міністерство освіти і науки України Державний департамент інтелектуальної власності	
<b>СВІДОЦТВО</b>	
про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення.	
Серія <u>В</u>	№ <u>00685</u>
ЗАКЛАД	
(повна та скорочена назва суб'єкта підприємницької НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ діяльності із зазначенням організаційно-правової форми)	
(прізвище, ім'я по-батькові фізичної особи - суб'єкта підприємницької діяльності)	
Ідентифікаційний код	<u>02070915</u>
Вид діяльності у сфері програмного забезпечення	<u>виробництво</u>
Місце знаходження (місце проживання)	<u>вул. Суворова, 1, м. Київ</u>
Найменування програмного забезпечення, яке виробляється (розповсюджується)	<u>згідно з переліком (додаток)</u>
Заступник голови департаменту <u>В. Дмитришин</u> (посада і прізвище керівника органу, що видав свідоцтво)	
<u>13.12.2006</u> (дата реєстрації)	
<u>14.12.2006</u> (дата видачі)	
 (підпис)	
	

**Транспортні системи та маркетинг**

**Програмний продукт щодо розробки бізнес-планів  
інвестиційних проектів на будівництво  
об'єктів дорожнього комплексу**

***Поліщук Володимир Петрович  
Лановий Олександр Тимофійович***

385



*УС Карев*

**Транспортні системи та маркетинг**

**Програмний продукт щодо прогнозування  
макроекономічної ефективності  
функціонування мережі автомобільних  
доріг загального користування в єдиній  
транспортній системі держави**

*Поліщук Володимир Петрович  
Лановий Олександр Тимофійович*



*В. М. Жарва*



**Транспортні системи та маркетинг**

**Програма розрахунку максимального розміру  
плати за проїзд автомобільними дорогами,  
що побудовані на умовах концесії,  
з програмним забезпеченням**

***Поліщук Володимир Петрович  
Мозковий Володимир Васильович  
Лановий Олександр Тимофійович***



*С.С. Карев*

**Транспортні системи та маркетинг**

**Програмний продукт щодо визначення соціально-  
економічної ефективності інвестицій у розвиток  
мережі автомобільних доріг в єдиній транспортній  
системі України**

*Поліщук Володимир Петрович  
Лановий Олександр Тимофійович*



**Транспортні системи та маркетинг**

**Розрахунок рентабельності експлуатації та окупності  
концесійних та платних автомобільних доріг**

*Поліщук Володимир Петрович  
Лановий Олександр Тимофійович*

30.08.20  
завідуючий канцелярією

*УС Карев*



**ДОДАТОК Д**  
**Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до**  
**Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення**  
**(Серія ВР № 01294 від 01.12.2010 р.)**

	
<b>Міністерство освіти і науки України</b> <b>Державний департамент інтелектуальної власності</b>	
<h1 style="margin: 0;">СВІДОЦТВО</h1>	
про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення.	
Серія <u>ВР</u>	№ <u>01294</u>
<u>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</u> (повна та скорочена назва суб'єкта підприємницької	
діяльності із зазначенням організаційно-правової форми)	
(прізвище, ім'я, по батькові фізичної особи	
суб'єкта підприємницької діяльності)	
Ідентифікаційний код	<u>02070915</u>
Вид діяльності у сфері програмного забезпечення	<u>виробництво та розповсюдження</u>
Місцезнаходження (місце проживання)	<u>вул. Суворова, 1, м. Київ</u>
Найменування програмного забезпечення, яке виробляється (розповсюджується)	<u>"Комп'ютерна програма автоматизованого обліку та аналізу дорожньо</u> <u>транспортних пригод (ДТП)"</u>
Заступник голови департаменту <u>О.В. Янов</u> (посада і прізвище керівника органу, що видав свідоцтво)	
<u>01.12.2010</u> (дата реєстрації)	
<u>08.12.2010</u> (дата видачі)	
 (підпис)	
	

## ДОДАТОК Е

Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до  
Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення  
(Серія ВР № 01296 від 01.12.2010 р.)

