

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Державний вищий навчальний заклад  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



О.П. Кузнецов

**ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТА РАЦІОНАЛЬНОГО  
РОЗТАШУВАННЯ АГНКС В МІСТАХ**

Монографія

Дніпро  
НГУ  
2017

УДК 629.082

К 89

Рекомендовано до друку вченою радою Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» (протокол № 4 від 02.03.2017).

Рецензенти:

Є.В. Нагорний, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Ю.А. Монастирський, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільного транспорту ДВНЗ «Криворізький національний університет».

**Кузнецов О.П.**

К 89       Формування варіанта раціонального розташування АГНСК в містах: монографія / О.П. Кузнецов ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 148 с.

ISBN 978-966-350-642-6

Розглянуто питання підвищення ефективності функціонування транспортних систем великих міст за рахунок переведення автомобілів для роботи на метані. На підставі аналізу практичних рішень і теоретичних досліджень даної проблеми визначено напрями дослідження і запропоновано критерій ефективності функціонування транспортної системи, що включає екологічну, паливну й комерційну складові. Розроблено динамічну математичну модель вибору шляху прямування транспортних засобів і запропоновано алгоритм моделювання розподілу транспортних засобів відповідно до вулично-дорожньої мережі міста, достатньої для практичних потреб точності. Визначено раціональні параметри мережі АГНСК. Зроблено оцінку ефективності функціонування транспортної системи міста й економічної ефективності АГНСК на прикладі м. Дніпро.

Для студентів, інженерно-технічних працівників, співробітників вищих навчальних закладів і науково-дослідних інститутів.

Іл. 19. Бібліогр.: 118 назв.

УДК 629.082

© О.П. Кузнецов, 2017

© Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2017

ISBN 978-966-350-642-6

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ .....	7
1.1. Аналіз теорії і наукових основ організації транспортних систем міст .....	7
1.2. Аналіз вітчизняної і зарубіжної практики підвищення ефективності транспортних систем міст .....	13
1.3. Обґрунтування факторів ефективності транспортних систем міст .....	17
1.4. Постановка задачі підвищення ефективності транспортних систем міст .....	19
1.5. Висновки.....	22
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ АВТОМОБІЛЬ-НИХ ГАЗОНА-ПОВНЮВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ (АГНКС) У МІСТАХ .....	24
2.1. Обґрунтування критерію оптимальності місць розташування АГНКС у містах .....	24
2.2. Математична модель розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міста .....	25
2.3. Алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС .....	30
2.4. Висновки .....	34
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЕПОТОКІВ У МІСТАХ .....	35
3.1. Формування моделі парку автомобілів у містах .....	35
3.2. Формування потокустворюючих і потокопоглинаючих вузлів на моделі вулично-дорожній мережі .....	39
3.3. Моделювання автомобілепотоків у м. Дніпро .....	45
3.4. Вибір варіанта раціонального розташування АГНКС в містах.....	51
3.5. Висновки.....	51
РОЗДІЛ 4. ВИБІР ВАРІАНТА РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУ-ВАННЯ АГНКС У МІСТАХ .....	52
4.1. Аналіз результатів моделювання автомобілепотоків у містах .....	52
4.2. Визначення перспективних пунктів будівництва АГНКС.....	55
4.3 Розрахунок прогнозного завантаження АГНКС.....	60
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВ-НИЦТВА Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ АГНКС.....	64
5.1. Методика розрахунку економічної ефективності.....	64
5.2. Вихідні дані для розрахунку.....	65
5.3. Результати розрахунків.....	66
5.4. Визначення ефективності транспортної системи м. Дніпро.....	74
5.5. Висновки.....	78

ВИСНОВКИ .....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	82
ДОДАТОК А. КАРТКИ ХРОНОМЕТРАЖНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ .....	90
ДОДАТОК Б. ЛИСТИНГ ПРОГРАМИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ .....	120

## ВСТУП

Автотранспорт є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища. У масштабах України частка автотранспорту за сумарними викидами забруднюючих речовин до атмосфери всіма техногенними джерелами досягає у середньому 43%, викидах «кліматичних» газів – порядку 10%, масі промислових відходів – 2%, скиданнях шкідливих речовин зі стічними водами – близько 3%, споживанні речовин, що руйнують озон – не більше 5% [1]. Частка автотранспорту, особливо великих міст України, в забрудненні атмосферного повітря сягає 85–90%. Найбільша частка цього збитку (до 60%) пов'язана з перевезенням пасажирів легковими автомобілями. На перевезення вантажів автотранспортом приходиться 26,5% екологічного збитку, а на автобусні перевезення – 13,5% [2].

Загальними соціально-економічними причинами, що сприяють погіршенню екологічної ситуації в зв'язку з функціонуванням автотранспорту, є:

- недостатнє усвідомлення суспільством серйозності екологічних проблем на тлі інших соціальних проблем;
- недостатній облік екологічних вимог у процесі прийняття управлінських рішень, і, як наслідок, відсутність стимулів до розвитку ринку «екологічно чистої» продукції, послуг і робіт екологічної спрямованості;
- недоліки законодавчої і нормативної правової бази, недосконалість податкової системи, відсутність державних гарантій, що забезпечують сприятливий інвестиційний клімат для притоки в економіку коштів, що направляються на рішення, в тому числі, і екологічних проблем.

Не менш актуальною, у поточний час, постає задача підвищення енергетичної складової ефективності транспортних систем. Витрати світлих нафтопродуктів в Україні зростають кожного року і цей зріст супроводжується безупинним зростанням цін на паливо всіх сортів. Залежність України від імпорту нафти та нафтопродуктів призводить до «бензинових» криз, що виникають майже щорічно. У той же час Україна володіє 12–17 тріліонами кубометрів запасів метану, що є реальною альтернативою світлих нафтопродуктів. Використання цих запасів, у тому числі на автомобільному транспорті, може позбавити Україну від енергетичної залежності [15].

Окрім переваг політичного характеру використання метану має ряд переваг економічного і технічного характеру, зокрема:

- метан значно дешевший від інших органічних видів палива для автомобілів;
- ціни на метан не так піддані сезонним і кон'юктурним коливанням, як на інші види палива й пропан-бутан у тому числі;
- використання метану дозволяє значно знизити собівартість продукції, особливо сільськогосподарської, котра значною мірою визначається саме витратами на пальне й мастильні матеріали;
- метан дозволяє значно підвищити тривалість роботи двигуна, його зносостійкість (приблизно на 40%);

- метан не впливає на потужність двигуна – на відзнаку пропану-бутану, який потужність двигуна знижує.

Але переведення автомобільного парку України на роботу на метані потребує значних капіталовкладень на переоснащення існуючого автопарку, розробку нових двигунів, створення відповідної інфраструктури тощо. В Україні, через високий ризик інвестиційної діяльності, коли більшість інвесторів бажають і вимагають якнайшвидшої окупності інвестиційних проектів – за 1-1,5 року, найпоширенішим критерієм економічної ефективності проекту виступає питома ефективність або рентабельність інвестуємого виробництва. Тому перевід автомобілів на роботу на метані має бути вигідним для інвестора з комерційної точки зору.

У концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на період до 2020 року від 12.10.2004 намічені першочергові заходи щодо поліпшення екологічної і санітарно-епідеміологічної обстановки в містах України. Значна частина їх присвячена рішенню екологічних та енергетичних проблем транспорту.

На шляху реалізації цих заходів виникають труднощі, що пов'язані з невизначеністю просторових характеристик автомобілепотоків, та надзвичайною трудомісткістю визначення цих параметрів в реально існуючих вулично-дорожніх мережах.

Метою даної монографії є підвищення ефективності транспортних систем міст, яка виражається рівнем забруднення навколишнього середовища, наведеними витратами пального та прибутку АГНКС, за рахунок раціональної кількості АГНКС та їхнього раціонального розміщення на території міста.

Для досягнення зазначеної мети в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

1. Визначити показники і фактори, що адекватно відображають ефективність транспортних систем міст і оцінки міст дислокації АГНКС.
2. Розробити математичну модель розподілу автомобілепотоків у містах.
3. Сформувати масив потокостворюючих та потокопоглинаючих вузлів, визначити кількісні показники автомобілепотоків і змоделювати автомобілепотоки на вулично-дорожній мережі м. Дніпро.
4. Визначити перспективні пункти дислокації АГНКС на вулично-дорожній мережі м. Дніпро.
5. Визначити економічну ефективність транспортних систем міст на прикладі м. Дніпро.

Об'єктом дослідження є транспортні потоки в місті Дніпро.

Предметом дослідження є закономірності впливу елементів транспортних систем, зокрема, пунктів дислокації автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій (АГНКС), на ефективність транспортних систем.

# РОЗДІЛ 1

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ

Поняття транспортної системи є дуже широким і охоплює велику множину підходів, елементів, функцій і структур. В даній роботі під транспортною системою розуміється той варіант її визначення, що має на увазі комплекс із вулично-дорожньої мережі міста, транспортних потоків, що розподіляються на цій мережі, а також деякі елементи інфраструктури, що забезпечують її нормальне функціонування, зокрема – мережу АГНКС.

### 1.1 Аналіз теорії і наукових основ організації транспортних систем міст

Сучасні теоретичні положення оптимальної організації та вдосконалення транспортних систем міст концентрують увагу на трьох головних напрямках: забезпечення екологічної та енергетичної ефективності зазначених систем і підвищення безпеки дорожнього руху.

Головною проблемою в цих питаннях є визначення критерію ефективності, за допомогою якого здійснюється порівняння альтернативних варіантів. Серед робіт, що присвячені питанню забезпечення екологічної ефективності транспортних систем частка авторів в якості критерію виділяє кількість шкідливих речовин, що містяться в вихлопних газах транспортних засобів, на один кілометр пробігу [1–11]; в роботах [12–16] вказується на необхідність урахування кількості шкідливих речовин на одну годину роботи транспортного засобу; автори досліджень [2, 3, 8, 15, 17–20] вважають за необхідне використовувати швидкість транспортного потоку, тому що вона є інтегральним показником, що враховує і режим роботи двигуна, і, в деякій мірі, склад транспортного потоку, і стан дорожнього покриття.

В теоретичних розробках, що присвячені проблемі забезпечення енергетичної ефективності транспортної системи багато рішень базуються на використанні критерію пробігу транспортних засобів [21, 27–29], провізної спроможності парку транспортних засобів [27–33], продуктивності транспортної одиниці [28–31, 33–35], собівартості одиниці транспортної роботи [25, 39, 41], приведених витрат часу на виконання транспортної роботи [42 – 44], приведених витрат коштів на доставку вантажів та/або пересування транспортного засобу [44–49, 99].

Ці критерії мають достатньо простий вигляд, вони зручні при використанні і аналізі. Але вони мають істотні недоліки тому що або розглядають тільки один з аспектів функціонування транспортної системи або розглядаються транспортні одиниці ізольовано від інших елементів транспортної системи.

В останні часи поширюється використання критерію логістичних витрат, який охоплює практично всі види витрат пов'язаних із фізичним розподілом продукції і дозволяє враховувати майже всі аспекти функціонування транспортної системи [50–53], але тільки в «підлеглому» вигляді. Тобто головною метою задач, що вирішуються за допомогою цього критерію, є підвищення ефективно-

сті саме логістичної системи, навіть якщо ці рішення не йдуть на користь системи транспортній.

В питаннях щодо підвищення безпеки руху також спостерігається різноманітність підходів щодо оцінки ефективності рішень. Багато авторів пропонують використовувати такий показник, як кількість дорожньо-транспортних подій на мільйон автомобілів [54–58], в роботах [55, 58–60] пропонується використовувати пов'язаний з попереднім критерій кількості дорожньо-транспортних подій на мільйон кілометрів пробігу автомобілів.

Для оцінки потенційних ризиків виникнення дорожньо-транспортних пригод використовуються такі показники як рівень завантаження магістралей [61–64], швидкість транспортного потоку [62–69], інтегральні показники, що об'єднують швидкість автомобілю і його технічні характеристики (об'єм двигуна, габаритні розміри і т. ін.) [70–72]. Останні показники, завдяки своїй комплексності більше підходять для оцінки функціонування транспортної системи і вони частково враховують наявність і вплив транспортної інфраструктури, але вони ігнорують, наприклад екологічні аспекти дорожнього руху і не можуть забезпечити належного рівня організації транспортної системи.

В залежності від напрямку діяльності та рівня компетенції проектних, керуючих і виконавчих органів, теоретичні розробки і, відповідно, практичні їх реалізації, розподіляються на декілька великих груп, що охоплюють всі сфери життєдіяльності міст. До них відносяться:

- створення оптимальних умов для використання мешканцями міст потенціалу транспортної системи;
- оптимізація архітектурно-планувальних рішень щодо проблем маршрутизації транспортних потоків, а також розміщення транспортної інфраструктури;
- оптимізація еколого-енергетичних характеристик транспортних потоків;
- максимальне зменшення негативних наслідків функціонування транспортних систем.

Наведена класифікація теоретичних напрямів оптимізації організації транспортних систем міст є деякою мірою умовною, тому що багато рішень, що пропонуються в поточний час і були запропоновані попереднє, через складність системи, що розглядається і поставленої задачі, пов'язані одне з одним, і тому повинні вирішуватись комплексно.

Серед першої групи рішень багато робіт [5, 18–20, 39, 42, 43, 45, 71, 78, 79, 80] спрямовують увагу на зменшення потенційного навантаження транспортної системи міста, що розрахована через транспортну її роботу та обумовлена необхідністю задоволення потреб мешканців міста в пересуваннях. Цій підхід знайшов визнання завдяки тому факту, що значну частку транспортних потоків міста створюють саме потреби мешканців цього міста в пересуваннях, які реалізуються посередництвом суспільного або приватного транспорту і його частка в загальній інтенсивності руху значно перевищує внесок інших замовників транспортних послуг.



Теоретичні положення рішення зазначеної проблеми полягають, головним чином, в тому, що вирішуються питання щодо оптимізації маршрутної мережі суспільного транспорту, які включають наступні питання:

- розміщення зупиночних пунктів [29, 39, 71, 72, 78];
- розміщення розворотних кіл [5, 9, 22, 73];
- визначення трас маршрутів [5, 7, 9, 19, 62, 71, 78];
- вибір пасажиромісткості і кількості транспортних одиниць пасажирського транспорту на маршруті [5, 26, 39, 71, 78, 79, 98].

Але визнання переважності «людського фактору» в проблемі визначення оптимальних параметрів функціонування транспортної системи призводить до необхідності побудови поведінкових моделей щодо суб'єкта транспортної системи – пасажирів. Такі моделі є дуже неточними, тому, що поведінка людини не завжди є передказуємою, а звідси і помилки в розрахунках.

Оптимізація архітектурно-планувальних рішень і розміщення транспортної інфраструктури на території міста глибоко вивчалась на Україні і за її межами. Відносно автомобільного транспорту основними напрямками в цій сфері можна виділити: створення вулично-дорожньої мережі і створення елементів транспортної інфраструктури (автозаправні станції всіх типів, станції технічного обслуговування, гаражі і т. ін.).

В останньому напрямку наукові роботи можна розподілити на дві великі групи: одна частка робіт присвячена оптимізації пропускної спроможності елементів транспортної інфраструктури [56–58, 71, 72, 77], а інша – їх оптимальному розміщенню [78–81, 86, 95].

Обидва напрямки охоплюють всі аспекти організації транспортної інфраструктури, але головним їх недоліком є той факт, що вони концентрують увагу на поточну ситуацію і стан транспортної системи, але не враховують перспектив її розвитку і можливості комплексного вирішення проблеми. Так, в роботах [85, 99, 107–109] пропонуються математичні моделі і підходи на основі теорії масового обслуговування для однієї станції технічного обслуговування або автозаправної станції. При цьому метою такої оптимізації є мінімізація сумарних витрат від простою обладнання і простою транспортних засобів в ізолюваному елементі транспортної інфраструктури. Такий підхід не може бути застосований до оптимізації транспортної системи в цілому.

При вирішенні питань оптимального розміщення елементів транспортної інфраструктури пропонуються моделі засновані на припущенні про рівномірний розподіл транспортних засобів по території регіону [82–84, 88]. Хоча ці моделі враховують достатньо широкий перелік факторів, згадане припущення значно зменшує точність прогнозних моделей тому, що не відповідає реальним обставинам і цей факт визнають багато дослідників [44, 46–51].

В роботах [49–50, 53, 60, 82–83] автори, визнаючи необхідність врахування нерівномірності транспортних потоків в часі і просторі, пропонують різні прогнозні моделі розподілу транспортних потоків по вулично-дорожній мережі – ентропійні [49–50, 82] та кінематичні [53, 60, 83].

Однак, ці моделі описують процес руху транспортних засобів в потоку без урахування мети самого процесу руху, тобто потреби або завдання операто-

ра, що керує транспортним засобом. Тому запропоновані моделі характеризуються великими помилками і не знайшли практичного застосування.

В поточний час значна увага з боку науковців і практиків приділяється питанням оптимізації еколого-енергетичних характеристик транспортних потоків.

Одним з шляхів розвитку цього напрямку є підвищення паливної економічності транспортних засобів [87–88]. Цей напрям є очевидним, відомий здавна і є прерогативою конструкторів двигунів внутрішнього згоряння і транспортних засобів в цілому. До того він є комплексним, бо вдосконалення двигунів означає скорочення витрат палива на одиницю транспортної роботи, скорочення шкідливих викидів у вихлопних газах на одиницю транспортної роботи і, як слідство, загальне скорочення витрат палива і викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Також головною метою іншого напрямку наукових досліджень є скорочення витрат палива, що призводить до тих же позитивних результатів, але це скорочення досягається за рахунок оптимальної організації руху транспортних потоків [74, 79, 85–89]. Ці наукові дослідження спрямовані на розробку математичних моделей, що дозволяють врахувати велику кількість факторів, які впливають на режим руху як поодиноких транспортних засобів [60–62, 85, 86], так і транспортного потоку в цілому [66, 73–74, 76, 83].

Головним напрямком моделювання динаміки транспортних систем являються макроскопічні (або гідродинамічні) моделі, кінематичні моделі, мікроскопічні імітаційні моделі, моделі типу клітинних автоматів.

Транспортні потоки складаються з окремих пересувань, чинених учасниками руху, або користувачами транспортної мережі. У загальному випадку, говорячи про пересування, ми включаємо в це поняття не тільки поїздки різними видами транспорту, але і піші пересування. Основними факторами, що визначають кількість чинених пересувань і їхній розподіл по транспортній мережі міста, є:

- потокостворюючі фактори, тобто розміщення об'єктів, що породжують пересування, таких як місця проживання, місця додатка праці, культурно-побутового обслуговування й ін.;

- характеристики транспортної мережі, такі як кількість і якість вулиць і доріг, параметри організації руху, маршрути і провізні спроможності суспільного транспорту й ін.;

- поведінкові фактори, такі як мобільність населення, переваги при виборі способів і маршрутів пересувань і ін.

Для побудови математичних моделей необхідно формальний опис зазначених факторів. Основа такого опису - транспортний граф, вузли якого відповідають перехрестям і станціям вневуличного транспорту, дуги - сегментам вулиць і ліній вневуличного транспорту. У число дуг також включаються дуги, що зображують пересадження з вуличного на вневуличний транспорт. Окремою складовою транспортного графа є маршрутний граф суспільного транспорту. Вузлами маршрутного графа є зупинні пункти, дугами - сегменти маршрутів

між зупинними пунктами. Зі звичайними вузлами графа вузли-зупинки з'єднані дугами-посадками і дугами-висадженнями.

Основою для моделювання транспортних потоків є формулювання критерію, з опису якого користувач оцінює альтернативні шляхи і способи переміщення. Даний критерій прийнятий називати узагальненою ціною шляху. Збільшення узагальненої ціни знижує привабливість шляху. Узагальнена ціна шляху складається з узагальнених цін вхідних у неї дуг. Крім того, до ціни дуг може додаватися ціна переходів з дуги на дугу, наприклад ціна повороту при русі по вулично-дорожньої мережі або ціна посадки при ході з дуги-пересадження на дугу, що відповідає поїздки.

Узагальнена ціна визначається як зважена сума доданків, що виражають вплив факторів різної природи на оцінку шляху. У загальному випадку вона може містити в собі наступні доданки:

- час пересування, що обчислюється на основі заданої функції залежності швидкості руху від завантаження дуг. Використовують різні функції швидкості для доріг з різними фізичними характеристиками й умовами регулювання руху;
- додаткові затримки на різних елементах транспортної мережі (час паркування, час чекання й ін.);
- грошові витрати (платні магістралі, плата за в'їзд у визначені зони міста й ін.);
- умовні штрафні добавки часу, використовувані для моделювання різних особливостей транспортної мережі і заходів для керування транспортом.

Як показують обстеження [5, 19, 39, 42], час - основний фактор, що визначає ціну шляху. Інші фактори є коригувальними і кількісно виражаються в умовних хвилинах, що додаються до часу пересування. Тому шлях між двома крапками мережі, що має мінімальну узагальнену ціну серед усіх можливих шляхів, часто для простоти називають найкоротшим шляхом.

Найважливішою і фундаментальною особливістю формування завантаження транспортної мережі є те, що вибір способів і шляхів пересування користувачами мережі впливає на той же вибір, здійснюваний іншими користувачами. Математично цей взаємний вплив описується функціями залежності ціни дуги від сумарного потоку по дузі. Дана обставина створює зворотний зв'язок у процесі формування завантаження: вибір шляхів, що формують завантаження, заснований на зіставленні цін різних шляхів, у той час як ціни самі визначаються сформованим завантаженням.

У моделюванні транспортних потоків у мережі великого міста традиційно виділяють чотири основних папи:

- оцінка загальних обсягів прибуття і відправлення з кожного району міста;
- розщеплення по способах пересувань, таким як піші пересування, пересування з використанням суспільного транспорту, пересування на особистому автомобілі й ін.;
- визначення матриць кореспонденції, що визначають обсяг пересувань між кожною парою розрахункових районів міста;

- розподіл кореспонденції по транспортній мережі, тобто визначення всіх шляхів, обраних учасниками руху, і визначення кількості пересувань по кожному шляху.

Поділ задачі моделювання на ці чотири етапи є умовним, тому що всі етапи взаємозалежні і не можуть, узагалі говорячи, бути вирішені як окремі задачі в силу відзначених вище зворотних зв'язків. Так, більшість моделей розрахунку кореспонденції використовують як важливий фактор узагальнені ціни міжрайонних пересувань. Аналогічне розщеплення пересувань за видами (наприклад, між приватним і суспільним транспортом) залежить від співвідношення цін при використанні цих видів транспорту.

Задача прогнозування розподілу транспортних потоків в загалі і зокрема автомобілів, з урахуванням інтересів учасників дорожнього руху, розташування елементів транспортної інфраструктури і характеристик вулично-дорожньої мережі є дуже важливою з практичної точки зору і складною з наукової точки зору. Тому вирішення цієї задачі є актуальним.

В багатьох країнах світу давно рішення проблеми підвищення ефективності транспортних систем міст в екологічному і енергетичному напрямку пов'язують із використанням метану як автомобільного палива. Його переваги полягають в наступному. По-перше, ціни на метан нижче і не так піддані сезонним і кон'юнктурним коливанням, як на інші види палива і пропан-бутан у тому числі. По-друге, використання метану дозволяє значно знизити собівартість продукції, особливо сільськогосподарської, котра значною мірою визначається саме витратами на пальне і мастильні матеріали. По-третє, заощаджувати зможуть не тільки сільські працівники і споживачі товарів, але всі категорії автомобілістів – крім того, що сам метан дешевше бензину, він дозволяє значно підвищити тривалість роботи двигуна, його зносостійкість (приблизно на 40%). Важливим достоїнством метану є також і те, що він не впливає на потужність двигуна – у відмінність пропану-бутану, що потужність знижує.

Крім цього, варто додати, що як автомобільне паливо може використовуватися як стиснутий природний газ – метан, так і суміш зріджених газів – пропану і бутану. При цьому вартість метану практично в два рази нижче вартості пропан-бутану. Крім того, дешевше обходиться і газобалонне устаткування для використання метану як паливо для автомобілів.

До того ж, запасів метану, по оцінках фахівців, навіть з обліком промислового його використання, вистачить приблизно на 50 років, що забезпечить Україні енергетичну незалежність, принаймні, у частині газу.

Тому в даній роботі в якості головного напрямку є дослідження питань оптимізації елементів транспортної системи міста, що забезпечують використання метану в якості автомобільного палива.

## 1.2 Аналіз вітчизняної і зарубіжної практики підвищення ефективності транспортних систем міст

Транспортну інфраструктуру складають автотранспортні засоби, вулично-дорожня мережа, автовокзали, автостоянки, господарчі об'єкти, автозаправні станції і підприємства паливозабезпечення, дорожньо-ремонтне господарство, підприємства технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

За даними Міжнародної дорожньої федерації, 70% пасажирських і вантажних перевезень припадає на автомобільний транспорт, при цьому можна виділити значний розвиток транспортної інфраструктури з її шкідливим впливом на природне середовище. Відомо, що транспортні засоби вживають найбільшу частку палива: автомобільний бензин - 57%, дизельне паливо - 22%, авіаційне паливо - 12%, пічне паливо - 7%, інші види палива - 2% [11].

З усіх видів транспорту автомобільний транспорт розвивається найдинамічніше. Це зумовлено можливостями широкого його використання комунікабельністю і надійністю.

За динамікою росту світового парку автотранспортних засобів; а також обсягів споживання енергоресурсів можна судити з таких даних [12]. Тільки за 80-і роки світове виробництво автотранспортних засобів (АТЗ) зросло майже на 70%. Частка окремих видів транспорту у здійсненні світових вантажних перевезень для східноєвропейських країн становить: водний - 23%; наземний - 64%, інші види - 13%; для промислово розвинутих країн відповідно: 62, 27 і 11%; для країн, які розвиваються - 84; 10 і 6% [9].

В період з 1950 по 1990 рр. світовий парк АТЗ, за різними джерелами, зріс в 7,5...8,5 разів. Обсяг світового енергоспоживання зріс в 4,2 раз [13]. За останні роки [14] (в порівнянні з 1996 р.) приріст автопарку склав 27%, а чисельність населення збільшилася тільки на 4%. Зараз в світі нараховується 603,8 млн. автотранспортних засобів [15], з них 83-85% - легкові автомобілі, 15-17% - вантажні та автобуси [16]. Із загальної кількості легкових автомобілів приблизно 40% знаходиться в США, 10% в Японії і 20% в чотирьох європейських країнах: Німеччині, Франції, Італії і Великобританії [17].

Із зростанням доходів і купівельної спроможності населення збільшилась кількість приватних автомобілів. В 1991 році на кожних 1000 чоловік в світі припадало 107 приватних автомобілів. Разом з цим існують значні регіональні відмінності: в деяких країнах Азії цей показник склав 11 автомобілів на 1000 жителів [21], але в деяких країнах цей показник досягає: в США - 717 автомобілів, Німеччина - 555, Франція - 454, Ісландія - 429, Японія - 342, Великобританія - 322, Іспанія - 240, Росія - 150 [22].

Автомобільний транспорт України, на сьогоднішній день по відновленню до інших видів транспорту розвивається і збільшується значними темпами. Інтенсивне збільшення автомобільного парку України викликане:

- економічним розвитком виробництва;
- збільшенням кількості приватних автомобілів в основному за рахунок їх імпорту.

На даний час в Україні почали розвиватися малі та середні підприємства, для яких перевезення вантажів раціональніше здійснювати автомобільним транспортом, який має можливості доставляти вантажі безпосередньо до місця призначення.

В Україні до 1991 року проводилась політика обмеження кількості приватних транспортних засобів. Така політика у поєднанні з дуже низькими тарифами на користування громадським транспортом і високими експлуатаційними витратами на індивідуальний транспорт зробила громадський транспорт єдиним можливим для забезпечення транспортних потреб населення. За цей період число приватних автомобілів зросло з 63 в 1990 році, до 93 в 1996 році на 1000 жителів. Вже у 2000 році середній рівень автомобілізації в Україні склав 125 легкових автомобілів на 1000 жителів [13]. Наприклад у м. Києві порівняно з 1996 р. кількість легкових автомобілів зросла у 1,5 рази і склала на початок 2000 р. 320,3 тис. (у тому числі 257,7 індивідуальні). За оцінками спеціалістів [13] до 2015 р. кількість «легкових автомобілів зросте до 12000 тис. шт. в Україні». Таким чином рівень автомобілізації досягне нормативних величин і становитиме 220-230 автомобілів на 1000 мешканців [11].

Задоволення потреб у перевезеннях здійснювалось в основному за рахунок швидкого розширення мережі автомагістралей, в той час як розвитку транспортної інфраструктури належної уваги не приділялось.

Підвищення рівня автомобілізації в Україні при відставанні розвитку інфраструктури призвів до негативних наслідків, які виражаються в зростанні аварійності і катастрофічному забрудненні навколишнього середовища. Характер і рівні транспортних забруднень мають значні розходження по території міста, але для більшості великих і найбільших міст необхідність зниження загазованості повітря особливо гостро виявляється в їхніх центральних зонах. Результати порівняння добових концентрацій ( $CO$ ,  $NO_x$ ) і твердих зважених часток, які вимірювались поблизу земної поверхні, показали, що в центральній частині міста концентрації в 3,5-4 рази вище, ніж у приміській території [91]. Це пов'язано з тим, що центри міст піддаються найбільш сильному впливу автотранспорту. При незначній площі центра (3-7% території) у містах з населенням понад 1 млн. жителів на ці райони припадає 15-20% автомобільного руху, і в останні роки спостерігається стійка тенденція приросту інтенсивності дорожнього руху на 5-10% щорічно [91].

У свою чергу висока щільність мережі і велика кількість перетинань у центрі приводять до збільшення викиду від одного автомобіля.

Значна різниця температури в центрі найбільшого міста в порівнянні з його окраїнами, що досягає  $10^{\circ}C$  в холодний і  $6^{\circ}C$  в теплий періоди року [11, 17], приводить до появи постійних і стійких вітрів так званих «міських бризів», що переносять забруднене шкідливими домішками повітря з окраїн у центральну частину міста. Транспортні засоби, що рухаються в щільному потоці, активно впливають на перемішування шлейфа вихлопних газів кожного автомобіля. При малих швидкостях вітру внесок автотранспорту в загальне розсіювання домішок за рахунок впливу турбулентності складає близько 50% на відстані 30

м. Тому транспортний потік звичайно розглядається як лінійне джерело викидів, у деяких випадках як сукупність кінцевого числа крапкових джерел [46].

Максимальні значення приземних концентрацій спостерігаються поблизу транспортного джерела, тому негативному впливу транспортних забруднень у більшому ступені піддаються водії і пасажирів, потім пішоходи, і вже потім жителі житлової забудови, що прилягає до міської магістралі [54–55].

Оскільки транспортно-планувальні й експлуатаційні показники магістральної мережі міста разом з організацією руху транспорту впливають на співвідношення часу роботи, автомобілів на різних режимах і на кількість шкідливих речовин, що викидаються, очевидним є необхідність обліку цих факторів при розробці заходів для рішення практичних задач поліпшення стану повітряного басейну міста.

Основні напрямки і заходи по зниженню рівня загазованості міст автотранспортом, вказують на комплексний характер цієї актуальної науково-технічної проблеми. В роботі [58] серед великої кількості планувальних засобів регулювання газозахисного режиму найбільш ефективними є такі:

- вдосконалення системи внутрішнього міського і зовнішнього транспорту, яке направлене на мінімізацію його негативного впливу;
- будівництво кільцевих автомобільних магістралей, які ліквідують транзит міжміських перевезень;
- раціональне функціональне зонування території міста, яке забезпечує зближення місць проживання і роботи;
- організація магістралей-дублерів;
- будівництво транспортних розв'язок у різних рівнях;
- використання будинків і споруд в якості екранів;
- регулювання аерації планувальними засобами, які забезпечують розсіювання вихлопних газів у житловій забудові;
- моніторинг забруднення атмосфери.

Усі перелічені заходи є капіталоемними, до того ж вони потребують централізованого фінансування, що робить їх реалізацію проблематичною і розтягнутою на багато років.

В той же час існують заходи, які дозволяють досягнути значного покращення екологічного і енергетичного навантаження транспортних систем. До таких заходів відноситься перевід існуючих і випуск нових автомобілів з двигунами, що працюють на метані. Конструктивно ця проблема в основному вирішена [9–18], є позитивний опит експлуатації таких автомобілів, на Україні є підприємства, що випускають обладнання для автомобільних газонаповнюючих станцій і самі проекти по переводу автомобілів на роботу на метані є комерційно привабливими і їх реалізація можлива без великого державного фінансування.

У ряді країн альтернативні види палива займають помітне місце: Бразилія - 60% автомобілів працюють на біоетанолі, Італія - 1,4 млн. автомобілів використовують пропан-бутан, Аргентина - більше 800 тисяч автомобілів працюють на природному газі.

Відповідно до цього в зазначених країнах створені масштабні мережі АГНКС (див. рис. 1.1 – 1.2).

**КІЛЬКІСТЬ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ (ГБА) ПО КРАЇНАМ СВІТУ (СТАНОМ НА 2001 р.)**  
*Number of gas-using vehicles (GUV) in different countries (in 2001)*

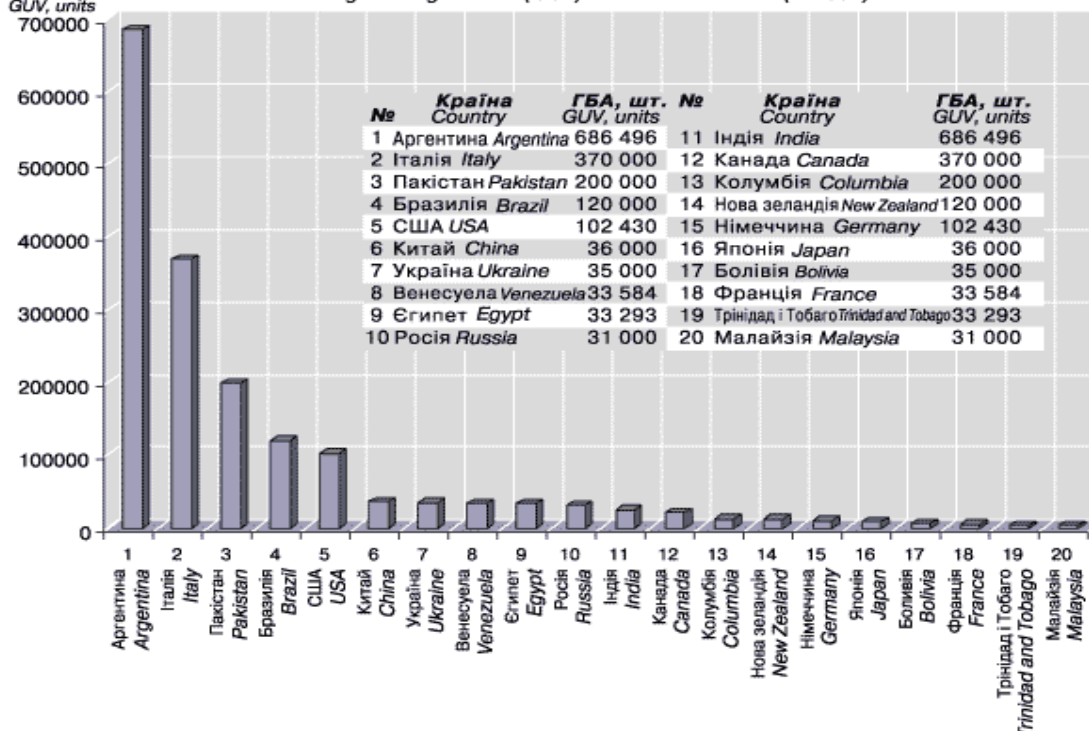


Рисунок 1.1 – Кількість газобалонних автомобілів по країнам світу станом на 2001 рік

**КІЛЬКІСТЬ АГНКС ПО КРАЇНАМ СВІТУ (СТАНОМ НА 2001р.)**  
*Number of CNG station in different countries (in 2001)*

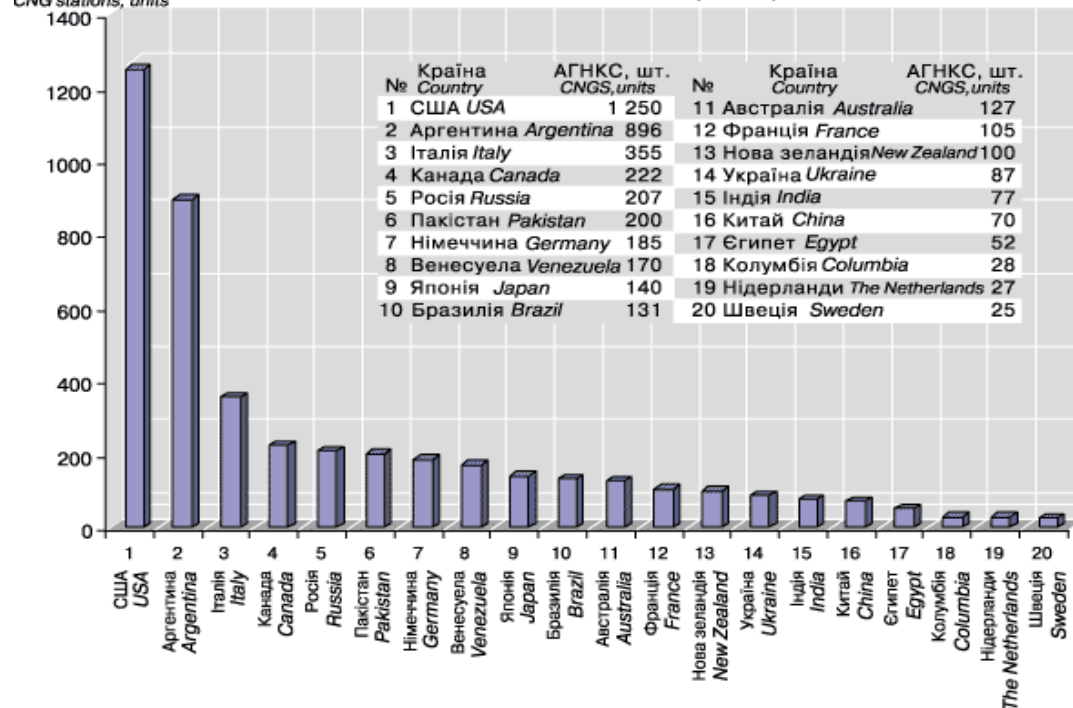


Рисунок 1.2 – Кількість АГНКС по країнам світу станом на 2001 рік



Таким чином, світовий досвід підвищення ефективності транспортних систем міст вказує на необхідність використання на автотранспорті альтернативних видів палива. Найбільш перспективним в цьому порозумінні є використання метану. Разом з тим, перехід на альтернативні види палива є капіталоємним і централізований перехід тільки за рахунок державних коштів неможливий. Тому в цей процес треба залучати комерційні структури на умовах економічної привабливості проектів.

### 1.3 Обґрунтування факторів ефективності транспортних систем міст

Проведений аналіз показав різноманітність підходів до визначення критеріїв ефективності транспортних систем і факторів, що беруться до уваги при визначенні цих критеріїв.

С точки зору прийнятої в даній роботі концепції екологічної безпеки і енергетичної економічності транспортних потоків (які є системостворюючими факторами транспортної системи) в якості основних критеріїв, та максимально можливого використання в якості автомобільного палива метану, як передумови реалізації цієї концепції, фактори ефективності транспортних систем міст можна розподілити на дві великі групи: натуральні та вартісні.

До першої групи відносяться такі, що впливають на величину транспортної роботи, а до другої – такі, що визначають витрати коштів на одиницю цієї роботи. Звичайно, коло факторів як першої так і другої групи є дуже великим. Наприклад, перелік натуральних факторів простирається від розміру партій вантажу, що перевозиться, і величини поздовжніх ухилів до обсягів промислового та товарного виробництва і сумарної протяжності транспортних комунікацій міста, а вартісних, відповідно, – від заробітної платні водія особистого доходу мешканця міста до розміру річного бюджету того ж міста і курсу національної валюти по відношенню до основних валют, що конвертуються. Тому в даному науковому дослідженні дуже важливо обмежити коло факторів, що враховуються, але при цьому не знизити точність використаних моделей.

Безумовно, екологічну і енергетичну завантаженість транспортної системи міста обумовлюють інтенсивність і состав транспортних потоків (тут під составом транспортних потоків мається на увазі не тільки типаж транспортних засобів, але і його технічні характеристики і технічний стан). Але не транспортні потоки є першопричиною існування транспортних систем, а потреби кожного окремого мешканця міста і всього суспільства в пересуваннях і переміщенню вантажів. Тому, при визначенні факторів ефективності транспортної системи треба в першу чергу визначати спонукальні причини цих пересувань і переміщень.

Із зазначеної точки зору серед головних чинників, що обумовлюють необхідність існування перевезень є взаємне розташування продуктивних сил. Тобто взаємне розташування, в географічному сенсі, різних виробництв, а також і робітників, що працюють на цих виробництвах, визначає необхідність пересування людей і переміщення вантажу. Тому, при вирішенні проблеми підвищення ефективності транспортної системи треба враховувати просторові по-

казники розташування промислових, транспортних, сільськогосподарських і торгових підприємств, культурно-побутових центрів, зон відпочинку і місць проживання міських мешканців. Конкретні форми такого врахування можуть різнитися в залежності від мети досліджень, але щодо даної роботи, то, спираючись на досвід аналогічних попередніх досліджень [20–22, 27–29, 35, 37, 39, 42–58, 61–63, 71–73, 82, 84–82, 95], на даному етапі можна визначити основні фактори з групи натуральних. До них відносяться:

- обсяг промислового виробництва міських підприємств в розрахунку на одного мешканця [20, 27, 52–55];
- кількість автомобілів на одну тисячу мешканців міста і структура автомобільного парку [21–22, 28–29, 35, 39, 42–46];
- кількість АЗС і АГНКС, що розташовані в місті, в розрахунку на одну тисячу автомобілів [37, 47–51];
- технічна досконалість парку автомобілів, яка оцінюється середньозваженою нормою витрат пального [71–73];
- щільність, загальна протяжність і схема вулично-дорожньої мережі міста [85–86];
- географічне розташування міста відносно промислових центрів [35, 42, 87, 95].

З групи вартісних факторів найбільш значущими вважаються наступні показники:

- середньомісячний роздрібний товарооборот, що припадає на одного мешканця міста [35, 39, 78, 84];
- вартість одного гектару землі в межах міста [27–29, 71];
- відсоток коштів міського бюджету, що відраховуються на соціальні потреби [95];
- ранг міста за рівнем життя в таблиці про ранги міст [32].

Слід додати, що в деяких випадках використовуються часткові показники на зразок коефіцієнта пересадочності [43]. До того ж дуже часто згадуються вартість одного літра або одного кубометра палива [11–12, 20, 22, 27, 43, 78, 89, 98, 99]. Проте враховувати цей показник має сенс тільки при міжнародних перевезеннях, коли ціни на паливо відчутно різняться від країни к країні. Але в межах однієї країни різниця в ціні палива поміж окремими регіонами замала.

Треба відмітити, також, що багато дослідників [43, 72, 82, 85–87, 94–95, 111] вважають за необхідне при оцінці ефективності транспортної системи враховувати природно-кліматичні умови. Не виринаючи цієї необхідності можна відзначити, що, оскільки об'єктом дослідження цієї роботи є транспортна система міста Дніпро, тобто природно-кліматичні умови цим вибором зафіксовані, то вони будуть враховуватись в якості впливів, що корегують результати окремих розрахунків, але не як фактор.

Майже всі зазначені фактори підвищення ефективності транспортних систем глибоко і всебічно вивчені, розроблені методики оптимізації транспортних систем за рахунок регулювання цих факторів, що знайшли застосування у вигляді наукових рекомендації [27–28, 41–43, 71, 77–79, 86, 91, 98] або нормативних документів [23, 111]. Але такий показник як кількість АЗС і АГНКС, що

розташовані в місті, в розрахунку на одну тисячу автомобілів, вивчений без урахування динаміки транспортних потоків. Проведені дослідження щодо цього показника представляють транспортний потік у вигляді потоку замовлень. При цьому цей потік представляється стохастичним і некерованим [32–38, 41, 44–52]. Такий підхід може бути коректним при оптимізації параметрів функціонування ізольованої АЗС (або АГНКС), але не дозволяє представити множину міських АЗС і АГНКС в вигляді системи, якою вона являється. Крім того АГНКС являє собою такий же пункт, що утворює і поглинає автомобілепотоки, як і, наприклад, велике промислове підприємство і можуть скривляти шляхи руху транспортних засобів. Через це кількість АГНКС і їхнє розташування впливає на ефективність транспортної системи. З такої точки зору множина міських АГНКС в наукових дослідженнях не розглядалась, тому на подальших етапах даного дослідження увага буде приділятися оптимізації кількості і розташування АГНКС в містах.

#### 1.4 Постановка задачі підвищення ефективності транспортних систем міст

Таким чином, як показав проведений аналіз, в поточний час існує актуальна проблема розширення обсягів використання на автомобільному транспорті в якості палива природного газу – метану. Масштаби його використання в Україні набагато менші того, що потребує як транспортний, так і паливно-енергетичний комплекс України. На шляху вирішення цієї проблеми існують перешкоди наукового і практичного характеру.

Наукова проблема в даному питанні полягає у визначенні оптимальних з точки зору еколого-енергетичного навантаження транспортної системи місць розташування АГНКС. Практична проблема полягає в забезпеченні комерційної ефективності проектних рішень. Тому цільову функцію задачі, розглядається можна записати наступним чином

$$S_{заг} = S_{ек} + S_{нал} + S_3 \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де  $S_{заг}$  – загальні наведені витрати на функціонування транспортних потоків в транспортній системі, грн/рік;

$S_{ек}$  – екологічна складова загальних наведених витрат, грн/рік;

$S_{нал}$  – витрати на паливо, грн/рік;

$S_3$  – прибуток АГНКС, грн/рік.

В цільовій функції (1.1) екологічна складова являє собою грошовий вираз забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, що містяться у вихлопних газах автомобілів. Методика розрахунку цієї величини відома [111] і залежить від складу транспортного потоку, режимів його руху та величини транспортної роботи. Вона розраховується за формулою

$$S_{ек} = \sum_{i=1}^D \frac{V_i \cdot t_i}{P_i}, \quad (1.2)$$

де  $D$  – кількість груп автомобілів за типом і об'ємом двигуна;

$V_i$  – питомі збитки від викидів шкідливих речовин з вихлопними газами двигуна, грн·ткм/год.;

$t_i$  – тривалість роботи двигуна, год.;

$P_i$  – загальна транспортна робота автомобілів  $i$ -ої групи, ткм.

Питомі збитки розраховуються по формулі [111]

$$V_i = \gamma_e \cdot d \cdot \hat{G} \frac{M}{R}, \quad (1.3)$$

де  $\gamma_e$  – розмірна константа для переходу від бальної системи в грошову,  $\gamma_e = 0,25$  грн·м<sup>2</sup>/ум.кг;

$d$  – безрозмірна константа, що залежить від географічного положення місцевості (для районів східної України  $d = 1$ );

$\hat{G}$  – показник відносної небезпечності забруднення, визначається по таблицям в залежності від типу забудови;

$M$  – приведені до оксиду вуглецю маси викидів шкідливих речовин, кг;

$R$  – коефіцієнт розбавлення викидів; залежить від типу забудови, відстаней між будинками, рози вітрів і др.

Витрати на паливо розраховуються по формулі [8]

$$S_{нал} = \sum_{i=1}^A C_i \cdot \left[ \frac{H_{л(i)} \cdot L_i}{100} + \frac{H_{д(i)} \cdot P_i}{100} \right], \quad (1.4)$$

де  $A$  – кількість груп автомобілів;

$C_i$  – ціна палива, грн/л;

$H_{л(i)}$  – лінійна норма витрат палива автомобілів  $i$ -ої групи, л/100км;

$L_i$  – загальний пробіг автомобілів  $i$ -ої групи, км;

$H_{д(i)}$  – додаткова норма витрат палива на транспортну роботу автомобілів  $i$ -ої групи, л/100ткм.

Зазначені в формулі (1.2) складові – загальний пробіг і загальна транспортна робота – значним чином залежать в тому числі від розташування АГНКС і тому ці місця мають бути обрані таким чином, щоб мінімізувати ці показники.

Для цього, в свою чергу треба якомога точніше спрогнозувати розподіл автомобільних потоків по вулично-дорожній мережі.

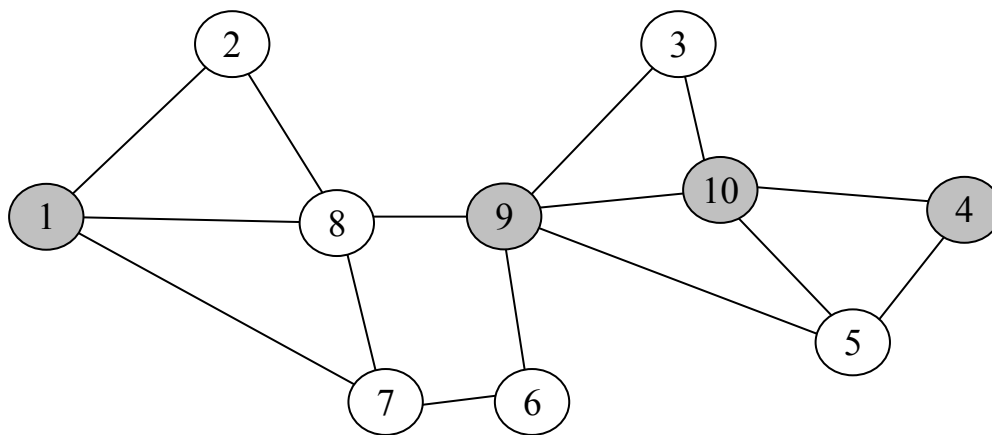
Якщо йдеться про одноразове вирішення цієї задачі в умовах конкретної транспортної системи невеликого міста, то проблема вирішується шляхом масового обстеження автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі цього міста.

Але, якщо йдеться про складну і динамічну транспортну систему середнього або великого міста, то цей шлях не може бути визнаний ефективним. В даному випадку проведення натурних спостережень пов'язане з занадто великою трудомісткістю і тривалістю дослідження, а це, в свою чергу, призведе до витрат великої суми коштів.

Тому виникає потреба вирішення цієї проблеми іншим шляхом. Таким рішенням може бути моделювання розподілу транспортних потоків по вулично-дорожній мережі. Ця задача може бути сформульована наступним чином.

Покладаємо, що вулично-дорожня мережа транспортної системи, яка представлена орієнтованим графом (див. рис. 1.3).

В цій моделі перехрестя вулично-дорожньої мережі представлені вузлами, а ділянки вулиць і доріг – дугами графа. При цьому частка вузлів має особливий статус – в цих вузлах задані дані натурних спостережень автомобілепотоків. Використання даних такого обстеження забезпечує більш високу точність прогнозування ніж використання любых апроксимуючих моделей, заснованих на будь-якому припущенні відносно взаємного розташування пунктів, що створюють і поглинають автомобілепотоки.



① - вузол вулично-дорожньої мережі, в якому розташований пункт спостереження;

⑦ - вузол вулично-дорожньої мережі;

— - вулиця або дорога вулично-дорожньої мережі.

Рисунок 1.3 – Представлення вулично-дорожньої мережі орієнтованим графом

Кількість таких вузлів с особливим статусом значно менша від загальної кількості вузлів і тому натурне обстеження автомобілепотоків не буде занадто трудомістким і дорогим в фінансовому аспекті.

Після проведення натурального спостереження стануть відомі погодинні величини автомобілепотоків по всім напрямам руху і типам автомобілів у вузлі

( $I_i^{(T)}$ ). Після цього виникає задача прогнозування величини автомобілепотоків в решті вузлів та розрахунок величини автомобілепотоків по ділянкам вулично-дорожньої мережі. На підставі цих даних можна розрахувати величини пробігу і транспортної роботи, що входять до моделі (1.2).

В задачі, що розглядається, цільова функція (1.1) доповнюється обмеженням, про яке йшла річ в попередніх підрозділах, а саме про необхідність залучення до проекту недержавних інвесторів і про забезпечення комерційної ефективності проекту.

Комерційна ефективність проекту складається з двох частин - дохідної і витратної. Витратна частина багато в чому залежить від завантаження АГНКС, що, у свою черга залежить від інтенсивності транзитних транспортних потоків. Витратна частина також складається декількох складових, котрі можна розділити на дві групи [8, 25, 27–28, 42, 71, 78, 86, 98]: змінна складова, котра залежить від обсягу виконаних робіт (у даному випадку - від кількості заправлень автомобілів) і постійна складова, котра від обсягу робіт практично не залежить (це - одноразові капіталовкладення, накладні витрати і проектні роботи). Оскільки змінна складова витрат строго пропорційна обсягу реалізації метану і відразу перекривається доходами від його реалізації, то виникає потреба за рахунок цього перекрити і постійну складову (через деякий час). В цьому випадку найкращим варіантом розташування АГНКС буде той, при якому забезпечується максимальне завантаження АГНКС.

Виходячи з цього в роботі прийнято наступне припущення – кількість автомобілів, що відвідує АГНКС з метою заправки прямо пропорційна інтенсивності автомобілепотоків з урахуванням його складу.