	
Міністерство освіти і науки України Державний департамент інтелектуальної власності	
<b>СВІДОЦТВО</b>	
про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення.	
Серія <u>ВР</u>	№ <u>01296</u>
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ	
(повна та скорочена назва суб'єкта підприємницької діяльності із зазначенням організаційно-правової форми)	
(прізвище, ім'я, по батькові фізичної особи суб'єкта підприємницької діяльності)	
Ідентифікаційний код	<u>02070915</u>
Вид діяльності у сфері програмного забезпечення	<u>виробництво та розповсюдження</u>
Місцезнаходження (місце проживання)	<u>вул. Суворова, 1, м. Київ</u>
Найменування програмного забезпечення, яке виробляється (розповсюджується)	<u>"Програмний продукт щодо оцінки рівнів безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України"</u>
	Заступник голови департаменту <u>О.В. Янов</u> (посада і прізвище керівника органу, що видав свідоцтво)
	<u>01.12.2010</u> (дата реєстрації)
	<u>01.12.2010</u> (дата видачі)
	 (підпис)

**ДОДАТОК Ж**  
**Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 36602 від 20.01.2011 р.)**

 <b>УКРАЇНА</b> <b>Міністерство освіти і науки України</b> <b>Державний департамент інтелектуальної власності</b>	
<h1 style="margin: 0;">СВІДОЦТВО</h1> <p style="margin: 0;">про реєстрацію авторського права на твір</p> <p style="margin: 0;"><b>№ 36602</b></p>	
<p><b>Науковий твір "Розробка теоретичних основ управління безпекою дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування України"</b></p> <p style="font-size: small;">(вид, назва службового твору)</p>	
<p><b>Автор(и) Поліщук Володимир Петрович, Лановий Олександр Тимофійович</b></p> <p style="font-size: small;">(повне ім'я, псевдонім (за наявності))</p>	
<p><b>Авторські майнові права належать Поліщук Володимир Петрович, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010; Лановий Олександр Тимофійович, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010; Національний транспортний університет, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010</b></p> <p style="font-size: small;">(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)</p>	
<p><i>Дата реєстрації</i></p>	<p>20.01.2011</p>
<p><i>Голова Державного департаменту інтелектуальної власності</i></p>	<p><i>(Handwritten signature)</i></p> <p>М.В.Паладій</p>
	

**ДОДАТОК II**  
**Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 36603 від 20.01.2011 р.)**

 <b>УКРАЇНА</b> <b>Міністерство освіти і науки України</b> <b>Державний департамент інтелектуальної власності</b>	
<h1 style="margin: 0;">СВІДОЦТВО</h1> <p style="margin: 0;">про реєстрацію авторського права на твір</p> <p style="margin: 0;">№ 36603</p>	
<p><b>Науковий твір "Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України"</b></p> <hr/> <p style="text-align: center; font-size: small;">(вид, назва службового твору)</p>	
<p><b>Автор(и) Поліщук Володимир Петрович, Лановий Олександр Тимофійович</b></p> <hr/> <p style="text-align: center; font-size: small;">(повне ім'я, псевдонім (за наявності))</p>	
<p>Авторські майнові права належать <b>Поліщук Володимир Петрович, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010; Лановий Олександр Тимофійович, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010; Національний транспортний університет, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010</b></p> <hr/> <p style="text-align: center; font-size: small;">(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)</p>	
<p><i>Дата реєстрації</i></p> <p><b>20.01.2011</b></p> <p><i>Голова Державного департаменту інтелектуальної власності</i></p>	<p style="text-align: right;">   <b>М.В.Паладій</b> </p>
	

**ДОДАТОК К**  
**Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 41867 від 19.01.2012 р.)**

**УКРАЇНА**

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ**

**СВІДОЦТВО**  
**про реєстрацію авторського права на твір**

**№ 41867**

**Науковий твір "Методика аналізу та прогнозування забезпечення умов безперервного, безпечного і зручного руху та оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону "Автомобільні дороги державного та місцевого значення - Національні та міжнародні транспортні потоки"**

(вид, назва службового твору)