## 1.5 Висновки

Таким чином, проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

1. Проблема підвищення ефективності транспортних систем міст є актуальною. Потреби транспорту в паливі, в тому числі не відновлюваного, стають домінуючими в структурі енергоспоживання. Настільки ж істотної стає частка транспорту в забрудненні атмосфери.

2. Одним з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності транспортних систем міст і зниження негативних наслідків роботи транспорту є застосування метану як автомобільне паливо.

3. Одним з основних факторів підвищення ефективності транспортних систем міст є оптимальне розміщення АГНКС на території міста для скорочення пробігів транспортних засобів для заправки.

4. В умовах ринкової економіки найбільш перспективними способами підвищення ефективності транспортних систем є комерційно вигідні проекти.

5. Для вирішення практичних задач підвищення ефективності і екологічної безпеки транспортних систем при забезпеченні комерційної ефективності проектів по переводу автомобілів на роботу на метані необхідно вирішити за-

дачу моделювання розподілу транспортних потоків по вулично-дорожній мережі міст. Відомі на сьогоднішній день методи або не забезпечують необхідної точності прогнозу, або є настільки трудомісткими, що їхня реалізація ні по трудомісткості і капіталомісткості, ні за часом здійснення не задовольняють вимоги економічної ефективності проекту.

## РОЗДІЛ 2

### ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ (АГНКС) У МІСТАХ

У теорії і практиці формування інфраструктури автомобільного транспорту в містах значне місце відводиться питанням визначення раціональної кількості і вибору місць розташування пунктів автомобільного сервісу – станцій технічного обслуговування (СТО) автозаправних станцій (АЗС), АГНКС тощо. При цьому – спостерігається розбіжність думок дослідників щодо параметрів оцінки варіантів та шляхів вирішення вказаної проблеми. У даному розділі обґрунтовано використання теоретичних моделей розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі і алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС, які дозволяють підвищити точність вибору місць розташування АГНКС за рахунок підвищення точності моделювання автомобілепотоків.

#### 2.1 Обґрунтування критерію оптимальності місць розташування АГНКС у містах

При виборі місць розташування АГНКС виникає трудомістка багатокритеріальна задача оптимізації їхнього місцеположення. При вирішенні цієї задачі треба по-перше, забезпечити максимальну привабливість АГНКС для потенційних користувачів; по-друге, забезпечити мінімальне додаткове екологічне навантаження на місто внаслідок додаткового пробігу автомобілів до пунктів заправки; по-третє, мінімізувати негативний вплив наявності АГНКС на архітектурно-планувальне оформлення території міста; по-четверте, забезпечити максимальну економічну ефективність функціонування самої АГНКС. Дві перші вимоги суперечать двом останнім тому, що вимагають розташування на території міста якомога більшої кількості АГНКС, тоді коли третя вимагає мінімізувати їхню кількість, а остання вимога – знаходження якогось проміжного рішення.

При цьому треба враховувати вплив на зазначені критеріальні показники місць розташування АГНКС відносно існуючих об'єктів міської інфраструктури – гаражів, промислових підприємств, пунктів тяжіння пасажиропотоків, вантажоутворюючих та вантажопоглинаючих пунктів, станцій технічного обслуговування автомобілів, автозаправних станцій.

Усі фактори, а також критеріальні відношення, в контексті задачі, що розглядається, можуть бути згруповані в чотири великі групи - екологічні, економічні, технічні, технологічні.

Критерієм ефективності проекту будівництва АГНКС і перспективності того або іншого пункту дислокації АГНКС є питома ефективність реалізації  $1\text{ м}^3$  метану, що розраховується за формулою

$$E = \frac{Ц - S_m - H}{S_m}, \quad (2.1)$$



де  $C$  – відпускна ціна  $1\text{ м}^3$  метану, грн/м<sup>3</sup>;  
 $S_M$  – собівартість  $1\text{ м}^3$  метану на виході станції, грн/м<sup>3</sup>;  
 $H$  – сума податків (на додану вартість, прибуток, землю) у перераховані на  $1\text{ м}^3$  метану грн/м<sup>3</sup>;  
Собівартість заправлення  $1\text{ м}^3$  метану розраховується за формулою

$$S_M = S_{\text{енерг}} + S_{\text{експл}} + Z + A + S_{\text{в}}, \quad (2.2)$$

де  $S_{\text{енерг}}$  – витрати на електроенергію, грн/м<sup>3</sup>;  
 $S_{\text{експл}}$  – витрати на поточну експлуатацію устаткування грн/м<sup>3</sup>;  
 $Z$  – заробітна плата обслуговуючому персоналу, грн/м<sup>3</sup>;  
 $A$  – амортизація основних фондів, грн/м<sup>3</sup>;  
 $S_{\text{в}}$  – ціна  $1\text{ м}^3$  метану на вході в АГНКС, грн/м<sup>3</sup>.

Конкретні значення складових собівартості й оцінка проектів може бути виконана після остаточного визначення постачальників устаткування для АГНКС.

## 2.2 Математична модель розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міст

Змістовна постановка задачі розподілу автомобілепотоків у містах полягає в наступному. Є неорієнтована мережа  $G(N, P)$  з множиною вузлів  $N$ ,  $n = |N|$  і множиною дуг  $P$ ,  $p = |P|$ , на якій задана цілочислена матриця  $A = \|a_{ij}\|_{n \times n}$  одиничних потоків сполучень. Потоки  $a_{ij}$  підлягають одноразовій передачі із джерел  $i$  у стоки  $j$ , ( $i, j = 1..n$ ) у деяких транспортних пакетах міжвузлових сполучень. Сполучення, що адресовані різним отримувачам, повинні передаватися по мережі в загальних транспортних пакетах із заданою періодичністю. Відомі ємність пакета  $w \gg a_{ij}$ , яка задана кількістю одиниць потоку, що вміщуються в нього, і квант часу відправлення потоків.

Потрібно мінімізувати функціонал

$$F = \sum_{i,j \in S} f_{ij}(u_{ij}, d_{ij}) + \sum_{i=1}^n f_i(x_i, q_i) + \sum_{i=1}^n \varphi_i(u_i) \quad (2.3)$$

при обмеженнях:

$$t_{ij} \leq T_{ij}, \text{ для всіх } i, j \in S; \quad (2.4)$$

$$x_i \leq h_i, \quad i = 1..n, \quad (2.5)$$

де

$$x_i = \sum_{j=1}^n (x_{ij} + x_{ji}); \quad (2.6)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^n \delta_{ij}; \quad \delta_{ij} = 1, \text{ якщо } u_{ij} \neq 0; \quad (2.7)$$

$$\delta_{ij} = 0, \text{ якщо } u_{ij} = 0; \quad i = 1..n;$$

$$u_i = \sum_{j=1}^n (u_{ij} + u_{ji}); \quad i = 1..n, \quad (2.8)$$

$S$  - множина упорядкованих пар індексів потоків, що визначена на декартовому добутку  $n \times n$ ;

$u_{ij} = \text{ceiling} \left( \frac{x_{ij}}{w} \right)$  – потік транспортних блоків з  $i$  в  $j$  (спочатку всі  $x_{ij} = a_{ij}$ ),

$\text{ceiling}$  - означає округлення числа до більшого цілого;

$d_{ij}$  – відстань між вузлами  $i$  й  $j$ ;

$f_{ij}, f_i, \varphi_i$  – у загальному випадку деякі нелінійні й не опуклі функції витрат на передачу й обробку потоків;

$t_{ij}, T_{ij}$  – розрахунковий і заданий час на передачу одиничних потоків з  $i$  в  $j$ ;

$h_i$  – пропускна здатність  $i$ -го вузла.

Сформульована задача відноситься до класу комбінаторних задач оптимізації і є  $NP$  – повною. Тому для її розв'язання в роботі реалізований наближений метод, заснований на схемі послідовного аналізу варіантів, і ряд евристичних алгоритмів. Розробка евристичних алгоритмів обґрунтована тим, що для реальних комунікаційних мереж досить важко визначити функції  $f_{ij}, f_i, \varphi_i$ , що адекватно характеризують витрати на обробку й передачу потоків.

Однак наведена постановка задачі не припускає можливості вільного вибору водієм маршруту руху, що значно спотворює реальні умови руху на вулично-дорожній мережі. Тому наведена задача має бути доповненою в частині розподілу транспортних потоків по реальній вулично-дорожній мережі. При вирішенні цієї задачі в роботі прийнято припущення, що будь-який водій при виборі маршруту слідування поводитиметься таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність дорожнього руху в існуючих умовах.

Тоді треба вирішити задачу щодо оптимального розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, яка полягає в наступному.

Потрібно мінімізувати функціонал

$$F = \sum_{k=1}^l f_k ((\sum_{\eta, \xi \in q_k} \sum_{i, j \in S} x_{ij,k}^{\eta\xi}), d_k) + \sum_{\beta=1}^n \varphi_{\beta} (\sum_{\alpha=1}^n \sum_{k=1}^l \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ij,k}^{\beta\alpha})), \quad (2.9)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{\beta=1}^n \sum_{k=1}^l y_{ij,k}^{\alpha\beta} - \sum_{\beta=1}^n \sum_{k=1}^l y_{ji,k}^{\alpha\beta} = \begin{cases} a_{ij}, & \text{при } i = \alpha; \\ 0, & \text{при } i \neq \alpha, j \neq \alpha; \\ -a_{ij}, & \text{при } j = \alpha; \end{cases} \quad (2.10)$$

для  $\alpha = 1..n, i, j \in S$ ;

$$\sum_{\alpha=1}^n \sum_{k=1}^l \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ij,k}^{\beta\alpha}) - \sum_{j=1}^n a_{\beta j} - \sum_{j=1}^n a_{j\beta} \leq 2b_{\beta}; \quad \beta = 1..n; \quad (2.11)$$

$$\sum_{i, j \in S} x_{ij,k}^{\eta\xi} \leq W^k, \quad \text{для всіх } \eta, \xi \in q_k, \quad k = 1..l; \quad (2.12)$$

$$(\sum_{\beta=1}^n \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ji,k}^{\beta\alpha})) \cdot t^0 \leq t_{\alpha}^k, \quad \alpha \in v_k, \quad k = 1..l; \quad (2.13)$$

$$t_{ij} \leq T_{ij}, \quad i, j \in S; \quad (2.14)$$

$$y_{ij,k}^{\alpha\beta}, x_{ij,k}^{\eta\xi} - \text{цілі невід'ємні числа.} \quad (2.15)$$

У виразах (2.9) – (2.15) прийняті наступні позначення:

$\{m_k\}, k = 1..l$  – множина маршрутів транспортних засобів або каналів зв'язку, кожний з яких складається з послідовності вузлів і топологічних дуг мережі  $G_M$  і з'єднує початковий і кінцевий вузли маршруту або каналу зв'язку;

$G_M(N, P_M)$  – маршрутна мережа, де  $N$  – множина вузлів мережі,  $P_M$  – множина її орієнтованих маршрутних дуг (між будь-якими вузлами  $i$  й  $j$  мережі  $G_M$  існує маршрутна дуга, якщо вони зв'язані хоча б одним маршрутом транспортного засобу з  $\{m_k\}$ );

$A = \|a_{ij}\|_{n \times n}$  – матриця потоків транспортних пакетів сполучень;

$B = \|b_i\|, i = 1..n$  – вектор пропускних здатностей вузлів по обробці транзитних потоків;

$y_{ij,k}^{\alpha\beta}$  – потік по дузі  $p_{\alpha\beta} \in P$  отриманої з маршруту  $m_k$  ( $y_{ij,k}^{\alpha\beta}$  визначають дугові потоки на маршрутній мережі  $G_M$ );

$x_{ij,k}^{\eta\xi}$  – потік по топологічній дузі  $p_{\eta\xi} \in P$  на маршруті  $m_k$ ;

$q_k$  – упорядкована множина дуг з  $P$ , що складають маршрут  $m_k$ ;

$v_k$  – упорядкована множина вузлів з  $N$  на маршруті  $m_k$ ;

$$\phi: y_{ij,k}^{\alpha\beta} \rightarrow \{x_{ij,k}^{\eta\xi}\} \quad p_{\alpha\beta} \in P_M, \quad p_{\eta\xi} \in P, \quad i, j \in S, \quad k = 1..I, \quad \text{де } \phi - \text{ деякий оператор, що відображає потік по маршрутній дузі на відповідну підмножину топологічних дуг};$$

$f_k$  – кусочно-опукла функція, яка визначає залежність витрат від кількості транспортних пакетів, переданих по маршруту  $m_k$  і довжини маршруту  $d_k$ ;

$\varphi_\beta$  – нелінійна функція витрат на обробку транспортних пакетів у вузлі  $\beta$ ;

$W^k$  – пропускна здатність маршруту  $m_k$ ;

$t^o$  – час на пропуск одного пакету транспортних засобів;

$t_\alpha^k$  – обмеження на час стоянки транспортного засобу на маршруті  $m_k$  у вузлі  $\alpha$ ;

$t_{ij}, T_{ij}$  – розрахунковий і заданий час передачі пакетів транспортних засобів із  $i$  в  $j$ .

Умови (2.10) забезпечують нерозривність потоку, а (2.11) – (2.14) являють собою відповідно обмеження на пропускні здатності вузлів, пропускні здатності маршрутів, час на перекомутацію транзитних пакетів транспортних засобів у всіх вузлах кожного маршруту.

Сформульована задача відноситься до класу дискретних мультіпотоккових задач із нелінійним і не опуклим функціоналом. Задачі такого типу є  $NP$  – повними і для їх розв'язку невідомі точні поліноміально обмежені за трудомісткістю алгоритми. У зв'язку із цим, у роботі запропоновано евристичний алгоритм вирішення цієї задачі, який полягає в наступному.

На моделі вулично-дорожньої мережі (рис. 2.1) експертним методом визначаються основні (потокостворюючі й потокопоглинаючі) вузли, що підлягають обов'язковому обстеженню (вони позначені фігурами із суцільною лінією контуру). До їхнього числа обов'язково включаються периферійні перехрестя на основних магістралях в'їзду/виїзду з міста. Для визначення загальної кількості таких вузлів покладаємо – один вузол на 40-50 тисяч жителів.

У цих пунктах візуальним способом у «годину пік» визначаються інтенсивність, склад і напрямки руху транспортного потоку. Після обробки даних обстежень сумарні вхідні в кожен вузол транспортні потоки становлять ємності вузлів за прибуттям, а сумарні вихідні транспортні потоки – ємності вузлів за відправленням.

Для прогнозування величини автомобілепотоків на ділянках вулично-дорожньої мережі, не охоплених обстеженням, використовується гравітаційна модель, що побудована на підставі наступної гіпотези [116]

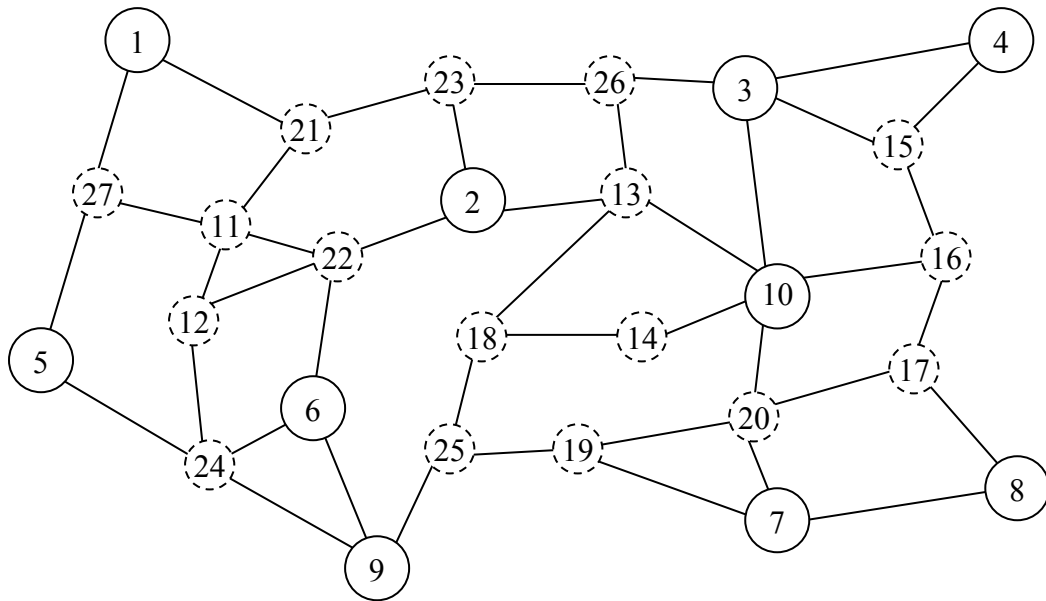
$$b_{ij} = k \cdot HO_i \cdot HP_j \cdot f(C_{ij}), \quad (2.16)$$

де  $b_{ij}$  – ідеальні кореспонденції між районами;

$HO_i$  – обсяг виїзду з району  $i$ ;

$HP_j$  – обсяг прибуття в район  $j$ ;

$f(C_{ij})$  – деяка функція повних витрат пасажирів на пересування з району  $i$  у район  $j$ ;  
 $k$  – деяка константа.



9 – вузол вулично-дорожньої мережі, в якому проводиться обстеження автомобілепотоків;

24 – вузол вулично-дорожньої мережі, в якому не проводиться обстеження автомобілепотоків

Рисунок 2.1 – Фізична модель вулично-дорожньої мережі

Співвідношення (2.16) повинне виконуватися спільно з наступними обмеженнями

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} = HO_i ; \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^n b_{ij} = HP_j , \quad (2.18)$$

де  $n$  – кількість районів.

Стандартна гравітаційна модель може бути виражена математично в такий спосіб [116]

$$h_{ij} = \frac{HO_i \cdot HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij})} , \quad (2.19)$$

де  $h_{ij}$  – кореспонденції між районами  $i$  й  $j$ ;

$HO_i$  – ємність району  $i$  по відправленню;

$HP_j$  – ємність району  $j$  по прибуттю;

$k_j$  – коефіцієнт, що вирівнює притягання поїздок в зону  $j$ ;

$d_{ij}$  – функція тяжіння між районами  $i$  й  $j$ ;

$n$  – число районів;

$i$  – номер району зародження поїздок.

Обчислення матриці кореспонденції виконують способом ітерацій. Після кожної ітерації вирівняний коефіцієнт притягання розраховують за формулою

$$k_{jk} = \frac{HP_{jk}}{\sum_{j=1}^n h_{ij}}. \quad (2.20)$$

На кожній ітерації для розрахунку взаємообміну поїздками між зонами застосовується рівняння гравітаційної моделі з використанням вирівняних коефіцієнтів притягання, отриманих на попередній ітерації. Рівняння моделі здобуває, таким чином, вид

$$h_{ijk} = \frac{HO_i \cdot HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij})}, \quad (2.21)$$

де  $h_{ijk}$  – кореспонденція між районами  $i$  й  $j$  на ітерації  $k$ .

Розрахунок ведеться доти, поки не виконається умова

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = HP_j \quad (2.22)$$

Потім отримані кореспонденції «проводяться» по вулично-дорожній мережі за найкоротшими маршрутами, траси яких проходять через пункти, в яких не проводилося обстеження, транзитом. При цьому сумарна величина вхідних транзитних автомобілепотоків у цих пунктах і представляє шукану можливу інтенсивність руху в них і дозволяє спрогнозувати завантаження АГНКС у них.

### 2.3 Алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС

Привабливість пункту дислокації АГНКС визначається, у першу чергу економічною ефективністю інвестиційного проекту будівництва АГНКС. Цей показник визначається, крім розміру інвестицій, доходами АГНКС, які залежать, у свою чергу, від величини попиту. Тому, на першому етапі привабливість пунктів дислокації АГНКС визначалася їхнім можливим завантаженням.

Величина завантаження АГНКС визначається виходячи з тієї передумови, що завантаження буде пропорційним величині автомобілепотоків, що проходять через перехрестя в районі дислокації АГНКС.

Алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС складається з шести етапів.

Етап 1. Визначення основних пунктів вулично-дорожньої мережі.

Зазначений вибір здійснюється за допомогою експертів, які добре обізнані з параметрами руху на будь-яких ділянках вулично-дорожньої мережі. Ці експерти визначають основні вузли (перетинання найбільш завантажених дорожнім рухом міських вулиць і доріг) з наближеним їхнім ранжируванням по завантаженості. Потім усі відмічені експертами вузли наносяться на карту міста. Загальна кількість таких вузлів встановлюється у відповідності з даними підрозділу 2.2. При перебільшенні цієї кількості залишають по-перше, ті вузли, в бік яких висловилися найбільша кількість експертів, по-друге, – вузли, які мають більший ранг за думкою експертів.

Етап 2. Визначення інтенсивності руху транспорту в основних вузлах.

Цей етап виконується шляхом натурних спостережень за відомою методикою, що викладена в [117].

Етап 3. Приведення інтенсивностей руху в транспортних вузлах.

При цьому необхідно враховувати, що структура транспортних потоків у різних районах міста й, відповідно, на різних перехрестях різна. На перехрестях у складі транспортного потоку переважають легкові автомобілі, але на всіх перехрестях питома вага вантажних автомобілів, автобусів і мікроавтобусів сильно коливається. На привабливість перехрестя як пункту дислокації АГНКС це позначається в такий спосіб.

По-перше, добові пробіги вантажних автомобілів, автобусів і мікроавтобусів значно перевищують добові пробіги легкових автомобілів.

По-друге, в названих категоріях автомобілів значно вище й норми витрати пального.

Тому інтенсивності руху на всіх перехрестях повинні бути розраховані з урахуванням зазначених розходжень і приведені до єдиної бази для порівняння.

Таке приведення в роботі виконано за допомогою коефіцієнта приведення, що розраховується для кожного  $i$ -го типу автомобілів за формулою

$$k_{(i)} = \frac{\delta_i \cdot L_{\text{дооб}(i)} \cdot H_{\text{л}(i)}}{\sum_{j=1}^{N_m} (\delta_j \cdot L_{\text{дооб}(j)} \cdot H_{\text{л}(j)})}, \quad (2.23)$$

де  $\delta_i$  – питома ваги автомобілів  $i$ -го типу у своїй групі, конструкція яких дозволяє використовувати метан як паливо;

$L_{\text{дооб}(i)}$  – орієнтовний середньодобовий пробіг автомобілів  $i$ -го типу, км;

$H_{\text{л}(i)}$  – середня норма витрати палива для  $i$ -го типу автомобілів, л/100км;

$N_m$  – кількість типів автомобілів.

Інтенсивність руху на перехресті в наведених одиницях ( $N_{прив}$ ) визначається за формулою

$$N_{прив} = \sum_{i=1}^{N_m} (N_i \cdot k_i), \quad (2.24)$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху автомобілів  $i$ -го типу у фізичних одиницях, авт/тиждень.

Етап 4. Визначення ємностей входів і виходів основних вузлів вулично-дорожньої мережі і калібрування моделей транспортних вузлів.

Для забезпечення потрібної точності математична модель (2.23) має бути відкаліброваною. Це забезпечується відповідним представленням усіх вузлів вулично-дорожньої мережі, в яких проводяться спостереження. Для цього проводиться декомпозиція кожного вузла мережі і представляється у вигляді орієнтованого графа (див. рис. 2.2).

Ємність кожного входу транспортного вузла покладається рівною інтенсивності вхідних транспортних потоків з відповідного напрямку. Ємність кожного виходу транспортного вузла встановлюється рівною приведеної інтенсивності транспортних потоків у відповідному напрямі.

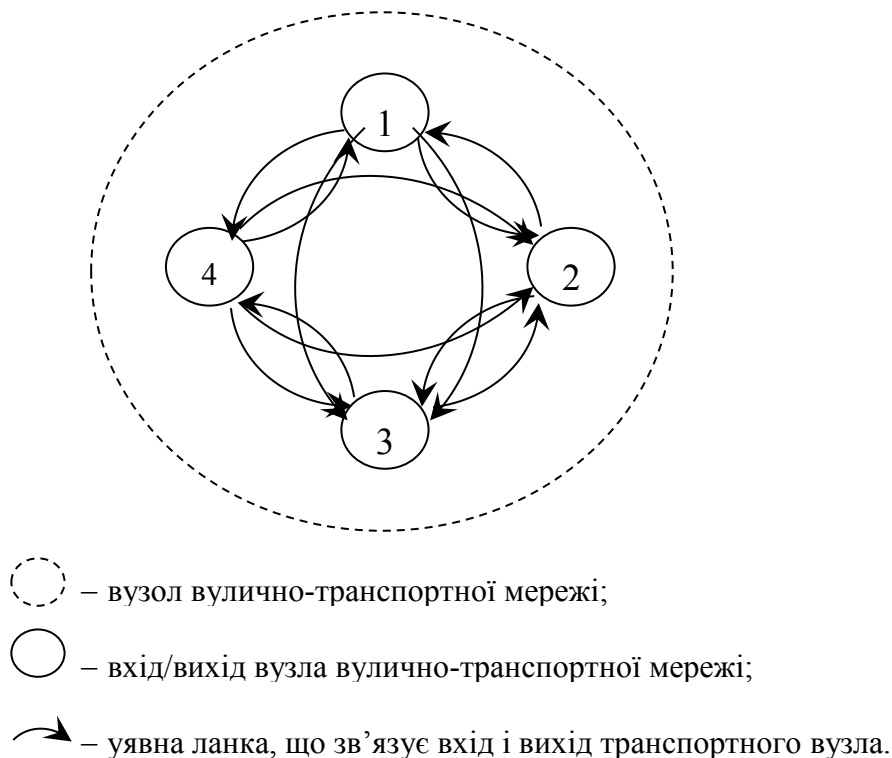


Рисунок 2.2 – Фізична модель вузла вулично-дорожньої мережі

Умовна довжина кожної уявної ланки, що зв’язує вхід і вихід транспортного вузла ( $d'_{ij}$ ), розраховується за формулою



$$d'_{ij} = \frac{I_{ij}}{I_{i3i}}, \quad (2.25)$$

де  $I_{ij}$  – інтенсивність руху транспортних засобів зі входу  $i$  до виходу вулично-дорожньої мережі  $j$ , приведених авт./год.;

$I_{min}$  – мінімальна інтенсивність руху транспортних засобів зі входу  $i$  до всіх виходів з вузла вулично-дорожньої мережі, приведених авт./год.

Етап 5. Розрахунок інтенсивностей руху у всіх вузлах і на всіх ланках вулично-дорожньої мережі.

Розраховані кореспонденції розподіляються по вулично-дорожній мережі таким чином, щоб шлях, за яким просувається кореспонденція, був найкоротшим. При цьому автомобілепотоки створюються і поглинаються тільки в основних вузлах вулично-дорожньої мережі, всі інші вузли вважаються транзитними. Величина автомобілепоту на ділянці вулично-дорожньої мережі розраховується за формулою

$$N_{ij,k} = \sum_{m=1}^n N_k^{pq}, \quad (2.26)$$

де  $N_k^{pq}$  – приведена інтенсивність руху автомобілів  $k$ -го типу з вузла  $p$  у вузол  $q$ , маршрут якого включає дугу  $i-j$ .

Етап 6. Визначення привабливості потенційних пунктів розташування АГНКС.

Привабливість потенційних пунктів дислокації АГНКС проводиться шляхом ранжирування перехресть, на яких проведене обстеження за значенням інтенсивності руху в наведених одиницях – чим вище інтенсивність руху, тим вище привабливість і тем менше ранг (тобто підсумкове місце у списку) перехрестя.

Загальна кількість автомобілів, що прибуває до вузла вулично-дорожньої мережі ( $A_s$ ) розраховується за формулою

$$A_s = \sum_{i=1}^R N_{is} \quad (2.27)$$

де  $R$  – кількість ланок вулично-дорожньої мережі, що примикають до вузла  $S$ , од.

Крім наведеної інтенсивності руху для ранжирування потенційних пунктів дислокації потрібно використовувати й інтенсивності руху у фізичних одиницях по кожному типу автомобілів окремо. Це потрібно через те, що спрогнозувати реакцію власників автомобілів кожної групи на можливість використання метану як пального після відкриття АГНКС неможливо. Приміром, для вла-

сників маршрутних таксі, як показують попередні розрахунки, перехід на використання метану як палива замість бензину є дуже привабливим з економічної точки зору. Менший виграш очікує власників вантажних автомобілів, що працюють у міській мережі. Для власників же приватних легкових автомобілів перехід на метан є найменш вигідним. Тому АГНКС на перехресті з високою інтенсивністю руху й високою питомою часткою легкових автомобілів може виявитися менш привабливим для розміщення АГНКС, чим перехрестя з низькою інтенсивністю руху, але більш високою часткою в транспортному потоці мікро-автобусів.

За наведеною методикою можливо змоделювати роботу транспортної системи будь-якого міста. Оскільки при проведенні статистичних досліджень від органів державної влади і місцевого самоврядування м. Дніпро був отриманий дозвіл на практичну перевірку ефективності методів і методик, що розробляються в даній роботі, тому в якості об'єкта дослідження було обрано місто Дніпро.

## 2.4 Висновки

У розділі встановлено наступне:

1. Задача оптимізації місць розташування АГНКС є багатокритеріальною і не має однозначного рішення.

2. Інтегральним критерієм для вирішення зазначеної задачі може бути прийнята величина автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, що потребує вирішення задачі прогнозування цього параметра.

3. Задача прогнозування величини автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі складається з двох підзадач – формування автомобілепотоків і оптимізації розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі.

4. Для прогнозування автомобілепотоків запропоновано евристичний алгоритм, заснований на гравітаційній моделі, що забезпечує точність розрахунків на рівні, який задовольняє потреби при вирішенні практичних задач.

5. Для ініціалізації вихідних даних при реалізації запропонованого алгоритму необхідно проведення натурних спостережень на вулично-дорожній мережі міста з використанням основних пунктів спостережень.

6. Для оцінки привабливості пунктів розташування АГНКС потрібно приведення інтенсивності дорожнього руху у фізичних одиницях до інтенсивності в умовних одиницях, що враховують середньодобовий пробіг автомобілів і лінійні витрати пального.

## РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЕПОТОКІВ У МІСТАХ

Моделювання є одним з головних інструментів дослідження складних технічних, соціальних, економічних і екологічних систем. Транспортні системи великих міст мають риси всіх зазначених систем, тому для вивчення об'єкту дослідження даної роботи застосоване саме моделювання.

### 3.1 Формування моделі парку автомобілів у містах

Для вирішення задач роботи одним з головних питань є визначення завантаження пунктів обслуговування автомобілів у часі. Ця задача не може бути вирішена тільки визначенням інтенсивності надходження замовлень на обслуговування (тобто – заправок), тут необхідно визначити, також, тривалість обслуговування заявок і кількість пального, що потребують автомобілі при заправках.

У роботі прийнято, що інтенсивність надходження замовлень на обслуговування пропорційна сумарній інтенсивності руху у вузлі, що розглядається, і визначається кількістю транспортних засобів, які потребують обслуговування за дану добу. Частка зазначеної інтенсивності руху автомобілів  $i$ -го типу ( $\delta_{з(i)}$ ) може бути розрахована за формулою

$$\delta_{з(i)} = \frac{L_{дoб(i)} \cdot H_{л(i)}}{100 \cdot Q_{з(i)}}, \quad (3.1)$$

де  $L_{дoб(i)}$  – середньодобовий пробіг автомобілів  $i$ -го типу, км;

$H_{л(i)}$  – лінійна норма витрат пального автомобіля  $i$ -го типу, л/100км;

$Q_{з(i)}$  – середній розмір однієї заправки автомобілю  $i$ -го типу, л.

Для визначення чисельних значень середньодобового пробігу автомобілів і лінійних норм витрат пального використовуються значення відповідних параметрів, що наведені в таблиці 3.1. Для визначення середнього розміру однієї заправки проведений аналіз роботи автозаправних станцій фірм «УкрТатНафта» та «ТНК», що функціонують у м. Дніпро, результати якого наведені в таблиці 3.2, теоретичні функції розподілу розмірів заправок за типами автомобілів наведені на рисунках 3.1 – 3.4.

З урахуванням результатів обстежень характеристик транспортних потоків щодо пробігу автомобілів, витрат ними пального та пристосованості їх до переобладнання для роботи на метані, характеристики парку транспортних засобів будуть такими, що наведені в таблиці 3.2.

Інтенсивність руху на перехресті у приведених одиницях ( $N_{прив}$ ) визначається за формулою

$$N_{прив} = \sum_{i=1}^{N_m} (N_i \cdot k_i), \quad (3.2)$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху автомобілів  $i$ -го типу у фізичних одиницях, авт/тиждень;

$k_i$  – коефіцієнт приведення типу транспортного засобу до легкового автомобіля.

Таблиця 3.1

Характеристика автомобілепотуку з використанням метану в якості палива

Тип автомобіля	Питома вага автомобілів, конструкція яких дозволяє використовувати метан в якості палива <sup>(1)</sup>	Орієнтовний середньодобовий пробіг одного автомобіля, км <sup>(2)</sup>	Середня лінійна норма витрати палива, л/100км <sup>(3)</sup>	Значення коефіцієнта приведення
Легкові автомобілі	0,063	50	9	0,0856
Вантажні автомобілі	0,048	150	24	0,5218
Автобуси	0,025	100	28	0,2114
Мікроавтобуси	0,025	150	16	0,1812

Таблиця 3.2

Характеристика автомобілепотуку по розміру заправки

Тип автомобіля	Середньодобова кількість заправок, од.	Розмір заправки, л			
		мінімальний	максимальний	середній	середньоквадратичне відхилення
Легковий	233	5	60	21	20,7
Вантажний	49	40	220	105	48,3
Автобус	12	40	200	68	32,2
Мікроавтобус	67	30	80	45	26,5

Таблиця 3.3

Модель парку транспортних засобів м. Дніпро

Тип автомобіля	Питома вага автомобілів, конструкція яких дозволяє використовувати метан в якості палива	Частота заправок, од./добу	Питома вага в загальній добовій кількості заправок, %	Питома вага в загальному добовому об'єму заправок, %
Легкові автомобілі	0,063	0,214	27,2	8,6
Вантажні автомобілі	0,048	0,343	33,7	52,2
Автобуси	0,025	0,412	21,2	21,1
Мікроавтобуси	0,025	0,533	17,9	18,1

<sup>1)</sup> Дані ОблДАІ Дніпропетровської області на 01.08.2013

<sup>2)</sup> Дані експертного опитування

<sup>3)</sup> Дані експертного опитування

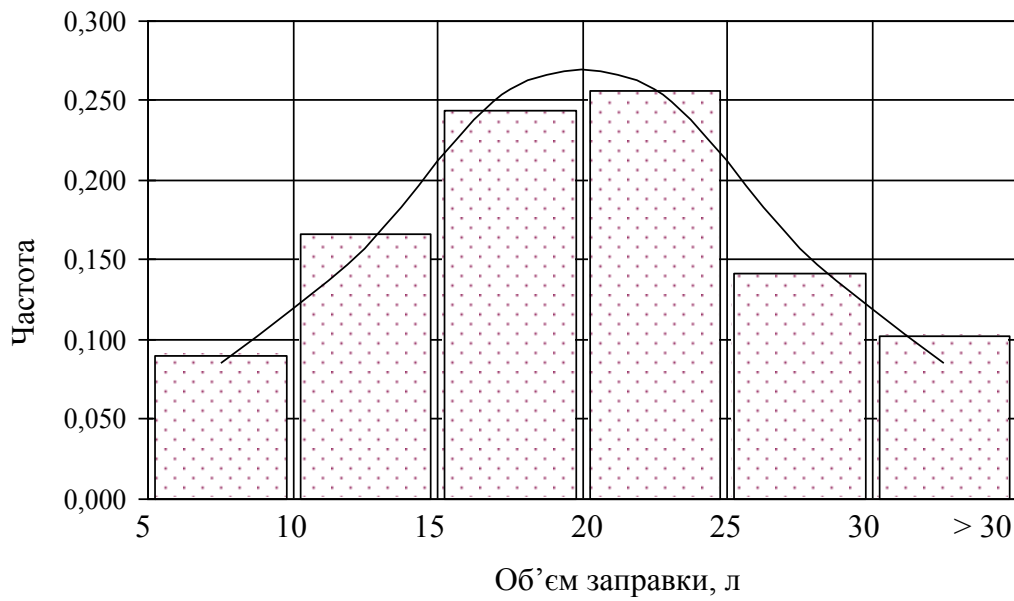


Рисунок 3.1 – Розподіл об'єму заправок легкових автомобілів (нормальний закон розподілу)

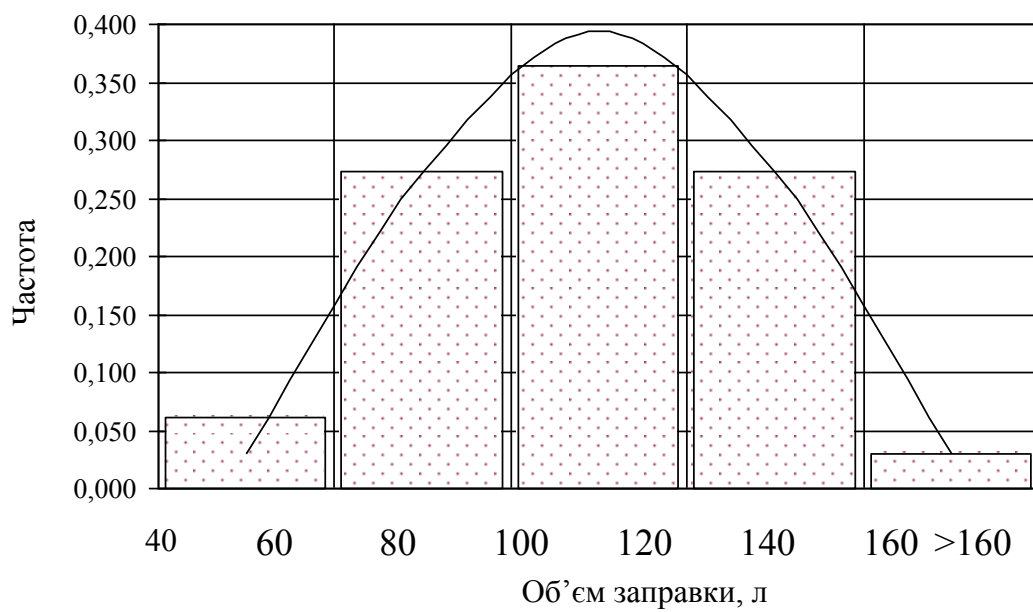


Рисунок 3.2 – Розподіл об'єму заправок вантажних автомобілів (нормальний закон розподілу)

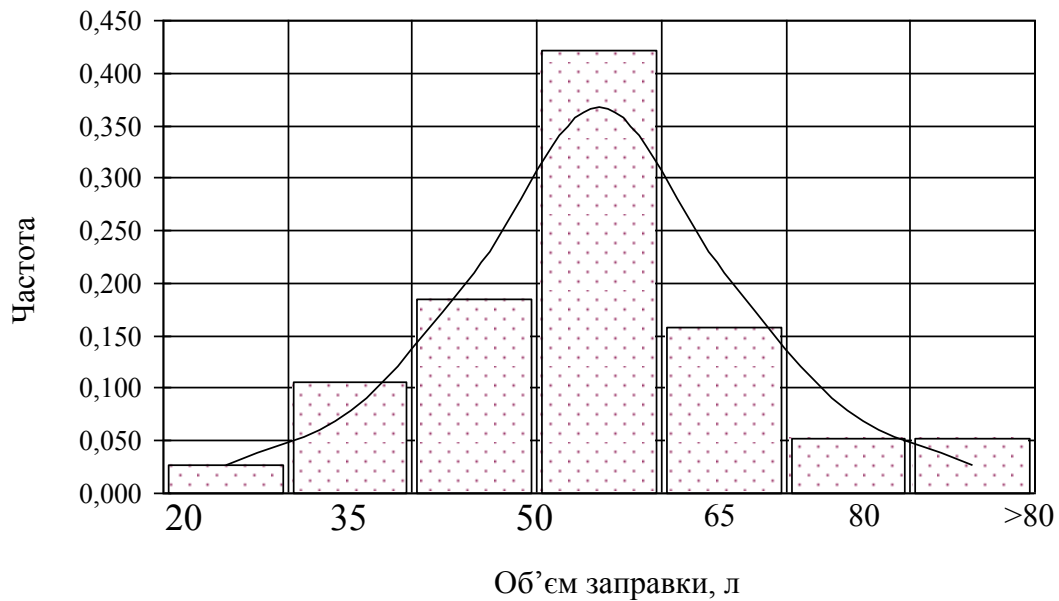


Рисунок 3.3 – Розподіл об'єму заправок автобусів (нормальний закон розподілу)

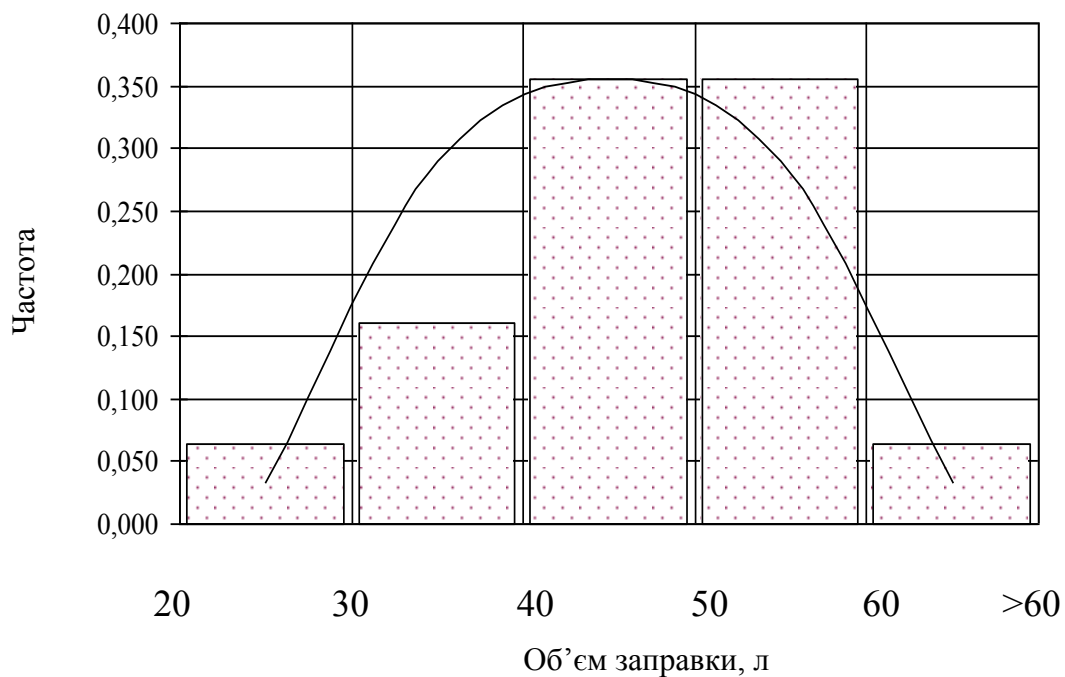


Рисунок 3.4 – Розподіл об'єму заправок мікроавтобусів (нормальний закон розподілу)

Вихідні дані для розрахунку і розрахункові значення коефіцієнтів приведення за типами автомобілів приведені в таблицях 3.1-3.3.

Привабливість потенційних пунктів дислокації АГНКС виконується шляхом ранжирування перехресть, на яких проведено обстеження за значенням інтенсивності руху у приведених одиницях – чим вище інтенсивність руху, тим вище привабливість і тем менше ранг (тобто підсумкове місце у списку) перехрестя.

### 3.2 Формування потокоутворюючих і потокопоглинаючих вузлів на моделі вулично-дорожньої мережі

У поточний час у наукових дослідженнях і прикладних розробках використовується декілька підходів до визначення потокостворюючих і потокопоглинаючих вузлів, які відрізняються один від одного областю застосування, трудомісткістю, точністю тощо.

Практичне використання визнаних як найбільш точних математичних моделей транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст обмежується невеликими і, іноді середніми містами [88, 92, 94] внаслідок наступної причини. Транспортна система міста є складно організованою системою й для неї складно створити адекватну фізичну модель. При цьому також складно підшукати фізичні аналоги елементам транспортної системи. До того ж отримана модель буде недостатньо гнучка. Проаналізувавши достоїнства й недоліки математичного й фізичного моделювання, можна прийти до висновку, що найбільш доцільно побудувати математичну модель транспортної мережі міста. Сутність моделі буде полягати в одержанні математичної залежності величини потоку транспортних засобів від факторів, що впливають на нього. Недоліком математичного моделювання є висока складність вироблених розрахунків та їхня чисельність.

Можливі два варіанти моделювання транспортних потоків міста: на основі сформованих потоків і на основі матриці кореспонденції. При обох методах моделювання транспортних потоків потрібна модель мережі, що представляє собою сукупність вузлів і ланок транспортної мережі. Для методу моделювання на основі сформованих потоків потрібна в якості вихідних даних існуюча інтенсивність на всіх ділянках транспортної мережі, що може бути отримана методом моментних спостережень, аерофотозніманням або суцільним обстеженням. Недоліком моделювання на основі сформованих потоків є те, що цей метод не враховує природи зародження й поглинання потоків і вимагає суцільного обстеження транспортної мережі міста.

Найбільш розповсюдженими є підходи, що засновані на мікрорайонуванні регіону, що досліджується [43, 56, 59, 64, 71, 116]. Цей принцип використовується при вивченні пересувань пасажирів [72, 84, 116], руху транспортних потоків [46, 50, 117], транспортних зв'язків між економічними районами [29, 35, 98], плануванні маршрутів перевезень [34, 36, 39] та т. ін.

Головною перевагою цього підходу є його здатність значно зменшувати розмірність задачі і, відповідно, зменшувати трудомісткість розрахунків і досліджень у порівнянні з іншими підходами. Однак, принципи мікрорайонування, що рекомендовані і використовуються, не виключають, і, навіть вимагають застосування суб'єктивного фактора, тому що науково обгрунтовані рекомендації (використання фізичних перешкод для вільного пересування транспортних засобів в якості границь мікрорайонів, обмеження площі мікрорайону на рівні 0,5–1,5 км<sup>2</sup>) не повністю регламентують процес створення мікрорайонів і припускають множинну варіантів мікрорайонування.

Окрім того, внаслідок представлення в моделях достатньо великих районів у вигляді одного транспортного пункту або вузла (тобто – замість геометричної фігури певної площини використовується точка) знижується точність моделі і подальше зниження точності моделювання.

У той же час, якщо порівнювати різні підходи до визначення потокостворюючих і потокопоглинаючих вузлів із зазначеною метою моделювання (див. розділ 2), а саме – доведення трудомісткості дослідження до практично допустимих меж, то мікрорайонування є кращим підходом, що відповідає даній вимозі.

Оскільки метою моделювання в даній роботі не є відтворення шляху прямування окремої транспортної одиниці або кванта транспортного потоку, остільки не потрібне відтворення матриці кореспонденцій. Головною метою моделювання є визначення завантаження ділянок транспортної мережі, знання чого дасть можливість визначити потенційне завантаження АГНКС.

Тому в роботі обраний саме підхід, що припускає моделювання транспортних потоків на основі сформованих потоків з подальшою апроксимацією вихідних даних на вузли і пункти транспортної мережі. Згадані вузли і пункти формуються шляхом мікрорайонування території міста.

З урахуванням тієї властивості методу сформованих потоків, що він відображає транспортні потоки на існуючий вулично-дорожній мережі, в якості центрів тяжіння мікрорайонів мають бути обрані перехрестя вулично-дорожньої мережі. Однак, ця додаткова умова щодо мікрорайонування не повною мірою відображає необхідність неформального розгляду результатів мікрорайонування. Саме тому при формуванні потокоутворюючих і потокопоглинаючих пунктів до роботи залучалися експерти – працівники ДАІ та служб дорожнього надзору для остаточного вирішення питання.

Загалом вивчені думки двадцяти експертів, які оцінили завантаження ділянок вулично-дорожньої мережі м. Дніпро в кількості сорока п'яти перехресть, що на 50% більше потрібної кількості. Перелік перехресть, що відзначені експертами, разом з їхніми рангами, наведені в таблиці 3.4.

Узгодженість думки експертів визначалась за значенням коефіцієнта конкордації, який визначається за формулою [112]

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (3.4)$$

де  $S$  – сума квадратів відхилень сум рангів по рядкам від їхнього загального середнього, од.;

$m$  – кількість експертів, од.;

$n$  – кількість перехресть, од.

Сума квадратів відхилень сум рангів по рядкам від їхнього загального середнього визначається за формулою [112]



$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}}{n} \right)^2, \quad (3.5)$$

де  $r_{ij}$  – ранг  $i$ -го перехрестя, призначений йому  $j$ -им експертом.

Використовуючи наведені в таблиці 3.4 суми рангів по рядкам можна визначити суму квадратів відхилень сум рангів по рядкам від їхнього загального середнього, яка в даному випадку дорівнює 2767112. Тоді коефіцієнт конкордації буде дорівнювати

$$W = \frac{12 \cdot 276711}{20^2 \cdot (45^3 - 45)} = 0,911.$$

Таке велике значення коефіцієнта конкордації (більше 0,8) вказує на високу узгодженість думок експертів [112] щодо ємності вузлів вулично-дорожньої мережі по відправленню і прийому автомобілів. Таким чином можна використовувати оцінки експертів для визначення пунктів спостережень.

Для вирішення цієї задачі всі перехрестя були відсортовані по збільшенню суми рангів (див. табл. 3.5) і в якості пунктів спостереження обрані перші тридцять перехресть.

Визначення чисельних значень ємностей відібраних вузлів по прийому і відправленню автомобілів визначалося шляхом натурних спостережень за наступною методикою. По-перше, для кожного вузла визначалася схема перехрестя та розраховувалася кількість спостерігачів на них з визначенням напрямків руху, за якими провадилось стеження з кожного поста спостереження. По-друге, для кожного перехрестя визначені дата і час проведення спостереження (див. табл. 3.6). По-третє, всім спостерігачам були роздані картки спостережень (заповнені картки наведені в додатку А). У цих картках спостерігачі відмічали на протязі однієї астрономічної години кількість автомобілів за типами, що перетинають перехрестя і напрями, в яких вони слідуєть.