**Автор(и) Лановий Олександр Тимофійович, Поліщук Володимир Петрович**

(повне ім'я, повнодім (за наявності))

**Авторські майнові права належать Національний транспортний університет, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010**

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

**19.01.2012**

**Дата реєстрації**



**Голова Державної служби інтелектуальної власності України**  
**М.В. Паладій**

*(Handwritten signature)*



**ДОДАТОК Л**  
**Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (№ 41868 від 19.01.2012 р.)**

УКРАЇНА

  
 ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ

**СВІДОЦТВО**  
 про реєстрацію авторського права на твір

№ 41868

Науковий твір "Розробка теоретичних основ функціонування автомобільних доріг загального користування та визначення їх впливу на розвиток регіонів України"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) **Полішук Володимир Петрович, Лановий Олександр Тимофійович**

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать **Національний транспортний університет, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010**

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 19.01.2012



  
 Голова Державної служби  
 інтелектуальної  
 власності України  
**М.В. Паладій**

## ДОДАТОК М

### Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ  
(УКРАВТОДОР)  
Державне підприємство  
«Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»  
ДП «ДерждорНДі»

03113, м. Київ,  
проспект Перемоги, 57  
код ЄДРПОУ 03450778

тел/факс 456-34-15  
e-mail: [dornauka@dorndi.org.ua](mailto:dornauka@dorndi.org.ua)  
[www.dorndi.org.ua](http://www.dorndi.org.ua)

16.02.2016 № 22.25-25/-82

на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

#### АКТ

#### Про впровадження результатів дисертаційної роботи

Ланового Олександра Тимофійовича, виконаної на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук на тему «Теоретичні основи та практичні методи забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг» Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна».

Цим актом підтверджується, що під час виконання науково-дослідної роботи за договором № 137-12 від 25.09.2012 р., № 74-14 від 30.04.2014 р., № 25-15 від 19.06.2015 р., були використані такі результати дисертаційної роботи Ланового О.Т.:

1. методи оцінки умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами, що дозволяє удосконалювати дорожні умови з метою забезпечення вимог до них з боку їхніх користувачів;
2. методологічні основи оцінки роботи автомобільної дороги як підприємства з надання суспільних послуг, що дає можливість забезпечувати умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків з урахуванням відповідного ресурсного забезпечення для виконання необхідних дорожніх робіт;
3. моделі, які дозволяють прогнозувати необхідні обсяги ресурсного забезпечення функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України.

Використання вказаних результатів дає змогу урахувати: вартість та терміни будівництва і витрати на утримання доріг, специфіку роботи дорожнього господарства, показники розвитку суспільства та економіки країни, а також розробити принципи формування системи управління функціонуванням і розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України.

Заступник директора з наукової роботи,  
кандидат економічних наук



А.О. Безуглий

009879

**ДОДАТОК Н**  
**Акт увпровадження науково-дослідних робіт Національного**  
**транспортного університету щодо розробки другої редакції проекту**  
**Закону України «Про автомобільні дороги»**

АКТ

упровадження науково-дослідних робіт  
 Національного транспортного університету щодо розробки  
 другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги”

Національним транспортним університетом у 2001 році виконані науково-дослідні роботи:

1. “Розробка другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги”, державний реєстраційний № 0101U006496, виконана згідно з договором № 95/23 від 21 червня 2001 р. (науковий керівник – д.т.н., проф. Поліщук В.П., відповідальний виконавець – к.т.н., доц. Лановий О.Т.);

2. “Науковий супровід розробленої другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги” в міністерствах та інших органах центральної виконавчої влади України”, державний реєстраційний № 0101U006497, виконана згідно з договором № 102/32 від 15 серпня 2001 р. (науковий керівник – д.т.н., проф. Поліщук В.П., відповідальний виконавець – к.т.н., доц. Лановий О.Т.);

3. “Науковий пошук законодавчих актів Європейського Союзу, необхідних для адаптації другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги” до законодавства ЄС”, державний реєстраційний № 0101U007299, виконана згідно з договором № 111/34 від 1 жовтня 2001 р. (науковий керівник – д.т.н., проф. Поліщук В.П., відповідальний виконавець – к.т.н., доц. Лановий О.Т.);