Таблиця 3.4

## Ранжування перехресть вулично-дорожньої мережі м Дніпро

Перехрестя	Експерт																				Сума	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17	19	20		
вул. 20-річч. Перемоги – вул. Електрична	22	23	26	24	22	23	36	24	35	16	26	24	22	23	25	24	28	23	25	24	495	1225
вул. 20-річч. Перемоги – вул. Космонавтів	30	24	23	25	30	24	22	25	30	24	23	25	30	24	18	39	26	24	29	25	520	3600
вул. Байкальська – пр. Слобожанський	4	7	5	7	3	7	5	12	3	7	5	7	4	7	1	7	4	1	6	7	109	123201
вул. Любарського–пр. Слобожанський	10	1	11	1	2	6	1	1	2	2	6	2	3	1	5	1	3	4	2	2	66	155236
пр. Мануйлівський – вул. Каруни	12	15	12	13	12	15	12	13	12	15	12	13	12	15	12	13	12	15	12	10	257	41209
пр. Богдана Хмельницького– Запорізьке шосе	31	34	42	40	32	38	31	40	25	42	36	34	32	32	38	32	29	34	41	33	696	55696
вул. Журналістів – вул. Дніпросталівська	8	18	16	17	8	18	16	6	8	18	16	16	8	18	16	17	8	18	16	17	283	31329
вул. Євгена Маланюка – вул. Космонавта Волкова	20	30	29	41	31	32	23	27	27	28	33	41	26	30	29	25	44	26	39	30	611	22801
вул. Євгена Маланюка – вул. Електрична	28	29	33	30	28	17	41	26	28	29	30	30	28	29	30	26	22	29	22	26	561	10201
вул. Каруни – вул. Луговська	26	42	41	26	45	45	29	21	44	38	29	29	31	36	40	44	39	39	26	34	704	59536
вул. Київська – вул. Криворізька	43	44	43	36	27	43	34	44	41	35	40	44	43	39	33	42	31	43	33	42	780	102400
вул. Космічна - Запорізьке шосе	13	9	8	11	13	9	8	11	13	9	8	11	13	9	8	11	13	10	8	12	207	64009
вул. Космічна – Набережна Перемоги	6	4	9	3	6	4	4	5	6	3	4	12	6	5	3	5	6	7	9	11	118	116964
вул. Святогорська – вул. Рошинська	24	22	18	19	24	21	18	19	24	22	18	19	21	21	22	19	21	21	18	19	410	2500
вул. Олександра Оцула – вул. Дніпросталівська	17	17	19	20	18	29	28	10	23	17	19	17	18	17	19	20	18	17	19	20	382	6084
вул. Бориса Кротова – пр. Б. Хмельницького	7	6	7	6	7	2	7	17	7	1	7	6	7	6	7	12	7	6	7	6	138	103684
вул. Маліновського – АЗС	19	16	21	18	29	16	21	18	19	23	21	18	19	16	21	18	19	16	21	18	387	5329
вул. Маліновського – пр. Слобожанський	3	5	2	4	1	3	6	4	11	5	1	1	5	3	6	3	1	5	1	3	73	149769
вул. Моторна – вул. Передова	33	37	28	44	19	37	19	29	26	27	28	26	27	27	28	29	30	27	32	29	582	14884
вул. Осіння – пр. Слобожанський	2	2	6	2	4	1	2	7	1	10	2	5	1	2	2	2	2	2	3	1	59	160801
вул. Паніахи – вул. Героїв Сталінграда	15	12	15	10	15	12	15	20	15	12	15	10	15	12	15	10	15	12	15	13	273	34969
вул. Паніахи – Запорізьке шосе	18	19	17	16	25	19	17	16	18	19	17	20	17	19	17	16	17	19	17	14	357	10609
вул. Передова – Київська траса	21	21	20	23	21	20	24	23	21	21	20	23	24	20	24	21	24	20	24	21	436	576
вул. В. Сухомлинського – пр. Слобожанський	14	13	14	15	14	13	14	15	17	13	14	15	14	13	14	15	14	13	14	15	283	31329

Закінчення табл. 3.4

Донецьке шосе – вул. Березинська	9	10	3	8	9	10	9	9	8	9	8	9	8	9	10	9	8	9	8	9	10	8	172	82944
Донецьке шосе – вул. Передова	38	27	36	42	39	31	35	33	42	25	31	39	37	31	39	45	32	42	42	41	727	71289		
Заводська набережна – вул. Княгині Ольги	1	8	1	9	10	8	11	9	10	11	11	9	2	8	11	9	10	8	11	9	166	86436		
Заводська набережна – вул. Академіка Павлова	16	11	10	12	16	11	10	2	16	6	10	4	16	11	10	6	16	11	4	5	203	66049		
Кайдакський міст – Січеславська набережна	5	3	4	5	5	5	3	3	4	4	3	3	10	4	4	4	5	3	5	4	86	139876		
Січеславська набережна – вул. Метробудівська	29	28	27	27	26	28	33	35	29	31	27	27	39	28	23	27	27	28	23	27	569	11881		
Січеславська набережна – вул. Андрія Фабра	37	41	37	45	38	30	30	42	22	44	39	31	40	37	31	41	34	44	43	43	749	83521		
Південний міст – вул. Гаванська	25	26	25	28	17	26	25	22	31	26	35	28	25	25	27	28	25	25	27	28	524	4096		
пр. Мануйлівський – вул. Луговського	36	45	44	29	44	41	40	45	40	33	41	45	36	41	45	30	43	45	30	32	785	105625		
пр. Гагаріна – пр. Д. Яворницького	35	35	40	31	34	44	45	38	32	37	37	42	35	35	35	35	33	41	36	37	737	76729		
пр. Олександра Поля – пр. Пилипа Орлика	32	38	34	37	37	35	32	34	36	39	25	40	34	34	42	43	38	38	45	38	731	73441		
пр. Олександра Поля – вул. Титова	44	36	45	43	43	39	39	31	34	45	32	36	29	38	37	31	42	32	44	40	760	90000		
пр. Металургів – вул. Криворізька	23	25	24	21	23	25	26	28	14	30	24	21	23	26	26	23	23	30	28	23	486	676		
пр. Івана Мазепи – вул. Павлова	11	14	13	14	11	14	13	14	5	14	13	14	11	14	13	14	11	14	13	16	256	41616		
пр. Пушкіна – пр. Олександра Поля	39	32	38	32	42	40	43	32	39	43	42	35	44	45	41	33	41	40	31	44	776	99856		
пр. Пушкіна – вул. Робоча	41	33	32	38	35	33	42	41	33	41	38	32	38	42	32	34	35	35	34	36	725	70225		
Самарський міст – вул. Томська	27	20	22	22	20	22	20	30	20	20	22	22	20	22	20	22	20	22	20	22	435	625		
вул. Київська – вул. Горна	40	43	35	35	33	27	44	36	38	40	43	33	42	40	36	37	40	31	37	31	741	78961		
вул. Криворізька – вул. Робоча	42	31	30	39	36	36	38	39	37	36	34	43	41	33	34	38	37	37	35	39	735	75625		
вул. Передова – вул. Вітчизняна	45	40	39	34	40	42	37	43	45	32	45	38	45	44	44	40	36	36	40	35	800	115600		
вул. Святослава Храброго – вул. М.Грушевського	34	39	31	33	41	34	27	37	43	34	44	37	33	43	43	36	45	33	38	45	750	84100		
Сума	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	1035	2070	2767112		

Таблиця 3.5

Упорядковані по збільшенню суми рангів перехрестя вулично-дорожньої мережі м. Дніпро

Номер перехрестя	Перехрестя	Сума рангів
1	вул. Осіння – пр. Слобожанський	59
2	вул. Любарського – пр. Слобожанський	66
3	вул. Маліновського – пр. Слобожанський	73
4	Кайдакський міст – Січеславська набережна	86
5	вул. Байкальська – пр. Слобожанський	109
6	вул. Космічна – набережна Перемоги	118
7	вул. Бориса Кротова – пр. Богдана Хмельницького	138
8	Заводська набережна – вул. Княгині Ольги	166
9	Донецьке шосе – вул. Березинська	172
10	Заводська набережна – вул. Павлова	203
11	вул. Космічна – Запорізьке шосе	207
12	пр. Івана Мазепи – вул. Павлова	256
13	пр. Мануйлівський – вул. Каруни	257
14	вул. Панікахи – пр. Богдана Хмельницького	273
15	вул. Журналістів – вул. Дніпросталівська	283
16	вул. Василя Сухомлинського – пр. Слобожанський	283
17	вул. Панікахи – Запорізьке шосе	357
18	вул. Крилова – вул. Дніпросталівська	382
19	вул. Маліновського – АЗС	387
20	вул. Святогорська – вул. Рошинська	410
21	Самарський міст – вул. Томська	435
22	вул. Передова – Київська траса	436
23	пр. Металургів – вул. Криворізька	486
24	вул. 20-річ. Перемоги – вул. Електрична	495
25	вул. 20-річ. Перемоги – вул. Космонавтів	520
26	Південний міст – вул. Гаванська	524
27	вул. Євгена Маланюка – вул. Електрична	561
28	Січеславська набережна – вул. Метробудівська	569
29	вул. Моторна – вул. Передова	582
30	вул. Євгена Маланюка – вул. Космонавта Волкова	611

Отримані значення інтенсивностей руху приводились до умовного легкового автомобіля за формулою (3.2) і даними таблиці 3.3. Значення інтенсивностей руху у приведених одиницях разом зі значеннями інтенсивностей руху у фізичних одиницях по типах автомобілів наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Розклад спостережень інтенсивностей автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі м. Дніпро

Перехрестя	Дата проведення обстеження	Час проведення обстеження
вул. Передова – Київська траса	16.12.04	13:00
вул. Моторна – вул. Передова	16.12.04	12:00
Донецьке шосе – вул. Березинська	16.12.04	15:00
Січеславська набережна – вул. Метробудівська	16.12.04	15:00
Заводська набережна – вул. Княгині Ольги	16.12.04	13:00
вул. Маліновського – АЗС	18.12.04	11:00
вул. Маліновського – пр. Слобожанський	17.12.04	9:00
вул. Любарського – пр. Слобожанський	17.12.04	10:00
вул. В. Сухомлинського – пр. Слобожанський	17.12.04	15:00
вул. Байкальська – пр. Слобожанський	17.12.04	13:00
Південний міст – вул. Гаванська	17.12.04	15:00
вул. 20-річ. Перемоги – вул. Електрична	17.12.04	11:00
вул. 20-річ. Перемоги – вул. Космонавтів	17.12.04	9:00
вул. Євгена Маланюка – вул. Космонавта Волкова	17.12.04	14:00
вул. Євгена Маланюка – вул. Електрична	17.12.04	12:00
Самарський міст – вул. Томська	18.12.04	8:00
вул. Святогорська – вул. Рошинська	18.12.04	10:00
вул. Журналістів – вул. Дніпросталівська	18.12.04	9:00
вул. Крилова – вул. Дніпросталівська	18.12.04	8:00
просп. Мануйлівський – вул. Каруни	18.12.04	11:00
вул. Осіння – пр. Слобожанський	17.12.04	12:00
вул. Космічна – Запорізьке шосе	18.12.04	8:00
вул. Панікахи – пр. Богдана Хмельницького	18.12.04	11:00
вул. Б. Кротова – пр. Богдана Хмельницького	18.12.04	12:00
вул. Панікахи – Запорізьке шосе	18.12.04	9:00
вул. Космічна – набережна Перемоги	18.12.04	11:00
Заводська набережна – вул. Павлова	16.12.04	13:00
пр. Івана Мазепи – вул. Павлова	16.12.04	14:00
пр. Металургів – вул. Криворізька	18.12.04	12:00
Кайдакський міст – Січеславська набережна	16.12.04	17:00

### 3.3 Моделювання автомобілепотоків у м. Дніпро

Моделювання автомобілепотоків у містах здійснюється з застосуванням математичних моделей (2.1) – (2.20) у послідовності етапів, що відображені на узагальненій блок-схемі 3.5 за допомогою спеціально розробленої комп'ютерної програми, листинг якої наведений у додатку Б. Мова програму-

вання, що використана для розробки програми – Delphi 7.0, вимоги до комп'ютера: процесор – P-IV; пам'ять – 512 МВ; відеокарта – 32 МВ. Час виконання одного розрахунку на неорієнтованому графі мережі з 30 вузлами, 180 пунктами і 580 дугами дорівнює півтори години машинного часу. Модель вулично-дорожньої мережі м. Дніпро наведена на рис. 3.6.

Моделювання відбувається в наступній послідовності.

На першому етапі здійснюється ввід вихідних даних до яких відносяться:

- кількість потокостворюючих і потокопоглинаючих пунктів, а також кількість транзитних пунктів вулично-дорожньої мережі;
- множина номерів потокостворюючих і потокопоглинаючих пунктів (ці множини можуть перетинатися) і множина номерів транзитних пунктів (ця множина не може перетинатись із попередніми множинами);
- кількість дуг, що виходять з кожного пункту вулично-дорожньої мережі, перелік пунктів, з якими з'єднується поточний пункт і довжина відповідної ланки;
- склад транспортного потоку в кожному вузлі і їхній розподіл за напрямками руху;
- середня швидкість транспортних потоків.

На другому етапі формується матриця кореспонденцій з використанням математичних моделей (2.16)-(2.22). При цьому потрібний результат отримується за дві ітерації. Отримана на першій ітерації матриця кореспонденцій не є збалансованою, тому за даними матриці за формулою (2.20) розраховуються корегувальні коефіцієнти, значення яких використовуються на другий ітерації.

На наступному етапі розраховується матриця найкоротших відстаней між усіма вузлами і пунктами дорожньої мережі. Для цього використовується алгоритм нещільного сортування, що запропонований Е. Дійкстроєм та Дж. Минті [113, 114]. У результаті формуються дві матриці – саме матриця найкоротших відстаней і матриця передостанніх пунктів шляху. Остання матриця дозволяє відстежити маршрут по найкоротшому шляху для кожної кореспонденції.

Далі за формулами (2.3)-(2.12) розраховується навантаження кожної ланки вулично-дорожньої мережі, що складається з окремого навантаження від кожної кореспонденції на ланку вулично-дорожньої мережі, що входить до найкоротшого шляху даної кореспонденції.

На наступному етапі розраховується значення функціоналу (2.9), що у фізичному розумінні представляє собою ентропію транспортного потоку, через усі його складові. Потім визначається ланка вулично-дорожньої мережі, на якій порушуються обмеження (2.10)-(2.14).

На цій ланці визначається складова, що має максимальне значення, його джерело (тобто кореспонденція на конкретному шляху пересування) і для цієї кореспонденції забороняється пересування по найкоротшій ланці її шляху. Знов перевіряється виконання обмежень (2.10)-(2.14) і якщо вони виконуються, то запам'ятовується цей варіант розв'язку. Таким чином переглядаються всі ланки, на яких порушуються вказані обмеження і серед усіх варіантів обирається той, що призводить до найменшого збільшення величини функціонала (2.9).

Далі корегуються матриці найкоротших відстаней і передостанніх пунктів шляхів з урахуванням заборонених ланок вулично-дорожньої мережі, що були зроблені на попередньому етапі.

На останньому розрахунковому етапі шляхом додавання окремих кореспонденцій визначається сумарне навантаження кожної ланки вулично-дорожньої мережі.



Рисунок 3.5 – Узагальнена блок-схема алгоритму



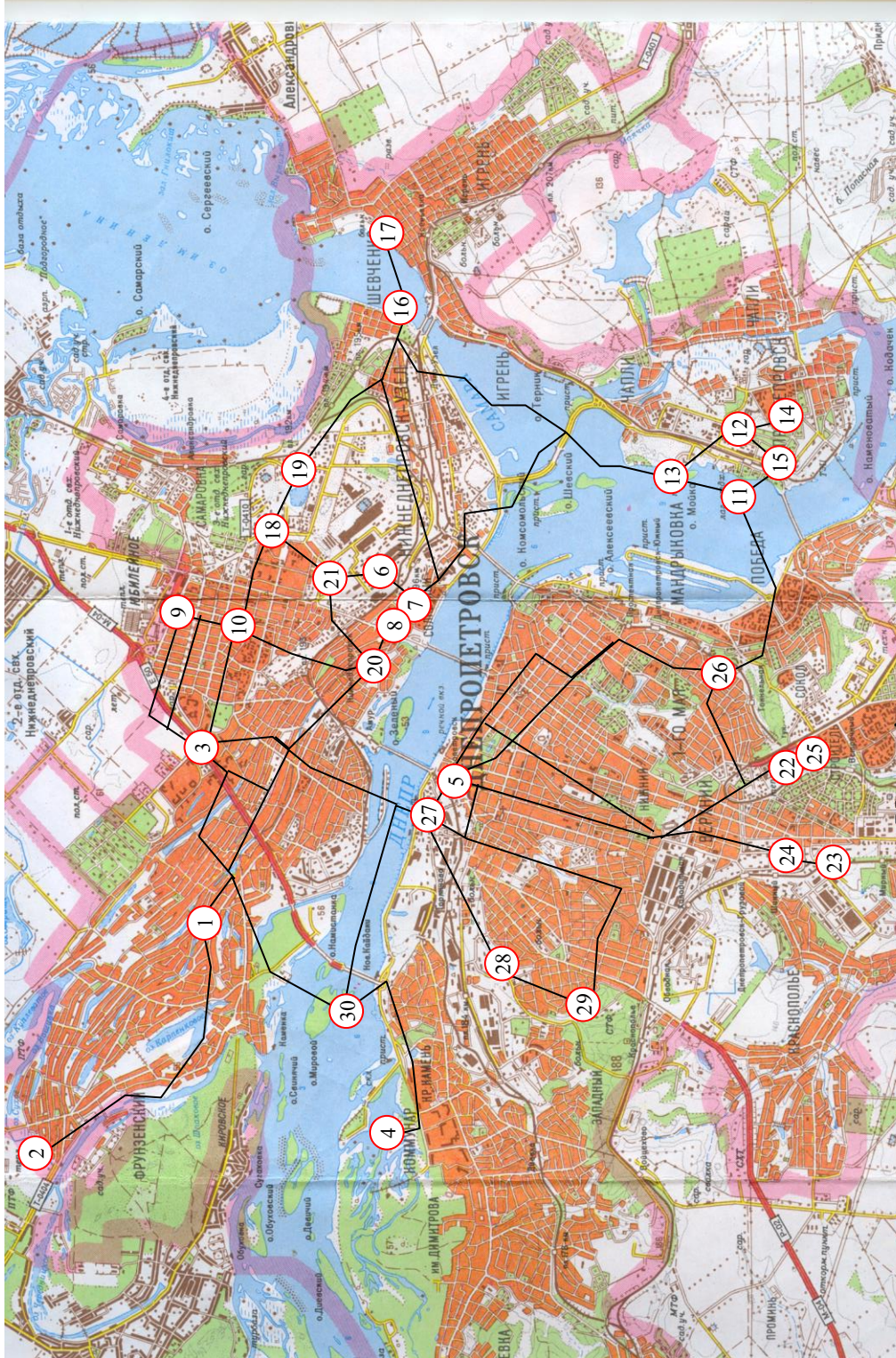


Рисунок 3.6 – Модель вулично-дорожньої мережі м. Дніпро



Таблиця 3.7

Значення інтенсивностей руху на перехрестях, авт/тиждень

Код перехрестя	Перетинання	Приведені автомобілі	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі	Автобуси	Мікроавтобуси
1	2	3	4	5	6	7
1	вул. Передова – Київська траса	1935	6075	2402	63	818
2	вул. Моторна – вул. Передова	394	1153	420	0	420
3	Донецьке шосе – вул. Березинська	6212	21932	5902	1721	4918
4	Січеславська набережна – вул. Метробудівська	973	4237	458	503	1464
5	Заводська набережна – вул. Княгині Ольги	6097	27508	5462	1040	3712
6	вул. Маліновського – АЗС	3287	17029	2505	235	2603
7	вул. Маліновського – пр. Слобожанський	9418	62440	3170	2180	10805
8	вул. Любарського – пр. Слобожанський	16518	85991	12122	3013	12109
9	вул. В.Сухомлинського – пр. Слобожанський	5289	23729	4414	936	4173
10	вул. Байкальська – пр. Слобожанський	7143	31318	5977	1102	6128
11	Південний міст – вул. Гаванська	909	3702	1087	13	121
12	вул. 20-річчя Перемоги – вул. Електрична	1142	3904	930	129	1630
13	вул. 20-річчя Перемоги – вул. Космонавтів	1131	4626	851	80	1515
14	вул. Євгена Маланюка – вул. Волкова	355	1575	390	14	72
15	вул. Євгена Маланюка – вул. Електрична	568	2230	678	30	90

Закінчення табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7
16	Самарський міст – вул. Томська	2091	10940	1573	107	1716
17	вул. Красногорская – вул. Рошинська	2289	10889	2025	109	1532
18	вул. Журналістів - вул. Дніпросталівська	3931	18887	3462	272	2483
19	вул. Крилова – вул. Дніпросталівська	2436	12916	1632	106	2519
20	пр. Мануйлівський – вул. Каруни	4894	19461	3627	1404	5733
21	вул. Осіння – пр.. Слобожанський	12149	52230	9942	2925	10331
22	вул. Космічна – Запорізьке шосе	5873	23384	3814	2235	7771
23	вул. Панікахи – пр. Б. Хмельницького	5481	23264	5051	429	4212
24	вул.Бориса Кротова – пр. Б. Хмельницького	6609	28173	5754	1110	5302
25	вул. Панікахи – Запорізьке шосе	2589	13902	1939	290	1794
26	вул. Космічна – Набережна Перемоги	9158	46683	7477	959	5833
27	Заводська набережна – вул. Павлова	5895	22778	5660	1220	4050
28	пр. Івана Мазепи – вул. Павлова	4780	16660	4828	2617	1551
29	пр. Металургів – вул. Криворізька	1791	9555	925	1212	1295
30	Кайдакський міст – Січеславська набережна	10084	42065	9948	2131	4645

У такий спосіб визначені навантаження кожної ланки вулично-дорожньої мережі частини території м. Дніпро, що розглядалася. Дана модель перевірена на адекватність шляхом порівняння розрахункових значень навантаження ланок вулично-дорожньої мережі та значень навантаження, що були отримані під час натурних спостережень, які проводилися в той же час, що і вимірювання інтенсивностей руху на перехрестях. Дані порівняння наведені в четвертому розділі даної роботи. Проведені відповідно до описаної методики розрахунки можуть бути виконаними для транспортної системи будь-якого міста. В даній роботі для м. Дніпро визначені найбільш перспективні пункти будівництва АГНКС. При цьому серед п'яти найбільш привабливих місць будівництва АГНКС два були визначені не за результатами обстеження, а за результатами моделювання автомобілепотоків.

### 3.4 Вибір варіанта раціонального розташування АГНКС в містах.

Ефективність функціонування транспортної системи міста обумовлюється, в тому числі, ефективним і злагодженим функціонуванням окремих її елементів, зокрема – транспортної інфраструктури, до якої відноситься мережа АГНКС. Мета її функціонування як елемента більш складної системи виникає внаслідок декомпозиції цілей першої. Відносно до мережі АГНКС згадана декомпозиція вимагає оптимізації завантаження АГНКС, їхньої дислокації і економічної ефективності функціонування. Вказані задачі вирішуються на основі закономірностей розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міста.

### 3.5 Висновки

1. Характеристики транспортних потоків м. Дніпро в частині попиту на автомобільне пальне з високим ступенем узгодженості підпорядковуються нормальному закону розподілу.

2. Питома вага заправок у фізичних одиницях розподіляється серед різних типів транспортних засобів наступним чином: легкові автомобілі – 25,2%, вантажні автомобілі – 30,7%, автобуси – 19,2%, мікроавтобуси – 14,9%.

3. Для формування потокостворюючих і потокопоглинаючих вузлів підходом, що найбільше відповідає меті і задачам дослідження є мікрорайонування. При цьому в якості центрів тяжіння мають використовуватись перехрестя вулично-дорожньої мережі.

4. При визначенні потокостворюючих і потокопоглинаючих вузлів має бути застосований метод експертних оцінок, оскільки формальні процедури мікрорайонування не є достатніми для остаточного вирішення задачі.

5. За думкою експертів, що є узгодженою на 82%, в м. Дніпро існує тридцять перехресть, які мають бути прийнятими в якості потокостворюючих і потокопоглинаючих вузлів. Решта перехресть має розглядатися в якості транзитних пунктів.

## РОЗДІЛ 4

### ВИБІР ВАРІАНТА РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ АГНКС В МІСТАХ

Ефективність функціонування транспортної системи міста обумовлюється, в тому числі, ефективним і злагодженим функціонуванням окремих її елементів, зокрема – транспортної інфраструктури, до якої відноситься мережа АГНКС. Мета її функціонування як елемента більш складної системи виникає внаслідок декомпозиції цілей першої. Відносно до мережі АГНКС згадана декомпозиція вимагає оптимізації завантаження АГНКС, їхньої дислокації і економічної ефективності функціонування. Вказані задачі вирішуються на основі закономірностей розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міста.

#### 4.1 Аналіз результатів моделювання автомобілепотоків у містах

Перевагою обраної методики моделювання функціонування транспортної системи міста є можливість врахування нерівномірності транспортних потоків в часі в результаті їхнього поступового переміщення по вулично-дорожній мережі та затримок в транспортних вузлах.

Однак особливістю даної методики є те, що в початковий час моделювання всі транспортні засоби вважаються зосередженими в потокостворюючих пунктах і жодного транспортного засобу немає в транзитних пунктах і на ланках вулично-дорожньої мережі.

Першими досягають номінального навантаження (сумарна годинна інтенсивність автомобілепотоків на всіх входах транспортного пункту) центральні потокостворюючі та потокопоглинаючі пункти внаслідок наявності в них початкового (на момент начала моделювання) автомобілепотоків та тому факту, що автомобілепотоків, що слідкують до них і повз них швидше досягають їх. Тому граничний час моделювання визначається характером навантаження периферійних транзитних транспортних вузлів.

Цей показник є важливим для вирішення задач, пов'язаних з моделювання транспортної системи міста в інтерактивному режимі. Тому в роботі проведена оцінка цього показника по наступній методиці.

По-перше, визначається номінальне навантаження кожного транспортного пункту шляхом розрахунку середнього значення цього показника за період з двадцять п'ятої по сорок восьму годину модельного часу.

По-друге, при повторному моделюванні для кожного транспортного пункту кожні п'ять хвилин модельного часу фіксується його поточний рівень навантаження відносно до номінального навантаження у відсотках.

Результати такого порівняння наведені на рисунку 4.1 для транспортних пунктів, що дислокуються на різних відстанях від геометричного центру моделі вулично-дорожньої мережі – від 1,5 до 6,2 км.

Як видно з рисунку 4.1 зростання навантаження транспортних вузлів не є рівномірним внаслідок врахування затримок транспортних засобів у транспортних вузлах і пунктах моделями (2.9) – (2.15), які змінюються в часі випадково. При цьому на найбільш віддаленому транспортному пункті навантаження сягає номінального значення на 30 хвилині модельного часу, а на найближчому – на 20 хвилині. В залежності від тактової частоти процесора комп'ютера та складності моделі вулично-дорожньої мережі на це потребується від одної до трьох секунд реального астрономічного часу.

Окрім того, в роботі проведено порівняння точності запропонованої методики із звійною гравітаційною моделлю. Як база порівняння використані дані натурних спостережень (див. табл. 3.7). Порівняння проводилось по кожному транспортному пункті по легковим автомобілям. Результати порівняння наведені в таблиці 4.1.

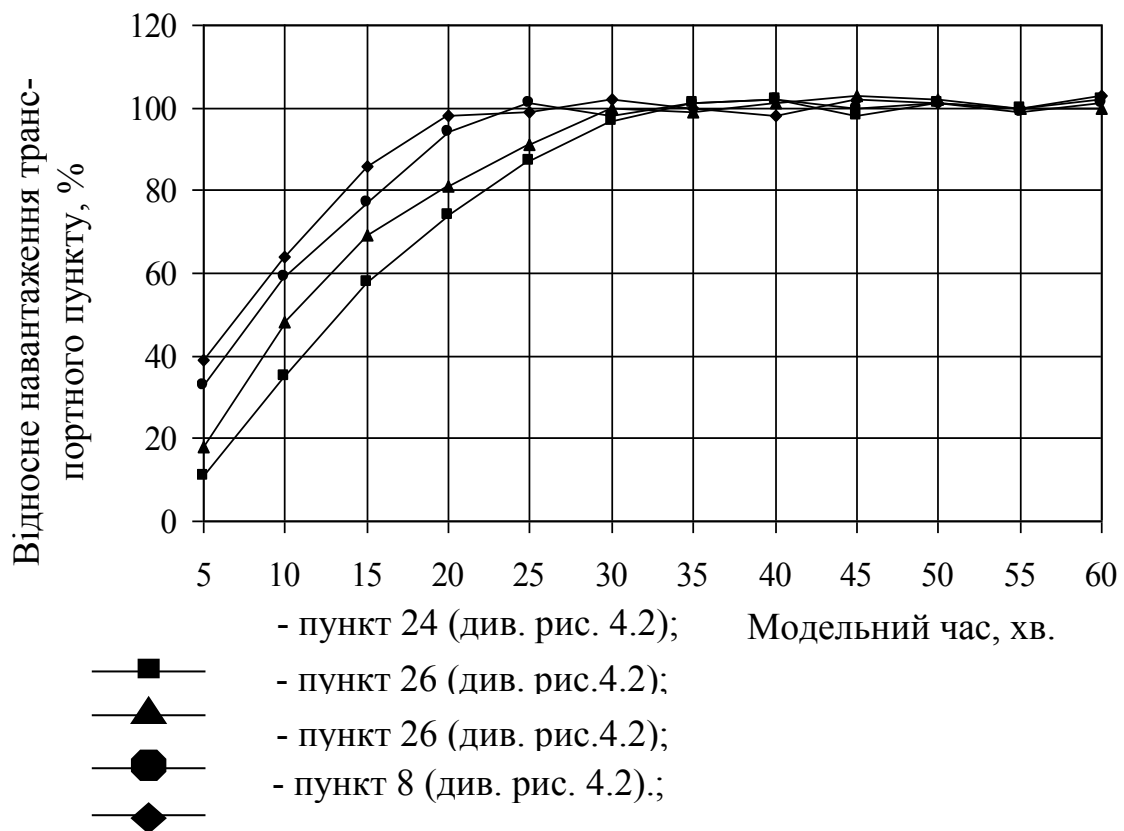


Рисунок 4.1 – Зміна рівня навантаження транспортного вузла в залежності від модельного часу і відстані транспортного пункту від геометричного центру моделі вулично-дорожньої мережі

Як слідує з наведених даних запропонована модель розподілу транспортних потоків в цілому є більш точною ніж гравітаційна модель. По результатами порівняння можна зробити висновок, що внаслідок затримок транспортного потоку він розподіляється навколо перехресть і ланок вулично-дорожньої мережі, що є джерелом затримок. Наявність достатньо великих розбіжностей результа-

тів моделювання від даних натурних спостережень пояснюється в тому числі тим, що запропонована модель не враховує присутність в транспортному потоці маршрутних транспортних засобів, які не можуть відхилитись від маршруту.

Таблиця 4.1

Сумарна інтенсивність руху по транспортним пунктам, легк.авт./тиждень

Транспортний пункт	Дані натурних спостережень	Гравітаційна модель		Запропонована модель	
		од.	відхилення, %	од.	відхилення, %
1	2	3	4	5	6
вул. Передова – Київська траса	6075	5216	-8,6	5894	-1,8
вул. Моторна – вул. Передова	1153	1359	2,1	1198	0,5
Донецьке шосе – вул. Березинська	21932	23007	10,8	22407	4,8
Набережна Леніна – вул. Метробудівська	4237	3128	-11,1	4356	1,2
Заводська набережна – вул. Княгині Ольги	27508	26812	-7,0	28008	5,0
вул. Маліновського – АЗС	17029	16223	-8,1	16970	-0,6
вул. Маліновського – пр. Слобожанський	62440	64091	16,5	62005	-4,3
вул. Любарського – пр. Слобожанський	85991	87363	13,7	86301	3,1
вул. В.Сухомлинського – пр. Слобожанський	23729	22070	-16,6	24219	4,9
вул. Байкальська – пр. Слобожанський	31318	31451	1,3	31055	-2,6
Південний міст – вул. Гаванська	3702	3842	1,4	3912	2,1
вул. 20-річчя Перемоги – вул. Електрична	3904	3854	-0,5	4722	8,2
вул. 20-річчя Перемоги – вул. Космонавтів	4626	4513	-1,1	4512	-1,1
вул. Є. Маланюка – вул. Космонавта Волкова	1575	1437	-1,4	934	-6,4
вул. Є. Маланюка – вул. Електрична	2230	2100	-1,3	2917	6,9
Самарський міст – вул. Томська	10940	9185	-17,6	11010	0,7
вул. Святогорська – вул. Рошинська	10889	9754	-11,4	10714	-1,8
вул. Журналістів – вул. Дніпросталівська	18887	19668	7,8	18603	-2,8
вул. О. Оцупа – вул. Дніпросталівська	12916	14033	11,2	13125	2,1

Закінчення табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
пр. Мануйлівський – вул. Каруни	19461	18434	-10,3	19045	-4,2
вул. Осіння – пр. Слобожанський	52230	54463	22,3	52516	2,9
вул. Космічна – Запорізьке шосе	23384	22879	-5,0	23913	5,3
вул. Панікахи – пр. Б. Хмельницького	23264	23905	6,4	23561	3,0
вул. Б. Кротова – пр. Б. Хмельницького	28173	30156	19,8	28344	1,7
вул. Панікахи – Запорізьке шосе	13902	15607	17,0	13702	-2,0
вул. Космічна - Набережна Перемоги	46683	43089	-35,9	46983	3,0
Заводська набережна - вул. Павлова	22778	21867	-9,1	22953	1,7
пр. І. Мазепи – вул. Павлова	16660	15990	-6,7	17039	3,8
пр. Металургів – вул. Криворізька	9555	9403	-1,5	10724	11,7
Кайдакський міст - Січеславська Набережна	42065	43667	16,0	41739	-3,3

Як слідкує з наведених даних сумарне відхилення розрахункових даних від реальних не перебільшує 7%. Відхилення до 12%, що спостерігається на окремих ланках вулично-дорожньої мережі пояснюється малими абсолютними значеннями навантаження. При цьому на вказаних ланках розрахункове навантаження не перевищує 50 автомобілів за годину, що є занадто малою величиною для задачі, що розглядається.

#### 4.2 Визначення перспективних пунктів будівництва АГНКС

Привабливість пункту дислокації АГНКС визначається, у першу чергу економічною ефективністю інвестиційного проекту будівництва АГНКС. Цей показник визначається, крім розміру інвестицій, доходами АГНКС, що залежать, у свою чергу, від величини попиту. Тому, на першому етапі привабливість пунктів дислокації АГНКС визначалася їхнім можливим завантаженням.

Величина завантаження АГНКС визначається виходячи з передумови, що воно (завантаження) буде пропорційним величині автомобілепотоків, що проходять через перехрестя в районі дислокації АГНКС.

Інтенсивність руху на перехресті в приведених одиницях ( $N_{прив}$ ) визначається по формулі (2.24). Значення інтенсивностей руху в приведених одиницях разом зі значеннями інтенсивностей руху у фізичних одиницях по типах автомобілів приведені в таблиці 3.7.

Привабливість потенційних пунктів дислокації АГНКС визначається шляхом ранжирування перехресть, на яких проведене обстеження за значенням інтенсивності руху в приведених одиницях – чим вище інтенсивність руху, тим вище привабливість і тем менше ранг (тобто підсумкове місце в списку) перехрестя.

Крім приведеної інтенсивності руху для ранжирування потенційних пунктів дислокації використані й інтенсивності руху у фізичних одиницях по кожному типу автомобілів окремо. Зроблено це через те, що прогнозувати реакцію власників автомобілів кожної групи на можливість використання метану як паливо після відкриття АГНКС неможливо. Приміром, для власників маршрутних таксі, як показують попередні розрахунки, перехід на використання метану як паливо замість бензину є дуже привабливим з економічної точки зору. Ледве менший вигравш очікує власників вантажних автомобілів, що працюють у міській рисі. Для власників же особистих легкових автомобілів перехід на метан є найменш вигідним. Тому АГНКС на перехресті з високою інтенсивністю руху і високою питомою часткою легкових автомобілів може виявитися менш привабливим для розміщення АГНКС, чим перехрестя з більш низькою інтенсивністю руху, але більш високою часткою в транспортному потоці мікроавтобусів.

Результати ранжирування перехресть приведені в таблиці 4.2. У цій таблиці з метою полегшення орієнтування ранги перехресть з першої десятки проставлені з лівого краю клітинки, а з третьої – із правого.

Як видно з даних таблиці 4.2 найбільш привабливими пунктами дислокації АГНКС є наступні:

1. (8) – вул. Любарського – Слобожанський просп.;
2. (21) – вул. Осіння – Слобожанський просп.;
3. (30) – Кайдакський міст – Січеславська Набережна;
4. (7) – вул. Маліновського – Слобожанський просп.;
5. (26) – вул. Космічна – Набережна Перемоги;
6. (10) – вул. Байкальська – Слобожанський просп.;
7. (24) – вул. Кротова – просп. Богдана Хмельницького;
8. (3) – Донецьке шосе – вул. Березинська;
9. (5) – Заводська набережна - вул. Княгині Ольги;
10. (27) – Заводська набережна - вул. Павлова.

На рисунку 4.2 приведені ці пункти в прив'язці до топологічної схеми м. Дніпро.

Однак, висновок про перспективність зазначених пунктів можливого будівництва АГНКС можна зробити тільки після оцінки ефективності інвестиційного проекту з урахуванням величини і питомої вартості земельних ділянок у різних районах м. Дніпро.



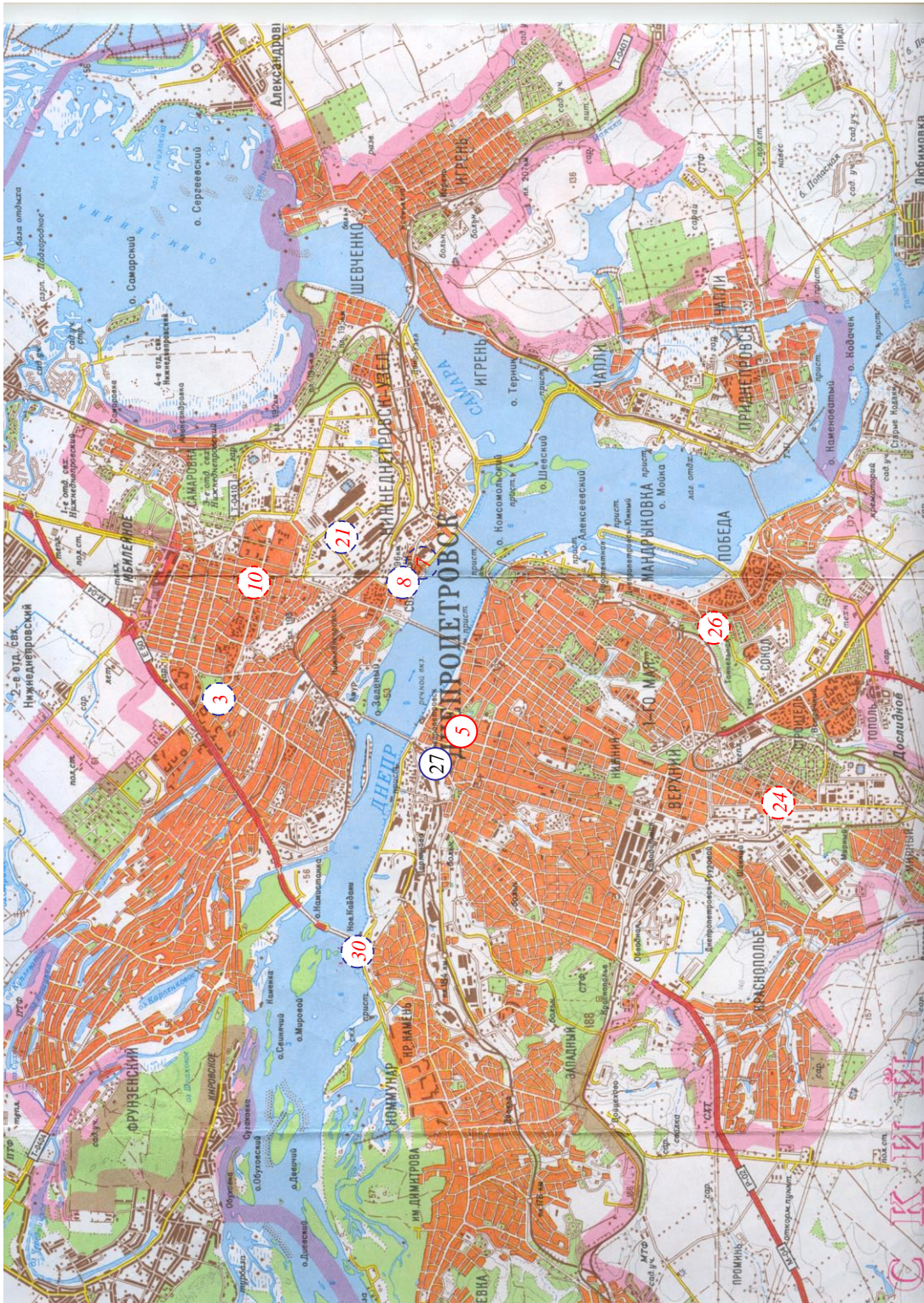
Таблиця 4.2

## Ранги перехресть у залежності від інтенсивностей руху по типах автомобілів

Код перехрестя	Перехрестя	Приведені автомобілі	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі	Автобуси	Мікроавтобуси
1	вул. Передова - Київська траса	22	23	18	26	26
2	вул. Могорна - вул. Передова	29	30	29	30	27
3	Донецьке шосе - вул. Березинська	8	13	6	7	9
4	Січеславська набережна – вул. Метробудівська	26	25	28	16	24
5	Заводська набережна - вул. Княгині Ольги	9	8	9	13	14
6	вул. Маліновського – АЗС	17	16	17	20	15
7	вул. Маліновського - Слобожанський просп.	4	2	16	5	2
8	вул. Любарського - Слобожанський просп.	1	1	1	1	1
9	вул. В. Сухомлинського - Слобожанський пр.	13	9	12	15	12
10	вул. Байкальська - Слобожанський просп.	6	6	5	12	5
11	Південний міст – вул. Гаванська	27	27	23	29	28
12	вул. 20-річчя Перемоги - вул. Електрична	24	26	24	21	20
13	вул. 20-річчя Перемоги - вул. Космонавтів	25	24	26	25	23
14	вул. Є. Маланюка - вул. Космонвта Волкова	30	29	30	28	30
15	вул. Євгена Маланюка - вул. Електрична	28	28	27	27	29
16	Самарський міст - вул. Томська	21	20	22	23	19
17	вул. Красногорська - вул. вул. Роцинська	20	21	19	22	22
18	вул. Журналістів - вул. Дніпросталівська	16	15	15	19	17
19	вул. О. Оцупа- вул. Дніпросталівська	19	19	21	24	16
20	пр. Мануйлівський - вул. Каруни	14	14	14	8	7

Продовження табл. 4.2

Код перехрестя	Перехрестя	Приведені автомобілі	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі	Автобуси	Мікроавтобуси
21	вул. Осіння - Слобожанський просп.	2	3	3	2	3
22	вул. Космічна - Запорізьке шосе	11	10	13	4	4
23	вул. Панікахи – пр. Богдана Хмельницького	12	11	10	17	11
24	вул. Кротова - пр. Богдана Хмельницького	7	7	7	11	8
25	вул. Панікахи - Запорізьке шосе	18	18	20	18	18
26	вул. Космічна - Набережна Перемоги	5	4	4	14	6
27	Заводська набережна - вул. Павлова	10	12	8	9	13
28	пр. Івана Мазепи - вул. Павлова	15	17	11	3	21
29	пр. Металургів - вул. Криворізька	23	22	25	10	25
30	Кайдацький міст – Січеславська набережна	3	5	2	6	10



3 - упорядкування по приведених автомобілях; 24 - незрозуміло заливання – по вантажних автомобілях;  
 22 - по легкових автомобілях; 29 - по автобусах; 24 - переривчаста лінія – по мікроавтобусах.

Рисунок 4.2 – Дислокація найбільш привабливих пунктів розміщення АГНКС

### 4.3 Розрахунок прогнозного завантаження АГНКС

Важливим параметром системи АГНКС міста є зручність їх розташування щодо користувачів їхніх послуг – автотранспортних засобів. В даній роботі висувається припущення, що зручність розташування АГНКС визначається найменшим відхиленням автотранспортних засобів, що прямують до АГНКС, від основного технологічного маршруту.

З урахуванням обмеженої кількості АГНКС та внаслідок постійної зміни складу транспортного потоку в кожний окремий період часу ця вимога буде виконуватись при розташуванні АГНКС в місцях найбільшої концентрації автомобілепотоку.

Однак, цей підхід не може бути ефективним, якщо мінімум збільшення пробігу автотранспортних засобів буде пов'язаний зі значними витратами їхнього часу в очікування початку обслуговування в разі виникнення черги.

Тут виникає необхідність урахування обмеженості кількості заправних місць на кожній окремій АГНКС. Ця проблема має бути вирішена за рахунок компромісу між витратами часу автотранспортних засобів в черзі та витратами часу АГНКС при відсутності автотранспортних засобів.

Вирішення цієї задачі може бути здійснено за рахунок методів теорії масового обслуговування [97, 103, 106–110]. Кожна окрема АГНКС може розглядатися як відкрита система масового обслуговування, яка обслуговує найпростіший потік замовлень [100, 107, 109]. В цьому потоці інтервали надходження замовлень розподіляються за експоненційним законом [97, 108]. Тривалість обслуговування одного замовлення виходячи з великого розкиду обсягів заправлень не можливо описати жодною теоретичною функцією розподілу. В цьому випадку оптимальний рівень завантаження визначається по формулі [110]

$$\rho_{opt} = \varphi \cdot \rho' + (1 - \varphi) \cdot \rho'' , \quad (4.1)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує ступінь нерівномірності потоку замовлень і процесу їх обробки; оскільки у випадку, що розглядається мають місце і вкрай нерівномірний потік замовлень і відносно рівномірний процес їх обслуговування треба прийняти середнє значення цього коефіцієнту з інтервалу, що рекомендується [106], тобто  $\varphi = 0,4$ ;

$\rho'$  та  $\rho''$  – оптимальні рівні завантаження АГНКС при нормальному закону розподілу інтервалів в потоці транспортних засобів і тривалості їх обслуговування та експоненційному законі розподілу інтервалів в потоці транспортних засобів і тривалості їх обслуговування відповідно.

Оптимальний рівень завантаження АГНКС при нормальному закону розподілу інтервалів в потоці транспортних засобів і тривалості їх обслуговування розраховується по формулі [110]



$$\rho' = 1 - \sqrt{\frac{0,11 \cdot \beta_c \cdot C_{cз}}{0,11 \cdot \beta_c \cdot C_{cз} + C_{np}}}, \quad (4.2)$$

де  $\beta_c$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність потоку замовлень в часі та помилку прогнозу завантаження АГНКС; його рекомендоване значення складає 1,12...1,18 і, оскільки розрахунок завантаження ведеться для часу «пік», тобто для умов максимального завантаження АГНКС, то приймаємо мінімальне значення цього коефіцієнту, тобто  $\beta_c = 1,12$ ;

$C_{cз}$  – середньозважена вартість простою одного автотранспортного засобу, грн/год;

$C_{np}$  – вартість простою одного заправного місця, грн/год.

Оптимальний рівень завантаження АГНКС при експоненційному закону розподілу інтервалів в потоці транспортних засобів і тривалості їх обслуговування розраховується по формулі [110]

$$\rho'' = 1 - \sqrt{\frac{\beta_c \cdot C_{cз}}{\beta_c \cdot C_{cз} + C_{np}}}. \quad (4.3)$$

Середньозважена вартість простою одного автотранспортного засобу розраховується по формулі

$$C_{cз} = \sum_{i=1}^{N_m} \frac{C_{оч(i)} \cdot \mathcal{C}_i}{100}, \quad (4.4)$$

де  $N_m$  – загальна кількість типів автотранспортних засобів, од. ( $n = 4$ );

$C_{оч(i)}$  – вартість простою в черзі автотранспортного засобу  $i$ -го типу, грн/год;

$\mathcal{C}_i$  – питома вага автотранспортних засобів  $i$ -го типу в загальній добовій кількості заправок, % (див. табл. 3.3).

Вартість простою автотранспортних засобів не може бути розрахована як втрати АГНКС від недоотримання прибутку. Цей показник має бути розрахованим як показник, що характеризує ефективність функціонування системи, що розглядається, а саме – транспортної системи міста і він має враховувати витрати всієї системи. Тому в даній роботі вартість простою автотранспортного засобу приймаємо рівний постійної складової собівартості перевезень. Вихідні дані розрахунку середньозваженої вартості простою автотранспортних засобів наведені в таблиці 4.3.

За таких умов середньозважена вартість простою автотранспортного засобу складатиме

$$C_{сз} = \frac{10,00 \cdot 27,2 + 55,00 \cdot 33,7 + 75,00 \cdot 21,2 + 35,00 \cdot 17,9}{100} = 43,42 \text{ грн/год.}$$

Таблиця 4.3

## Постійні складові собівартості перевезень

Тип автомобіля	Постійна складова собівартості перевезень, грн/год
Легкові автомобілі	10,00
Вантажні автомобілі	55,00
Автобуси	75,00
Мікроавтобуси	35,00

Час простою одного заправного місця, за підрахунками НВО «СумиГаз-Маш» складає 65,01 грн/год. Тоді

$$\rho' = 1 - \sqrt{\frac{0,11 \cdot 1,12 \cdot 43,42}{0,11 \cdot 1,12 \cdot 43,42 + 65,01}} = 0,724$$

та

$$\rho'' = 1 - \sqrt{\frac{1,12 \cdot 43,42}{1,12 \cdot 43,42 + 65,01}} = 0,346.$$

За таких умов оптимальний рівень завантаження АГНКС складе

$$\rho_{opt} = 0,4 \cdot 0,724 + (1 - 0,4) \cdot 0,346 = 0,497.$$

Можливе завантаження АГНКС ( $P_{дооб}$ ) визначається виходячи з існуючої частки автомобілів різних типів, конструкція яких дозволяє використання метану як паливо по формулі

$$P_{дооб} = \frac{\sum_{i=1}^{N_m} \delta_i \cdot L_{дооб(i)} \cdot H_{л(i)}}{100 \cdot Q_3} \alpha_2, \quad (4.5)$$

де  $\delta_i$  – питома вага автомобілів  $i$ -го типу у своїй групі, конструкція яких дозволяє використовувати метан як паливо;

$L_{дооб}$  – орієнтований середньодобовий пробіг автомобілів, км;

$H_{л}$  – середня норма витрати палива для  $i$ -го типу автомобілів, л/100км;

$Q_3$  – обсяг одного заправлення, м<sup>3</sup> ( $Q_3 = 30 \text{ м}^3$  – див. табл. 3.2);

$\alpha_2$  – питома вага автомобілів усіх типів, переустаткованих для роботи на метані (прогнозне значення на кінець 2015 р. складає 0,011 – див. табл. 3.3).

Розраховані по формулі (4.5) можливі завантаження десяти відібраних раніше найбільш перспективних пунктів дислокації АГНКС без обліку частки конкурентів приведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Можливе завантаження АГНКС, заправлень/добу

Код перетинання	Перетинання	Можливе завантаження
1	вул. Любарського – Слобожанський пр.	894
2	вул. Осіння - Слобожанський просп.	543
3	Кайдакський міст – Січеславська набережна	437
4	вул. Маліновського - Слобожанський пр.	649
5	вул. Космічна - Набережна Перемоги	485
6	вул. Байкальська - Слобожанський просп.	326
7	вул. Бориса Кротова - пр. Б. Хмельницького	293
8	Донецьке шосе - вул. Березинська	228
9	Заводська набережна - вул. Княгині Ольги	286
10	Заводська набережна - вул. Павлова	237

## РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ АГНКС

### 5.1. Методика розрахунку економічної ефективності

Питома ефективність реалізації  $1\text{ м}^3$  метану визначається по формулі (2.1), у якій беруть участь наступні складові: витрати на електроенергію ( $S_{\text{енерг}}$ ); витрати на поточну експлуатацію устаткування ( $S_{\text{експл}}$ ); заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $З$ ); амортизація основних фондів ( $A$ ), ціна  $1\text{ м}^3$  метану на вході АГНКС ( $S_{\theta}$ ).

Витрати на електроенергію розраховуються в питомому виді по формулі

$$S_{\text{енерг}} = N_{\text{КВТ}} \cdot Ц_{\text{КВТ}}, \quad (5.1)$$

де  $N_{\text{КВТ}}$  – питома витрата електроенергії на  $1\text{ м}^3$  скомпресованого природні газу, кВт/м<sup>3</sup>;

$Ц_{\text{КВТ}}$  – ціна одного кіловата електроенергії для промислових підприємств, грн/квт.

Річні витрати на поточну експлуатацію устаткування визначаються по формулі

$$З_{\text{експл}} = H_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{м}} \cdot D_{\text{к}} + 12 \cdot З_{\text{ТОіР}}, \quad (5.2)$$

де  $H_{\text{м}}$  – добова норма витрати оливи на АГНКС, л/доб;

$Ц_{\text{м}}$  – ціна одного літра оливи, грн/л;

$D_{\text{к}}$  – дні календарні, од.;

$З_{\text{ТОіР}}$  – місячна норма витрат на технічне обслуговування і ремонт устаткування АГНКС, грн/міс.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу за рік розраховується по формулі

$$З = 12 \cdot ЗП_{\text{м}} \cdot N_{\text{ч}}, \quad (5.3)$$

де  $ЗП_{\text{м}}$  – середньомісячна заробітна плата одного працівника АГНКС із нарахуваннями, грн/міс.;

$N_{\text{ч}}$  – кількість працівників АГНКС, чол.

Амортизаційні відрахування за рік визначаються по формулі

$$A = \sum_{i=1}^B \frac{B_i \cdot H_i}{100} \cdot \frac{1}{100 - ПДВ}, \quad (5.4)$$



де  $B$  – кількість видів фондів, що амортизуються, од.;  
 $B_i$  – балансова вартість фонду  $i$ -го виду на початок календарного року,  
 грн;

$ПДВ$  – податок на додану вартість, %.

Кожна складової собівартості  $1\text{ м}^3$  метану на виході АГНКС ( $S_i$ , грн/ $\text{м}^3$ ) розраховується по формулі

$$S_i = \frac{Z_i}{D_k \cdot P_{\text{доб}}} \quad (5.5)$$

де  $Z_i$  – добові витрати за  $i$ -ю складовою, грн.

Крім питомої ефективності реалізації  $1\text{ м}^3$  метану розрахований, також річний прибуток однієї АГНКС при різних варіантах її добового завантаження. Результати розрахунків приведені в підрозділі 5.3.