4. “Науковий переклад законодавчих актів Європейського Союзу, необхідних для адаптації другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги” до законодавства ЄС”, державний реєстраційний № 0101U007300, виконана згідно з договором № 112/35 від 1 жовтня 2001 р. (науковий керівник – д.т.н., проф. Поліщук В.П., відповідальний виконавець – к.т.н., доц. Лановий О.Т.);

5. “Адаптація другої редакції проекту Закону України “Про автомобільні дороги” до законодавства ЄС”, державний реєстраційний № 0101U007301, виконана згідно з договором № 113/36 від 1 жовтня 2001 р. (науковий керівник – д.т.н., проф. Поліщук В.П., відповідальний виконавець – к.т.н., доц. Лановий О.Т.).

Усі вищезгадані науково-дослідні роботи виконані на високому науково-технічному рівні. Результати виконання науково-дослідних робіт № 95/23, № 102/32, № 111/34, № 112/35 та № 113/36 передано Державною корпорацією “Укравтодор” до Кабінету Міністрів України як проект Закону України “Про автомобільні дороги”.

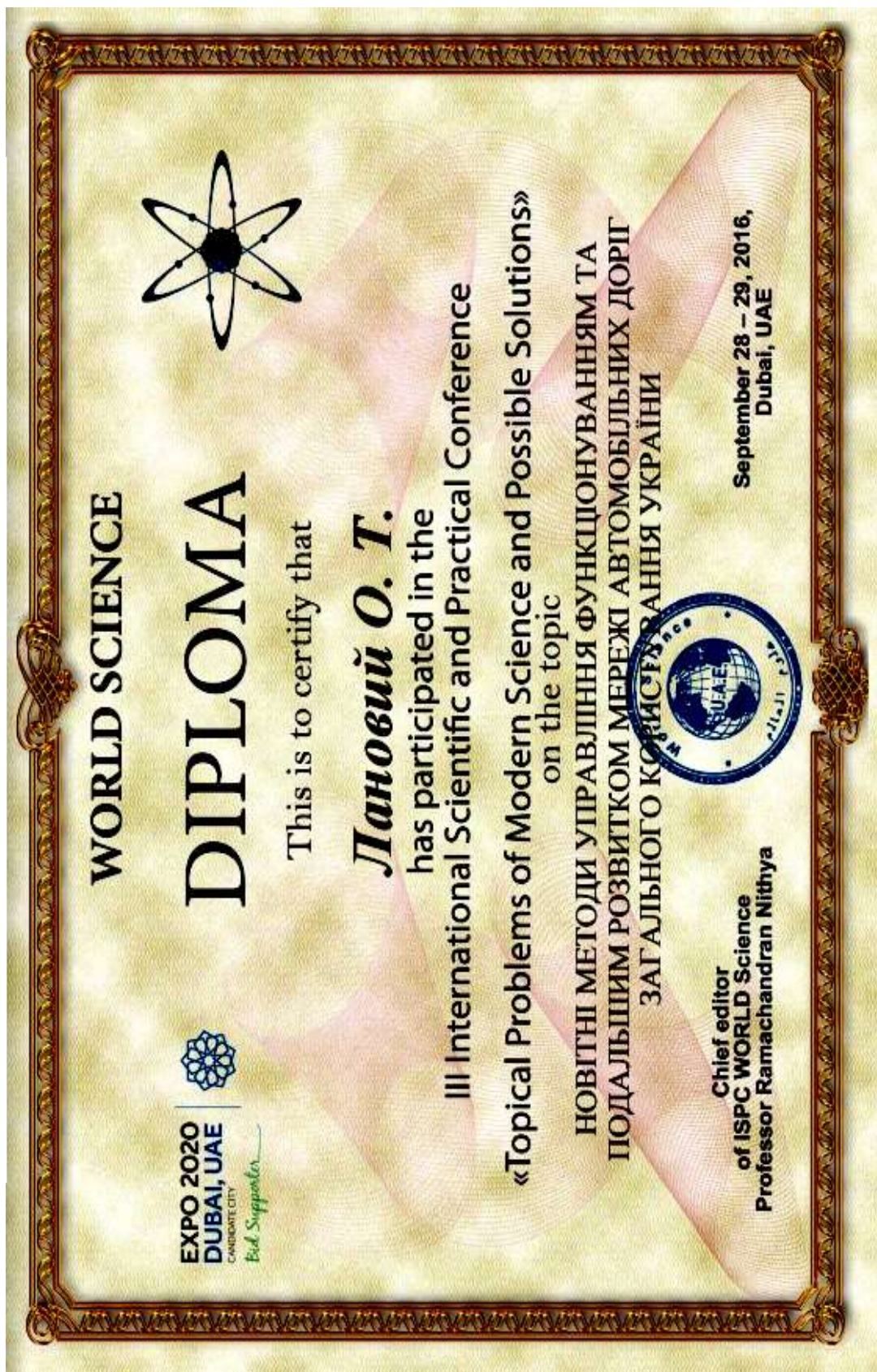
Перший заступник голови  
 Державної корпорації “Укравтодор”



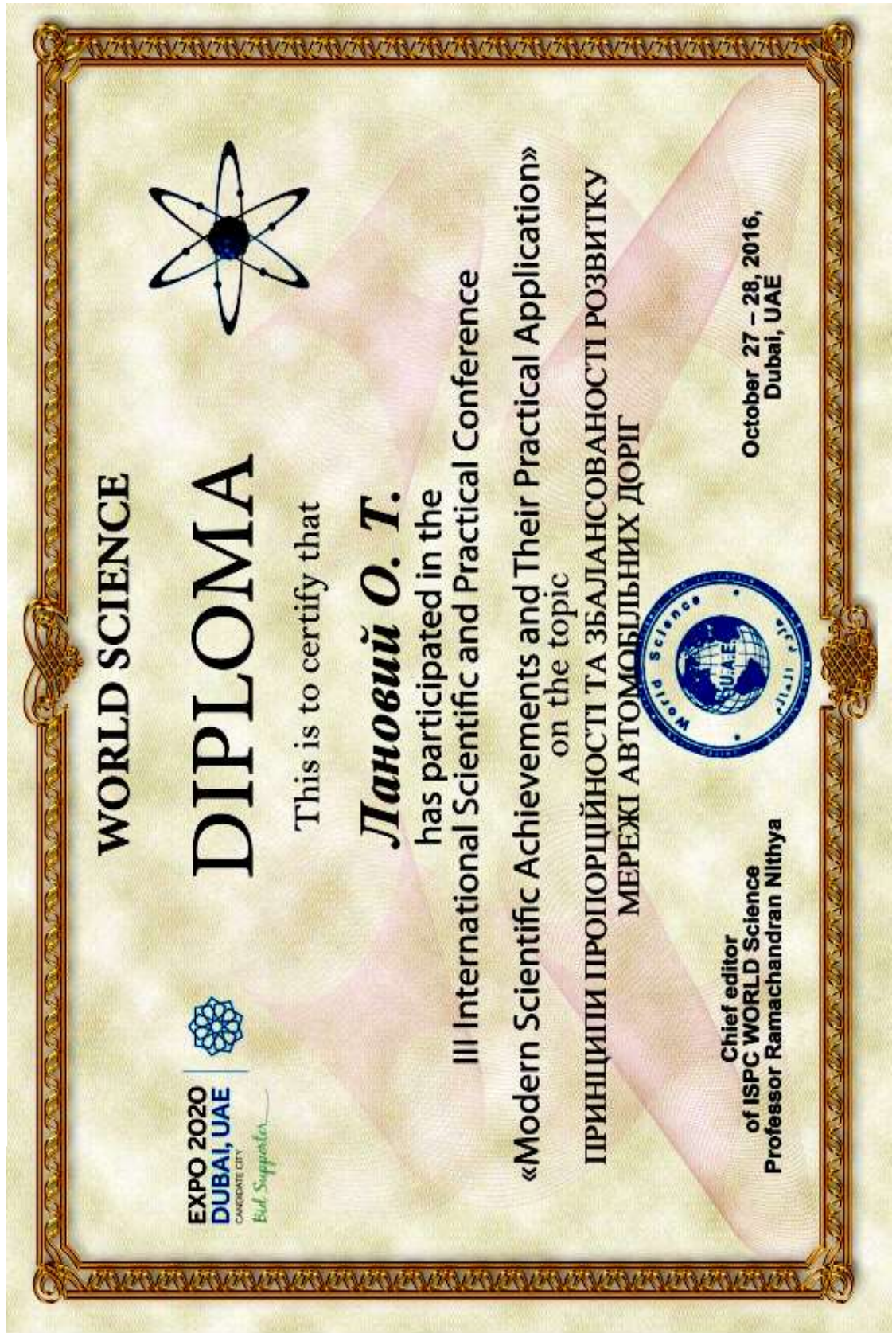
М.Д. Климпуш

“28” XII 2001 р.

ДОДАТОК П  
Апробация матеріалів і результатів дисертаційної роботи  
на міжнародній конференції від 28.09.2016 року