## 5.2. Вихідні дані для розрахунку

В якості вихідних даних для розрахунків використані нормативні дані КМ України, дані підприємства «ТрансЕнергоСервіс», ВАТ виробничо-енергетична компанія «СумиГазМаш», підприємства «УкрАвтоГаз» і експертні оцінки. Чисельні значення показників, що беруть участь у розрахунках, приведені в таблиці 5.1, одноразові витрати на будівництво АГНКС і норми амортизаційних відрахувань - у таблиці 5.2.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показник	Значення
1. Площа ділянки під будівництво АГНКС, га	0,1
2. Ціна земельної ділянки, грн/га	3250000,00
3. Чисельність обслуговуючого персоналу, чіл.	6
4. Середньомісячна зарплата з нарахуваннями, грн	1674,60
5. Витрата електроенергії, кВт/ $\text{м}^3$	0,2
6. Вартість 1квт електроенергії, грн/квт	0,1572
7. Вартість $1000\text{ м}^3$ газу на вході в АГНКС	330,00
8. Відпускна вартість газу, грн/ $\text{м}^3$	1,02
9. Вартість технічного обслуговування АГНКС, грн/міс.	200,00
10. Витрата мастил на обслуговування АГНКС, л/мес	40

Закінчення таблиці 5.1

11. Вартість олії, грн/л	3,00
12. Ставка податку на додану вартість, %	20,0
13. Ставка податку на прибуток, %	25,0
14. Ставка податку на землю, %/рік	1,0
15. Обсяг одного заправлення, м <sup>3</sup>	30

Таблиця 5.2

## Одноразові витрати на будівництво АГНКС

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Норма амортизаційних відрахувань	Балансова вартість, грн
1. Придбання і постачання АГНКС	2207624,16	15	1876480,54
2. Розробка проекту прив'язки АГНКС до місцевості	150000,00	15	127500,00
3. Будівельні роботи	1300000,00	5	1235000,00
4. Монтажні і пусконаладжувальні роботи	180000,00	15	153000,00

На закінчення, оскільки витрати на придбання земельної ділянки під будівництво АГНКС відносяться до одноразових витрат, зроблений розрахунок цієї статті витрат по формулі

$$Z_3 = C_{za} \cdot F_{стп}, \quad (5.6)$$

де  $C_{za}$  – ціна земельної ділянки ( $C_{za} = 3250000,00$ ), грн/га;

$F_{б\gammaд}$  – площа ділянки під будівництво АГНКС ( $F_{б\gammaд} = 0,1$ ), га.

Таким чином

$$Z_3 = 3250000,00 \cdot 0,1 = 325000,00 \text{ грн.}$$

## 5.3. Результати розрахунків

Розрахунки заведеною методикою зроблені для дванадцяти варіантів завантаження АГНКС у діапазоні від мінімальної (30 заправлень у добу) до максимальної (250 заправлень у добу) для перших трьох років експлуатації АГНКС. Передбачається, що введення в експлуатацію АГНКС виробляється в той же рік, у якому здійснюються всі капіталовкладення.

Крім того, унаслідок зменшення балансової вартості основних фондів протягом часу змінюється і величина амортизаційних відрахувань, тому розрахунки по зазначених варіантах завантаження АГНКС зроблені для перших трьох років експлуатації АГНКС.

Відповідно, розрахунок зміни балансової вартості основних фондів і річна величина амортизаційних відрахувань приведені в таблиці 5.3. Складові добових витрат на утримання АГНКС, без обліку вартості метану для заправлення, розраховані по формулах 5.1 – 5.6 для першого – третього років експлуатації приведені в таблиці 5.4. Результати розрахунків собівартості, відрахувань у бюджет і прибутку приведені в таблицях 5.5 – 5.7.

Як видно з даних, наведених у таблицях 5.5 – 5.7 різні складової собівартості  $1\text{м}^3$  метану мають різну вагу в підсумковій сумі і внесок кожної складової змінюється зі зміною добової кількості заправлень і зі збільшенням терміну експлуатації АГНКС. При прийнятій відпускній ціні і ненегативному чистому прибутку найбільша питома вага має собівартість  $1\text{м}^3$  метану на вході АГНКС, другий по внеску в собівартість  $1\text{м}^3$  метану на виході АГНКС є амортизація основних фондів, зіставимо з цими показниками внесок заробітної плати. На діаграмах 5.1 і 5.2 приведений розподіл складової собівартості першого року експлуатації АГНКС для першої прибуткової і максимальної кількості заправлень в добу.

Як видно з наведених даних висока вартість газового устаткування фірми GALILEO визначає досить жорсткі умови окупності капіталовкладень при прийнятій відпускній ціні газу. Зниження порогу окупності (по кількості заправлень) можливо при підвищенні відпускної ціни метану, що зв'язано зі зниженням конкурентноздатності, або при використанні більш дешевого газового устаткування вітчизняного виробництва.

Таблиця 5.3

## Зміна балансової вартості основних фондів

Стаття витрат	На початок року, грн		На кінець року, грн		На початок року, грн		На кінець року, грн	
	На початок року, грн	На кінець року, грн	На початок року, грн	На кінець року, грн	На початок року, грн	На кінець року, грн	На початок року, грн	На кінець року, грн
1. Придбання і постачання АГНКС	2207624,16	1876480,54	1876480,54	1876480,54	1595008,46	1595008,46	1595008,46	1355757,19
2. Розробка проекту прив'язки АГНКС до місцевості	150000,00	127500,00	127500,00	127500,00	108375,00	108375,00	108375,00	92118,75
3. Будівельні роботи	1300000,00	1235000,00	1235000,00	1235000,00	1173250,00	1173250,00	1173250,00	1114587,50
4. Монтажні і пусконаладжувальні роботи	180000,00	153000,00	153000,00	153000,00	130050,00	130050,00	130050,00	110542,50
Всього	3837624,16	3391980,54	3391980,54	3391980,54	3006683,46	3006683,46	3006683,46	2673005,94
Сума амортизаційних відрахувань	445643,62			385297,08			333677,52	

8

Таблиця 5.4

## Добові витрати на зміст АГНКС, без обліку вартості метану на вході АГНКС і електроенергії, грн/доб.

Стаття витрат	Рік експлуатації		
	1	2	3
1. Експлуатація устаткування	10,67	10,67	10,67
2. Заробітна плата	330,33	330,33	330,33
3. Амортизація	1220,94	1055,61	914,18
4. Податок на землю	8,90	8,90	8,90
Всього	1570,84	1405,51	1264,08

Таблиця 5.5

Собівартість, податки і прибуток від реалізації 1 м<sup>3</sup> метану в перший рік експлуатації

Показник	Добова кількість заправлень													
	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250		
1. Добовий обсяг заправлень, м <sup>3</sup>	900	1500	2100	2700	3300	3900	4500	5100	5700	6300	6900	7500		
2. Вартість електроенергії, грн/м <sup>3</sup>	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314		
3. Собівартість, грн/м <sup>3</sup>	1,7768	1,0787	0,7795	0,6132	0,5075	0,4342	0,3805	0,3394	0,3070	0,2808	0,2591	0,2409		
4. Вартість газу на вході, грн/м <sup>3</sup>	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300		
5. Відпускна ціна, грн/м <sup>3</sup>	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200		
6. ПДВ	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700		
7. Прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-1,2568	-0,5587	-0,2595	-0,0932	0,0125	0,0858	0,1395	0,1806	0,2130	0,2392	0,2609	0,2791		
8. Податок на прибуток, грн/м <sup>3</sup>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0214	0,0349	0,0451	0,0532	0,0598	0,0652	0,0698		
9. Чистий прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-1,2568	-0,5587	-0,2595	-0,0932	0,0094	0,0643	0,1046	0,1354	0,1597	0,1794	0,1957	0,2093		
10. Чистий прибуток за рік, тис. грн	-412,87	-305,87	-198,88	-91,88	11,33	91,58	171,83	252,07	332,32	412,56	492,81	573,06		

Таблиця 5.6

Собівартість, податки і прибуток від реалізації 1м<sup>3</sup> метану в другий рік експлуатації

Показник	Добова кількість заправлень												
	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	
1. Добовий обсяг заправлень, м <sup>3</sup>	900	1500	2100	2700	3300	3900	4500	5100	5700	6300	6900	7500	
2. Вартість електроенергії, грн/м <sup>3</sup>	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	
3. Собівартість, грн/м <sup>3</sup>	1,5931	0,9684	0,7007	0,5520	0,4574	0,3918	0,3438	0,3070	0,2780	0,2545	0,2351	0,2188	
4. Вартість газу на вході, грн/м <sup>3</sup>	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	
5. Відпускна ціна, грн/м <sup>3</sup>	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	
6. ПДВ	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	
7. Прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-1,073	-0,448	-0,180	-0,032	0,0626	0,1282	0,1762	0,2130	0,2420	0,2655	0,2849	0,3012	
8. Податок на прибуток, грн/м <sup>3</sup>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0157	0,0320	0,0441	0,0532	0,0605	0,0664	0,0712	0,0753	
9. Чистий прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-1,073	-0,448	-0,180	-0,032	0,0470	0,0961	0,1322	0,1597	0,1815	0,1991	0,2136	0,2259	
10. Чистий прибуток за рік, тис. грн	-352,5	-245,5	-138,5	-31,5	56,6	136,8	217,1	297,3	377,6	457,8	538,1	618,3	
11. Чистий прибуток за період, тис. грн. <sup>(4)</sup>	-765,4	-551,4	-337,4	-123,4	67,9	228,4	388,9	549,4	709,9	870,4	1030,9	1191,4	

<sup>4)</sup> Сума чистого прибутку за поточний рік і попередній

Таблиця 5.7

Собівартість, податки і прибуток від реалізації 1м<sup>3</sup> метану в третій рік експлуатації

Показник	Добова кількість заправлень													
	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250		
1. Добовий обсяг заправ- лень, м <sup>3</sup>	900	1500	2100	2700	3300	3900	4500	5100	5700	6300	6900	7500		
2. Вартість електроенергії, грн/м <sup>3</sup>	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314	0,0314		
3. Собівартість, грн/м <sup>3</sup>	1,4360	0,8742	0,6334	0,4996	0,4145	0,3556	0,3123	0,2793	0,2532	0,2321	0,2146	0,2000		
4. Вартість газу на вході, грн/м <sup>3</sup>	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300	0,3300		
5. Відпускна ціна, грн/м <sup>3</sup>	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200		
6. ПДВ	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700		
7. Прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-0,916	-0,354	-0,113	0,0204	0,1055	0,1644	0,2077	0,2407	0,2668	0,2879	0,3054	0,3200		
8. Податок на прибуток, грн/м <sup>3</sup>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,0264	0,0411	0,0519	0,0602	0,0667	0,0720	0,0763	0,0800		
9. Чистий прибуток, грн/м <sup>3</sup>	-0,916	-0,354	-0,113	0,0153	0,0791	0,1233	0,1557	0,1805	0,2001	0,2159	0,2290	0,2400		
10. Чистий прибуток за рік, тис. грн	-300,9	-193,9	-86,9	15,1	95,3	175,6	255,8	336,0	416,3	496,5	576,8	657,0		
11. Чистий прибуток за пе- ріод, тис. грн. <sup>(5)</sup>	-1066,3	-745,3	-424,3	-108,4	163,2	404,0	644,7	885,5	1126,2	1366,9	1607,7	1848,4		

<sup>5)</sup> Сума чистого прибутку за поточний рік і два попередніх

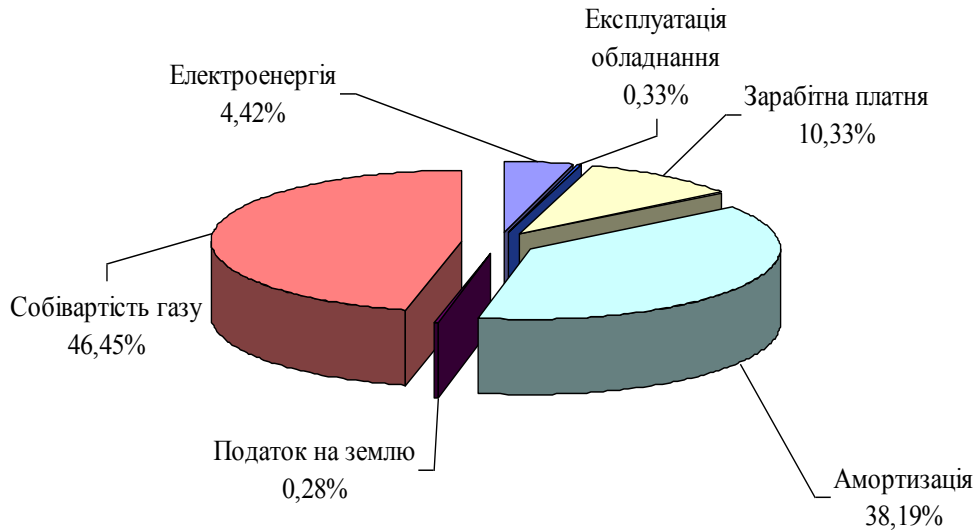


Рисунок 5.1 – Питома вага складової собівартості 1м<sup>3</sup> метану при 150 заправках за добу

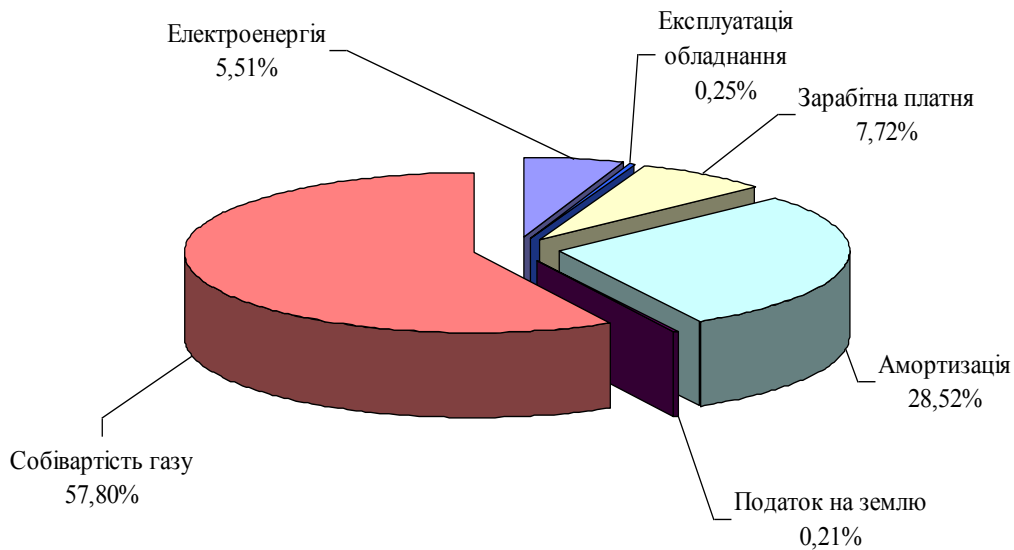


Рисунок 5.2 – Питома вага складової собівартості 1м<sup>3</sup> метану при 250 заправленнях в добу

При цьому характер зміни прибутковості експлуатації АГНКС у залежності від добової кількості заправлень такий (див. рис. 5.3 – 5.5), що природне коливання добової кількості заправлень навколо точки з нульовим прибутком (150 заправлень) у ту й іншу сторону на рівну величину приведе до збитків.



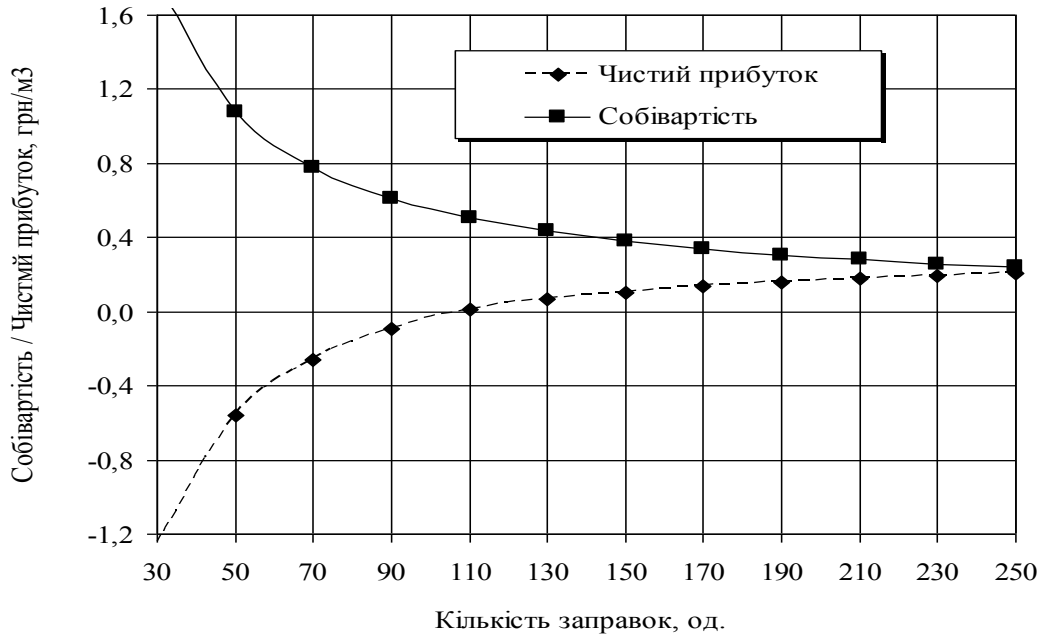


Рисунок 5.3 – Зміна собівартості і чистого прибутку від реалізації 1м<sup>3</sup> метану в перший рік експлуатації АГНКС

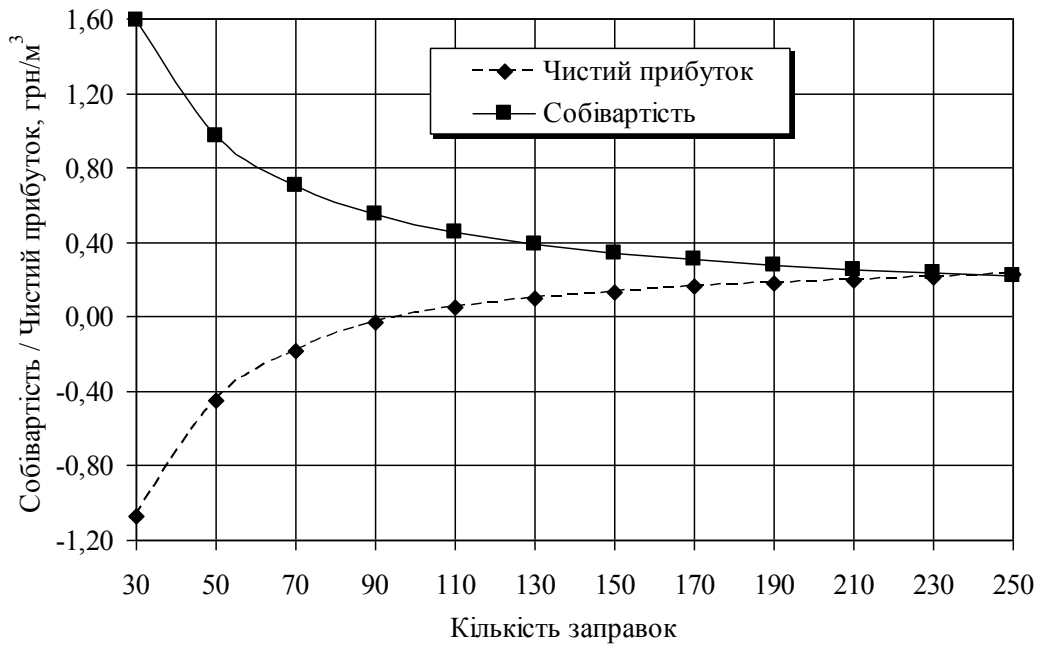


Рисунок 5.4 – Зміна собівартості і чистого прибутку від реалізації 1м<sup>3</sup> метану в другий рік експлуатації АГНКС

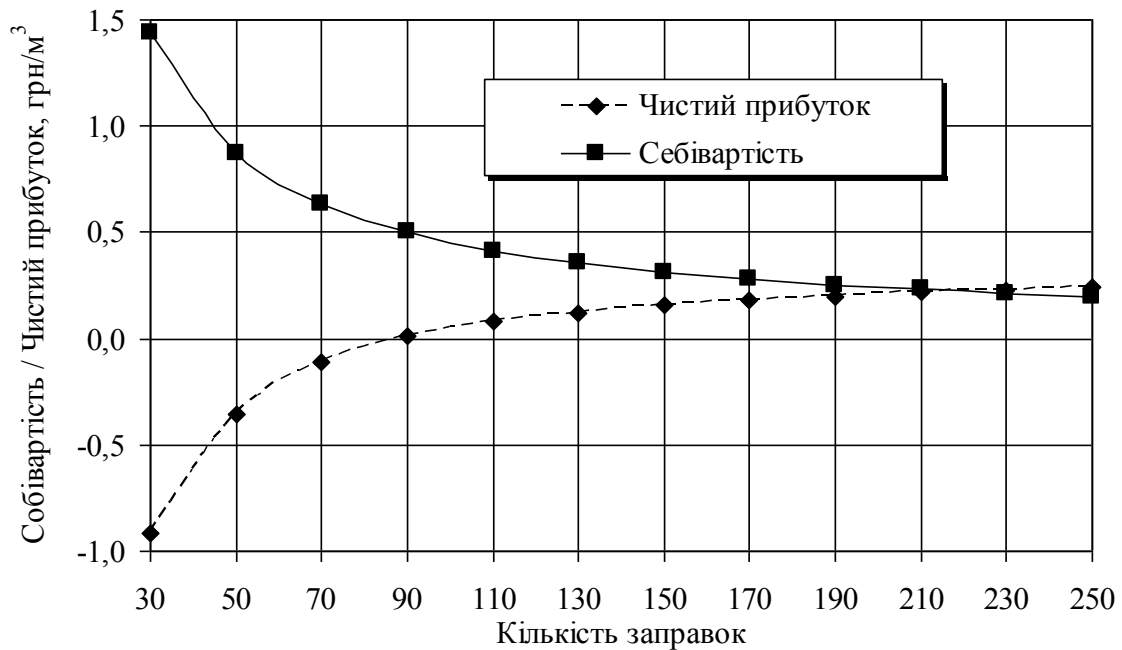


Рисунок 5.5 – Зміна собівартості і чистого прибутку від реалізації 1 м<sup>3</sup> метану в третій рік експлуатації АГНКС

Тому для будівництва АГНКС повинні вибиратися такі пункти дислокації, у яких гарантовано (принаймні на період прогнозу) попит (по кількості заправлень у добу) перевищував би зазначену межу.

Як видно з приведених даних в табл. 4.4 на всіх розглянутих пунктах можливої дислокації АГНКС прогнозні значення добової кількості заправлень перевершують мінімальний поріг у 150 заправок за добу, що дозволяє припустити високу їхню прибутковість.

Однак, при цьому слід зазначити, що проведені розрахунки не враховують протидії конкурентів. Якщо припустити, що в м. Дніпро буде діяти одна АГНКС проти однієї АГНКС ТОВ «ТрансЕнергоСервіс», тобто на частку ринку конкурента буде приходиться половина ринку метану для заправлення автомобілів, то останні п'ять пунктів дислокації в таблиці 4.2 будуть безперспективними.

Також, варто враховувати те, що в розрахунках оцінювалася економічна ефективність однієї АГНКС. Якщо ж припустити, що будуть будуватися кілька АГНКС одночасно, то вони самі стануть конкурувати один з одним.

Крім того, у даний момент у м. Дніпро вже діють три АГНКС, одна з яких розташована в безпосередній близькості до пунктів 6 і 8 (див. рис. 5.6 – тут діючі АГНКС заковані числами 11-13), а ще одна – біля пункту 7.

Якщо розглянути взаємне розташування перспективних пунктів дислокації, то можна побачити, що АГНКС, розташовані в пунктах 1, 2 і 4 будуть конкурувати один з одним, знижуючи економічну ефективність один одного.

Виходячи з приведених даних можна зробити висновок про те, що найбільше доцільно в економічному плані будівництво АГНКС біля наступних перетинань:

1. вул. Любарського – Слобожанський пр;
2. Кайдакський міст – Січеславська набережна;
3. вул. Космічна - Набережна Перемоги.

#### 5.4 Визначення ефективності транспортної системи м. Дніпро

Ефективність транспортної системи міста (в тому числі – м. Дніпро) виходячи з (1.1) можна описати трьома складовими: скорочення викидів шкідливих речовин, скорочення витрат на пальне транспортних засобів та прибутку АГНКС. Вона розраховується по формулі

$$E_{mc} = B_{щp} + C_n + П_{АГНКС}, \quad (5.7)$$

де  $B_{щp}$  – річна грошова оцінка скорочення викидів шкідливих речовин, грн/рік;

$C_n$  – річна економія витрат власників транспортних засобів на пальне, грн/рік;

$П_{АГНКС}$  – загальний річний прибуток АГНКС міста, грн/рік.

Річна грошова оцінка скорочення викидів шкідливих речовин ( $B_{щp}$ ) розрахована згідно методики ГНЦ НАМИ по формулі [111]

$$B_{щp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot (M_2 - M_1), \quad (5.8)$$

де  $k_1$  – нормативна константа, що переводить умовну оцінку викидів шкідливих речовин в коштовну (за оцінками НАМИ  $k_1 = 0,01$  грн/кг [з урахуванням курсу НБУ 1UR = 5,112RU]), грн/кг;

$k_2$  – показник небезпечності забруднення атмосфери понад різними територіями (для житлових районів міст з переважно висотною забудовою, включаючи вулиці, магістралі та парки  $k_2 = 5$ );

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує характер розсіювання домішок в атмосфері (для умов міської забудови  $k_3 = 12$ );

$M_2$  та  $M_1$  – приведені до оксиду вуглецю маси викидів шкідливих речовин відповідно з урахуванням використання метану в якості пального та без нього (див. табл. 5.8), кг.

Таблиця 5.8

Коефіцієнти відносної небезпечності шкідливих речовин

Шкідлива речовина	Коефіцієнт відносної небезпечності
CO	1,00
CH	2,16
NO <sub>x</sub>	6,90
Тверді частинці	144,00

З урахуванням наведеної методики, розрахунок маси викидів шкідливих речовин по основним складовим ( $CO$ ,  $CH$ ,  $NO_x$ , тверді частинці) розраховуємо по формулі [5, 8]

$$M'_{x(\epsilon)} = D_k \cdot A \cdot \sum_{i=1}^{N_m} \sum_{j=1}^{B_n} [Y_{x(ij)} \cdot \rho_{n(j)}] \cdot \delta_i \cdot \mathcal{C}_i \cdot Q_{z(i)}, \quad (5.9)$$

де  $A$  – загальна чисельність автомобільного парку (за даними ДАІ м. Дніпро  $A = 190635$  од.), од.;

$B_n$  – кількість видів палива ( $B_n = 3$ ), од.;

$Y_{x(ij)}$  – питомий зміст шкідливої речовини  $x$ -го виду автомобіля  $i$ -го типу, що використовує  $j$ -й вид пального, кг/кг;

$\rho_{n(j)}$  – питома вага палива  $j$ -го виду, т/м<sup>3</sup>;

$\delta_i$  – частка автомобілів  $i$ -го типу в загальній структурі парку автомобілів, конструкція яких дозволяє використовувати метан в якості пального (див. табл. 3.1);

$\mathcal{C}_i$  – добова частота заправок автомобілів  $i$ -го типу, од/доба (див. табл. 3.3);

$Q_{z(i)}$  – обсяг однієї заправки автомобіля  $i$ -го типу, л (див. табл. 3.2).