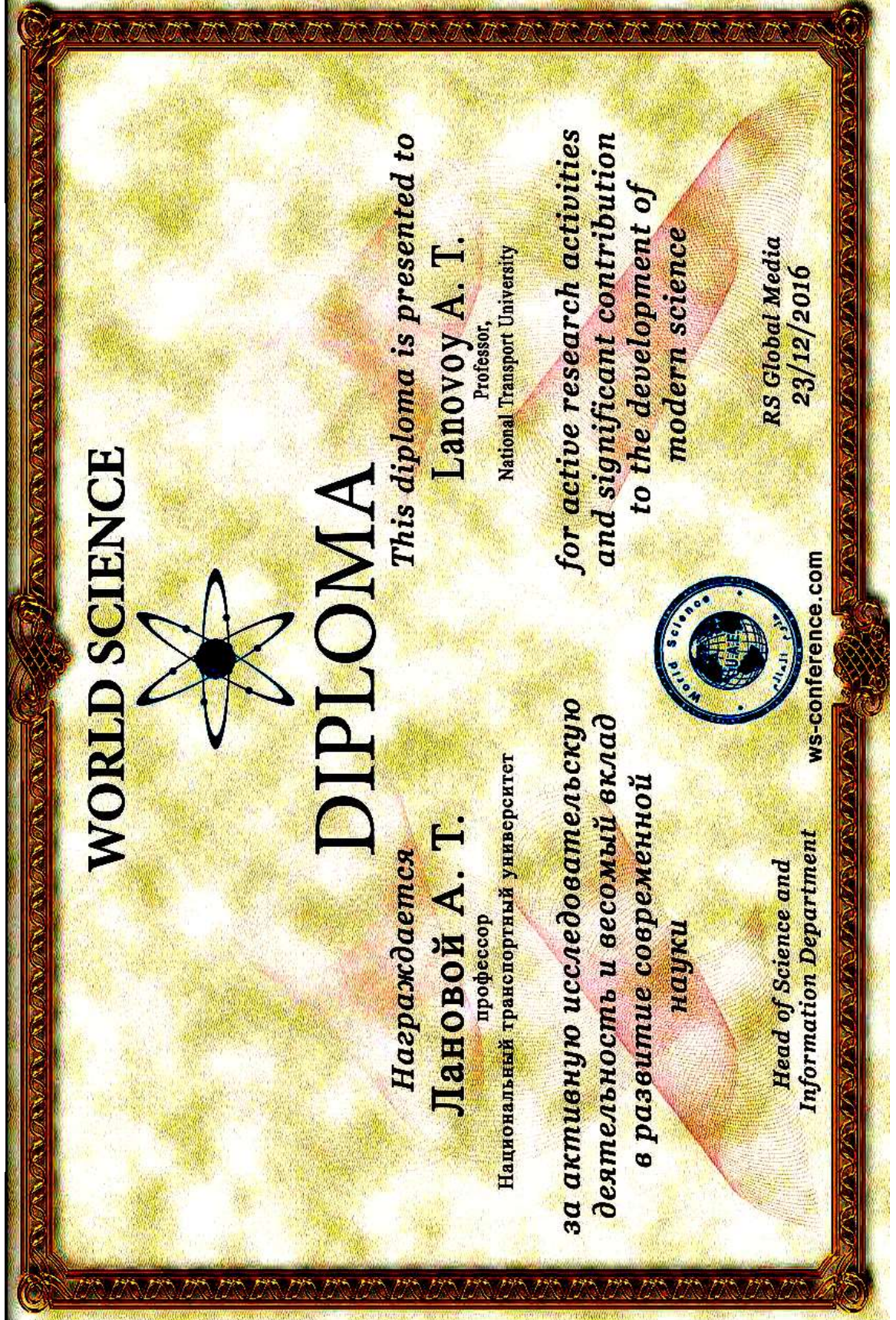


ДОДАТОК Р  
Апробація матеріалів і результатів дисертаційної роботи  
на міжнародній конференції від 27.10.2016 року



## ДОДАТОК С

Диплом за активну дослідницьку діяльність і вагомий внесок у розвиток сучасної науки



**ДОДАТОК Т**  
**Акт про впровадження у навчальний процес кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» матеріалів і результатів дисертаційної роботи**

  
 «ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Проректор з навчальної роботи  
 Національного транспортного університету  
 О.К.Гришук  
 2016 р.  
 АКТ

Про впровадження у навчальний процес кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» матеріалів і результатів дисертаційної роботи професора кафедри Ланового Олександра Тимофійовича, виконаної на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук на тему «Теоретичні основи та практичні методи забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг»

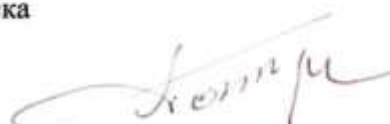
Результати дисертаційної роботи Ланового О.Т. впроваджені у навчальний процес на кафедрі «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» в таких навчальних дисциплінах:

«Основи теорії систем і управління» – при підготовці студентів напряму 6.070101 «Транспортні технології» фахових спрямувань «Транспортні системи вантажних перевезень та логістичне управління», «Транспортні системи міст» та «Організація і регулювання дорожнього руху» – використано матеріали дисертації, які відображають: Аналіз функціонування мережі автомобільних доріг загального користування як елемента транспортної системи України (тема 1 «Предмет і область визначення теорії систем. Система і її компоненти», тема 2 «Властивості систем. Стан системи. Класифікація систем»), Необхідність застосування системного підходу до аналізу функціонування мережі автомобільних доріг та її розвитку (тема 3 «Перевтілення систем. Принципи функціонування систем»), Математичне моделювання впливу функціонування мережі автомобільних доріг на економічну систему країни (тема 7 «Вибір методу дослідження математичної моделі. Проведення математичного дослідження»), а також Суспільно-економічне прогнозування та управління функціонуванням мережі автомобільних доріг (тема 12 «Показники функціонування систем управління»);

«Економіка організації дорожнього руху» – при підготовці студентів спеціальності 7(8).07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху» – використано матеріали дисертації, які відображають: Методологія визначення ефективності функціонування мережі автомобільних доріг у транспортній системі регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (Тема 2 «Права власності та їх вплив на прийняття рішень», 2.1 «Попит та пропозиція. Величина попиту»), Методика визначення транспортної цінності забезпечення умов дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги (Тема 3 «Ціна та її роль у процесі координації попиту та пропозиції»).

Матеріали та результати дисертаційної роботи Ланового О.Т. надають змогу підвищити науковий і методичний рівень підготовки студентів з указаних дисциплін та вдосконалити навчальний процес на кафедрі «Транспортні системи та безпека дорожнього руху».

Зав. каф. «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» Національного транспортного університету

  
 В.П.Поліщук