Масовий склад шкідливих речовин, що створюється при спалюванні палива [8] наведений в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9

Масовий склад шкідливих речовин, кг/кг

Шкідлива речовина	Бензин	Дизельне паливо	Метан
CO	0,2670	0,0280	0,1736
CH	0,0330	0,0090	0,0041
NO <sub>x</sub>	0,0270	0,0410	0,0123
Тверді частинці	0,0045	0,0056	0,0029

Скорочення викидів шкідливих речовин транспортної системи м. Дніпро за умов переобладнання всіх автомобілів, конструкція яких дозволяє використовувати метан в якості палива, наведено в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10

Річні обсяги шкідливих речовин транспортної системи м. Дніпро, кг

Тип автомобіля	CO		CH		NO <sub>x</sub>		Тверді частинці	
	існуюча система	прогноз	існуюча система	прогноз	існуюча система	прогноз	існуюча система	прогноз
Легкові	1585572	1544958	199762	188577	254117	180876	40872	29407
Вантажні	743401	739721	105142	100851	212813	161105	31481	24031
Автобуси	15499	15401	2077	2032	3482	2628	537	407
Мікроавтобуси	24214	23971	3061	2993	3928	2871	630	462
Скорочення	44635		15589		126860		19213	



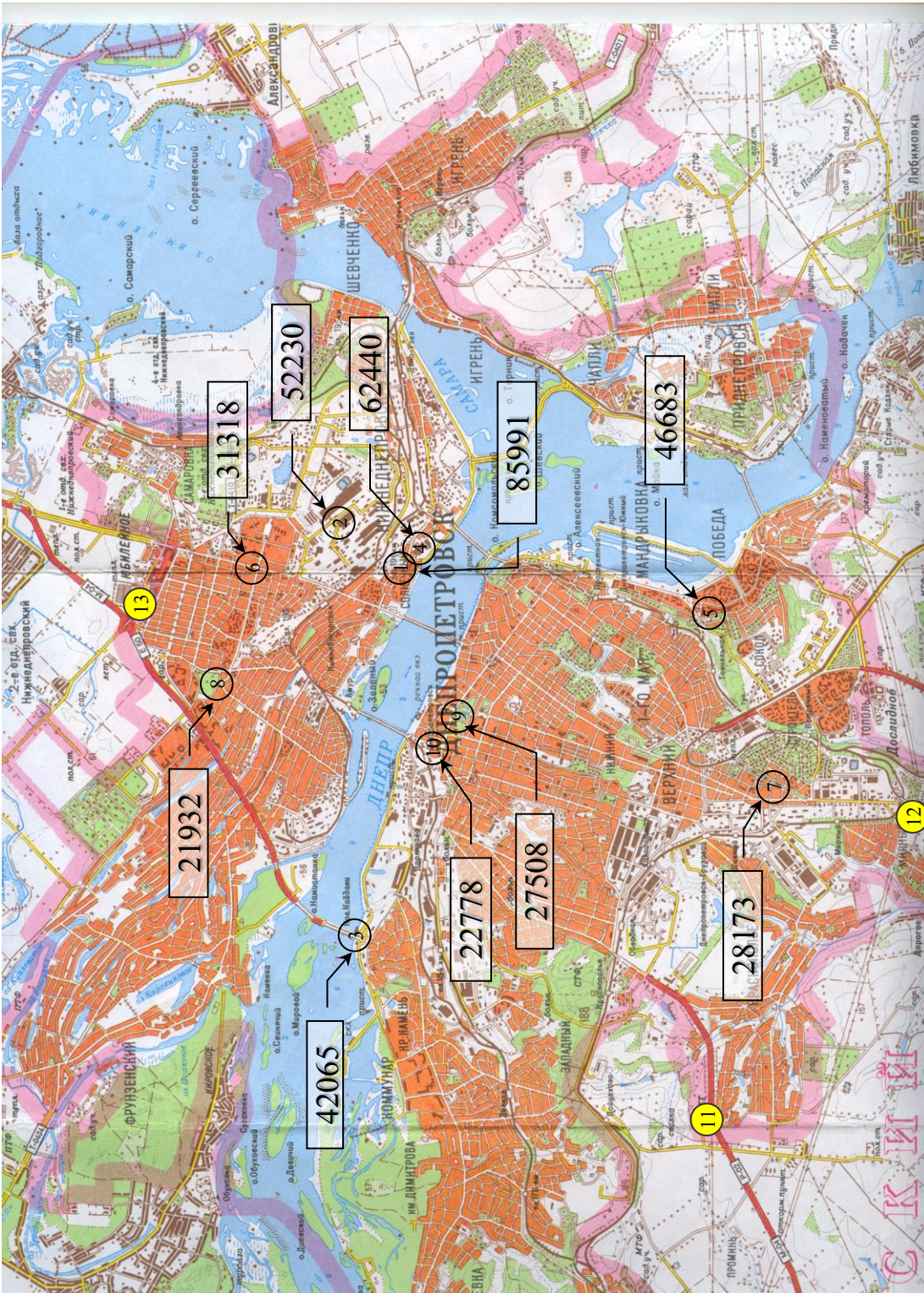


Рисунок 5.6 – Схема дислокації перспективних пунктів дислокації і діючих АГНКС

За наведеними даними з урахуванням коефіцієнтів відносної небезпечності річна коштовна оцінка скорочення викидів шкідливих речовин транспортної системи м. Дніпро складе

$$B_{\text{вир}} = 0,01 \cdot 5 \cdot 12 \cdot (44635 \cdot 1,00 + 15589 \cdot 2,16 + 126860 \cdot 6,90 + 19213 \cdot 144,00) = \\ = 2232188,40 \approx 2232000 \text{ грн.}$$

Річна економія витрат власників транспортних засобів на пальне визначається по формулі

$$C_n = D_K \cdot A \cdot \sum_{i=1}^{N_m} \sum_{j=1}^{B_n} [Q_{z(i)} \cdot \delta_i \cdot \chi_i \cdot (C_j - C_M)], \quad (5.9)$$

де  $C_i$  – середня ціна одного літра бензину або дизельного палива автотранспортного засобу  $i$ -го типу, грн/л;

$C_M$  – середня ціна одного літра метану, грн/л.

При середніх роздрібних цінах на автомобільне паливо станом на 01.06.06 річна економія витрат власників транспортних розрахованих по формулі (5.9) складе 10481000 грн.

Загальний річний прибуток АГНКС міста розраховується по формулі

$$P_{\text{АГНКС}} = P_K \cdot N_{\text{АГНКС}}, \quad (5.6)$$

де  $P_K$  – річний прибуток однієї АГНКС при  $K$  заправок за добу, грн/рік;

$N_{\text{АГНКС}}$  – потрібна кількість АГНКС, од.

Добову кількість заправок, при якій рентабельність АГНКС складає 30%, визначаємо по таблиці 5.7 для третього року функціонування АГНКС (тобто для періоду, коли прибутковість АГНКС буде максимальною). Згідно даних цієї таблиці величина, що визначається складе 130 заправок за добу. При цьому річний прибуток однієї АГНКС складе 175,6 тис. грн/рік.

Потрібна кількість АГНКС розраховується по формулі

$$N_{\text{АГНКС}} = A \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N_m} [\delta_i \cdot \chi_i \cdot \delta_{z(i)}]}{K \cdot \rho_{\text{онт}}} \quad (5.7)$$

де  $K$  – добова кількість заправок, при якій рентабельність АГНКС складає 30%, од.

Розрахунки по формулі (4.17) для умов м. Дніпро

$$N_{\text{АГНКС}} = 190635 \cdot \left( \frac{0,063 \cdot 0,861 \cdot 0,0856 + 0,048 \cdot 0,110 \cdot 0,5218}{130 \cdot 0,497} + \frac{0,025 \cdot 0,006 \cdot 0,2114 + 0,025 \cdot 0,006 \cdot 0,1812}{130 \cdot 0,497} \right) \approx 22$$

Тоді загальний річний прибуток АГНКС м. Дніпро складе

$$P_{\text{АГНКС}} = 175600 \cdot 20 = 3512000 \text{ грн.}$$

Таким чином, ефективність транспортної системи м. Дніпро може дорівнювати

$$E_{\text{тс}} = 2232000 + 10481000 + 3512000 = 16225000 \text{ грн/рік.}$$

Наведені розрахунки підтверджують ефективність запропонованої методики.

## 5.5. Висновки

1. Проведене обстеження автомобілепотоків дозволило визначити перелік перехресть привабливих з погляду потенційного завантаження АГНКС. До таких точок відносяться перетинання Донецького шосе і вул. Березинської, Заводський набережній і вул. Княгині Ольги, Слобожанського проспекту і вул. Байкальської.

2. Виходячи із загальних інтересів транспортної системи м. Дніпро оптимальний рівень завантаження АГНКС в годину «пік» має складати 0,497, тобто пропускна можливість АГНКС має вдвічі перевищувати середню інтенсивність надходження автомобілів до неї.

3. Найбільш привабливими пунктами дислокації АГНКС із погляду охоплення сегмента ринку є наступні пункти:

- а) (8) – вул. Любарського – Слобожанський проспект;
- б) (21) – вул. Осіння – Слобожанський проспект;
- в) (30) – Кайдакський міст – Січеславська набережна;
- г) (7) – вул. Маліновського – Слобожанський проспект;
- д) (26) – вул. Космічна – Набережна Перемоги;
- е) (10) – вул. Байкальська - Слобожанський проспект;
- ж) (24) – вул. Бориса Кротова – просп. Богдана Хмельницького;
- з) (3) – Донецьке шосе – вул. Березинського;
- и) (5) – Заводська набережна - вул. Княгині Ольги;
- к) (27) – Заводська набережна - вул. Павлова.

4. Результати проведених досліджень показали, що реалізація метану в м. Дніпро може бути рентабельною навіть при нинішньому, дуже низькому рівні устаткування автомобілів газовим устаткуванням для роботи на метані. Основною умовою рентабельності є завантаження АГНКС на рівні не меншому, чим 130 заправок за добу. З урахуванням наявності конкурентів зазначеним вимогам відповідають п'ять пунктів дислокації, але оскільки три з зазначених пунктів розташовані один біля іншого, то з всіх обстежених пунктів найбільш перспективними є перетинання вул. Любарського – Слобожанський просп.; Кайдакський міст – Січеславська Набережна; вул. Космічна - Набережна Перемоги.

5. Ефективність транспортної системи м. Дніпро може бути забезпечена при рівні навантаження АГНКС 0,497 та при їх необхідній кількості в розмірі 20 одиниць.

6. Можливий річний ефект транспортної системи м. Дніпро складає 16225000 грн., який складається з екологічної складової в сумі приблизно 2232000 грн., скорочення витрат на пальне в сумі 10481000 грн. і прибутку АГНКС в сумі 3512000.



## ВИСНОВКИ

Монографія містить отримані результати, які в сукупності вирішують науково-практичну задачу підвищення ефективності транспортних систем міст, яка виражається рівнем забруднення навколишнього середовища, наведеними витратами пального та прибутку АГНКС, за рахунок раціональної кількості АГНКС та їхнього раціонального розміщення на території міста.

Основні наукові результати, висновки і рекомендації:

1. Проведений аналіз вітчизняних та зарубіжних теоретичних підходів і практичного досвіду підвищення ефективності транспортних систем міст показав, що проблема підвищення ефективності транспортних систем міст є актуальною. Потреби транспорту в пальному, в тому числі не відновлюваного, стають домінуючими у структурі енергоспоживання. Настільки ж істотною стає частка транспорту в забрудненні атмосфери. Найбільш перспективним напрямком підвищення ефективності транспортних систем міст і зниження негативних наслідків роботи транспорту є застосування метану як автомобільне паливо.

2. Задача визначення ефективності транспортних систем міст є багатокритеріальною і не має однозначного рішення. Інтегральним критерієм для вирішення задачі оптимізації міст розташування АГНКС може бути прийнята величина автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, що потребує вирішення задачі прогнозування цього параметру.

3. Найбільш впливовими на ефективність транспортних систем міст є такі фактори, як витрати часу транспортних засобів на рух, пробіг транспортних засобів до АГНКС, а найбільш впливовим і системним фактором є сумарні витрати у фінансовому відображенні від простою транспортних засобів в очікуванні обслуговування і АГНКС в очікуванні транспортних засобів.

4. Найвпливовішим показником для оцінки місць розташування АГНКС з точки зору інвестиційної привабливості є економічна ефективність проекту її спорудження.

5. Розроблена математична модель автомобілепотоків у містах на відміну від існуючих враховує можливість визначення розподілу автомобілепотоків по вулично-дорожній мережі внаслідок зростання затримок транспортного потоку в окремих транспортних пунктах і динамічний характер вибору шляху прямування транспортних засобів.

6. Для моделі вулично-дорожньої мережі м. Дніпро оптимальна кількість потокоутворюючих і потокопоглинаючих пунктів за думкою експертів, що є узгодженою на 82% складає 30 одиниць. Створена математична модель розподілу транспортних потоків по вулично-дорожній мережі є адекватною і може бути використана для прогнозування величини автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі та, відповідно, для визначення потенційного завантаження АГНКС.

7. Моделювання автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі м. Дніпро показало, що сумарна розбіжність між змодельованими і фактичними автомобілепотокими не перевищує 7%. Відхилення до 12%, що спостерігається

в окремих транспортних пунктах пояснюється малими абсолютними значеннями навантаження. При цьому в цих пунктах розрахункове навантаження не перевищує 50 автомобілів за годину, що є занадто малою величиною для задачі, що розглядається.

8. Аналіз результатів моделювання показав, що для великих міст достатня для практичних потреб точність моделювання досягається за 30 хвилин модельного часу. Наявність розбіжностей між результатами моделювання та результатами натурних спостережень пояснюється відсутністю в запропонованій моделі урахування маршрутних транспортних засобів.

9. Виходячи із загальних інтересів транспортної системи м. Дніпро оптимальний рівень завантаження АГНКС у годину «пік» має складати 0,497, тобто пропускна можливість АГНКС має вдвічі перевищувати середню інтенсивність надходження автомобілів до неї.

10. Результати проведених досліджень показали, що реалізація метану в м. Дніпро може бути рентабельною навіть при нинішньому, дуже низькому рівні облаштування автомобілів газовим устаткуванням для роботи на метані. Основною умовою рентабельності є завантаження АГНКС на рівні не меншому, чим 130 заправлень на добу. При цьому необхідна кількість АГНКС складає 20 одиниць.

11. Можливий річний ефект транспортної системи м. Дніпро складає 16225000 грн, який складається з екологічної складової у сумі приблизно 2232000 грн, скорочення витрат на пальне у сумі 10481000 грн і прибутку АГНКС у сумі 3512000.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боксерман Ю. И. Перевод транспорта на газовое топливо / Ю. И. Боксерман, Я. С. Мкртычан, К. Ю. Чириков – Москва, Недра, 1988. – 220с.
2. Хортов В. Чем больше и мощнее ДВС мы будем производить, тем быстрее задохнёмся без кислорода / В. Хортов // Автомобильный транспорт. – 2000. – №5. – С. 3–6.
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А. Н. Туренко – Харьков, ХДАДТУ, 1998. – 468 с.
4. Говорущенко Н.Я. Системотехника проектирования транспортных машин / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко – Харьков, ХНАДУ, 2004. – 206 с.
5. Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта /Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев – Харьков, ХГАДТУ, 2000. – 216 с.
6. Арсёнов Е.Е. Разработка метода оценки и рекомендации по применению альтернативных топлив на автомобильном транспорте: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 /Е. Е. Арсёнов – Харьков, 1985. – 181 с.
7. Паньков Н. Ресурсосбережение на автомобильном транспорте и экология / Н. Паньков // Автомобильный транспорт. – 1995. – №1. – С. 35–37.
8. Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н. Я. Говорущенко. – Москва: Транспорт, 1990. – 135 с.
9. Генкин К.И. Газовые двигатели / К.И. Генкин. – Москва: Машиностроение, 1977. – 196 с.
10. Линьков О.Ю. Выбор и обоснование параметров смесеобразования и сгорания дизеля, работающего на альтернативных топливах: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 /О. Ю. Линьков– Харьков, 2003. – 178 с.
11. Матейчик В.П. Наукові основи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори» /В. П. Матейчик– К., 2004. – 36с.
12. Мельник О.Є. Підвищення ефективності використання бензогазових сумішей на рухомому складі автомобільного транспорту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Містобудування та територіальне планування» /О. Є. Мельник – К., 2000. – 18 с.
13. Сидоренко Р.В. Покращення паливної економічності і зменшення токсичності автомобілів з двигунами, переведеними з бензину на газ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Містобудування та територіальне планування» /Р. В. Сидоренко – К., 2004. – 19 с.
14. Скалыга Н.Н. Улучшение показателей грузовых автомобилей с двигателями с искровым зажиганием в условиях эксплуатации путём применения смесевых топлив: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Експлуатація автомобільного транспорту» /Н. Н. Скалыга– К., 1996. – 25 с.

15. Філіпова Г.А. Підвищення техніко-експлуатаційних властивостей газобалонних автомобілів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.03 «Теплові двигуни» /Г. А. Філіпова– К., 1997. – 23 с.
16. Яновський В.В. Покращення паливної економічності та екологічних показників конвертованих газових двигунів дорожніх транспортних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.03 «Теплові двигуни» /В. В Яновський – К., 2004. – 18 с.
17. Мержиєвська Л.П. Покращення паливної економічності і зменшення шкідливих викидів автомобілів раціональним регулюванням бензинових двигунів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Експлуатація автомобільного транспорту» /Л. П. Мержиєвська – К., 1998. – 15 с.
18. Рябиков Н.А. Оценка влияния условий движения автомобилей на загрязнение воздуха отработавшими газами бензиновых двигателей (окисью углерода): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Експлуатація автомобільного транспорту» /Н. А. Рябиков – К., 1984. – 17 с.
19. Иванов В. Влияние режимов движения автомобиля на выброс вредных веществ/В. Иванов, В. Ерохов // Автомобильный транспорт. – 1979. – № 9. – С. 46–48.
20. Колмацкий Б.В. Оптимизация системы организации движения автомобильного транспорта в городе с учётом экологического фактора: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Експлуатація автомобільного транспорту» /Б. В. Колмацкий – Ташкент, 1988. – 19 с.
21. Куць Н. Г. Поліпшення паливної економічності та зменшення шкідливих викидів автомобілів раціональним вибором способу регулювання потужності бензинових двигунів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори» /Н. Г. Куць – К., 1999. – 18 с.
22. Борьба с загрязнением окружающей среды на автомобильном транспорте / (Дробот В.В., Косицин П.В., Лукьяненко А.П., Могила В.П.) – К.: Техніка, 1979. – 215 с.
23. Методика расчёта весового выброса вредных веществ с отработавшими газами автомобилей в условиях эксплуатации. – Москва: ЦНИЛТД, 1977. – 101 с.
24. Краткий автомобильный справочник / (А.Н. Поздников, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др.) – Москва: АО «ТРАНСКОСАЛТИНГ», НИИАТ, 1994. – 774 с.
25. Лимитовский М.А. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений. / М.А. Лимитовский – Москва: ТОО Инжиниринго-консалтинговая компания «ДЕКА», 1996. – 192 с.
26. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. / А.И. Уемов. – Москва, Мысль, 1978. – 529 с.
27. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. / Аксенов В.А., Попова Е.П., Дивочкин О.А. – Москва: Транспорт, 1987. – 128 с.
28. Белятинский А.А. Социально-экономическая эффективность меро-

приятый по снижению отрицательного воздействия автомобилей на окружающую среду в населенных пунктах. /А. А. Белятынский, А. Н. Домбровский, Е. А. Бакулич // Схемы и проекты организации движения в городах в условиях самоуправления территорий. – Свердловск, СГУ. – 1991. – С. 53–54.

29. Кочерга В. Г. Основы функционирования интеллектуальных транспортных систем в организации движения и перевозок: дис. .... доктора техн. наук: 05.22.01 / В.Г. Кочерга – Москва, 2001. – 345 с.

30. Нагорный Е.В. Снижение энергетической и экологической нагрузки транспортных потоков крупных городов / Е.В. Нагорный, Н.А. Нефедов, А.П. Кузнецов. // Автомобильный транспорт. – 2006. – Вып. 18. – С. 51–53.

31. Швецов В.И. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей / В. И. Швецов, А. С. Алиев – М., URSS, 2003. – 64 с.

32. Долгова Е.В. Моделирование транспортных потоков / Е.В. Долгова // Вопросы автоматизированных и моделирующих систем. – 1998. – № 1. – С. 18–20.

33. Семенов В. В. Математические методы моделирования транспортных потоков // Нелинейный мир. – 2005. – №6. – С. 48–52.

34. Швецов В.И. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей / В. И. Швецов, А. С. Алиев – М., URSS, 2003. – 64 с.

35. Рогов В.В. О некоторых подходах к моделированию транспортных потоков крупного промышленного центра /В. В. Рогов // Информационные технологии в производственных, социальных и экономических процессах. – Череповец, ЧГУ. – 1999. – С. 34.

36. Сисвадзе Г. Математическое моделирование транспортных потоков /Г. Сисвадзе // Ежемесячный научный журнал академии наук Грузии. – 2001. – №1. – С. 34–36.

37. Рыжков И. П. Моделирование транспортных потоков в городах при сетевых воздействиях: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / И. П. Рыжков – Москва, 2004. – 133 с.

38. Петров Е. А. Моделирование движения транспортного потока высокой интенсивности / Е. А. Петров // Омский научный вестник. – 2002. – Вып. 21. – С. 137–138.

39. Попков Ю.С. Системный анализ и проблемы развития городов / Ю.С.Попков, М. В. Посохин, А. В. Гутнов – Москва, Наука, 1983. – 391 с.

40. Кузнецов О.П. Моделирование транспортных потоков в містах / О.П. Кузнецов // Автомобильный транспорт. – 2006. – Вып. 19. – С. 56–58.

41. Мягков В.Н. Математическое обеспечение градостроительного проектирования / В. Н. Мягков, Н. С. Пальчиков, В. П. Федоров – Ленинград, Наука, 1989. – 245 с.

42. Стенбринк П. Оптимизация транспортных сетей / П. Стенбринк. – Москва, Транспорт, 1981. – 284 с.

43. Васильева Е.М. Оптимизация планирования и управления транспортными системами / Е. М. Васильева, Р. В. Игудин, В. Н. Лившиц – Москва, Транспорт, 1987. – 415 с.

44. Wardrop J.G. Some theoretical aspects of road traffic research / Wardrop J.G. // *Proceedings of Institute of Civil Engineering*. – 1952. – Vol. 1. – 348 p.
45. Gartner N.H. Optimal traffic assignment with elastic demands / Gartner N.H. // *Transportation Science*. – 1982. – Vol. 14. – P. 71–79.
46. Cremer M. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations / Cremer M., Ludwig J. // *Mathematical Computing Simulation*. – 1986. – Vol. 28. – P. 297–303.
47. Chandler R.E. Traffic dynamics: Studies in car following / Chandler R.E. // *Operations Research*. – 1958. – Vol. 6. – P. 165–185.
48. Chowdhury D. Statistical physics of vehicular traffic and some related systems / Chowdhury D., Santen L., Schadschneider A. // *Physical Reports*. – 2000. – Vol. 329. – P. 199–329.
49. Daganzo C.F. Remarks on Traffic Flow Modeling and its Applications / Daganzo C.F. // Berkeley: Department of Civil and Environmental Engineering University of California. – 2001. – 489 p.
50. Gasis D.C. Car following theory of steady state flow / Gasis D.C. // *Operations Research*. – 1959. – Vol. 7. – P. 499–505.
51. Greenshields B.D. A study of traffic capacity / Greenshields B.D. // US highway research board. – 1934. – Vol. 14. – P. 448–494.
52. Greenberg H. An analysis of traffic flow / Greenberg H. // *Operations Research*. – 1959. – Vol. 7. – P. 79–85.
53. Nagel K. Still flowing: Approaches to traffic flow and traffic jam modeling / Nagel K., Wagner R., Woessler R.: Grow Hill, 2003. – 317 p.
54. Nagel K. Particle hopping models and traffic flow theory / Nagel K. // Los Alamos National Laboratory, 1995. – 276 p.
55. Kerner B.S. Experimental Features and characteristics of traffic jams / Kerner B.S., Rehborn H. // *Physical Review*. – 1996. – Vol. 53. – P. 1297–1300.
56. Kerner B.S. Traffic flow: Experiments and Statistics / Kerner B.S., Konhduser P. // *Physical Review*. – 1993. – Vol. 48. – P. 23–35.
57. Nagel K. A cellular automation model for freeway traffic / Nagel K., Schreckenberg M. // *J. Phys. I France*. – 1992. – Vol. 2. – P. 2221–2229.
58. Proceedings of 12th International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation / edited by C.F. Daganzo. – Amsterdam, 1993. – 367 p.
59. Static and Dynamic Traffic Assignment with Recurrent Neural Networks, Paul Mathias, Siemens AG, ATD SV PSM, Minich and Department of Computer Science. – Aachen: University of Technology, 1999. – 214 p.
60. Holland J.F. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application in biology, control and artificial intelligence / Holland J.F. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
61. Kerner B.S. Traffic jam dynamics in traffic flow models / Kerner B.S., Rehborn H. // *Physical Review*. – 1997. – Vol. 55. – P. 4275.
62. Kihne R.D. Non-linearity Stochastic of Unstable Traffic Flow, Transportation and Traffic Theory / Kihne R.D., Beckschulte R. // Proceedings of the 12th In-

ternational Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation. – Berkeley, California, USA, 1993. – P. 1107–1139.

63. Payne H.J. Models of freeway traffic and control: Mathematical models of Public Systems / edited by Bekey G. A.: La Jolla. – 1971. – Vol. 1 – P. 51–61.

64. Prigogine I. A Boltzman-like approach for traffic flow / Prigogine I., Andrews F.C. // Operations Research. – 1960. – Vol. 8. – P. 789–797.

65. Prigogine I. Kinetic Theory of Vehicular Traffic / Prigogine I., Herman R. // New York : Elsevier, 1971. – P. 511.

66. Philips W.F. A kinetic model for traffic flow with continuum implications / Philips W.F. // Transportation Planning Technology. – 1979. – Vol. 5. – P. 131–138.

67. Krug J. Simulation of car moving / Krug J., Spohn H. // Physical Review. – 2000. – Vol. 83. – P. 4271.

68. Binder P.M. Stochastic model of car routing / Binder P.M., Paczuski M., Barma M. // Physical Review. – 1997. – Vol. 49. – P. 1174.

69. Treiterer J. The hysteresis phenomenon in traffic flow / Treiterer J., Myers J.A. // Artarmon, New South Wales, 1974. – P. 233–248.

70. Lighthill M.J., Whitham F.R.S. On kinetic waves II. A theory of traffic flow on crowded roads // Proceedings of the Royal Society. – 1995. – Vol. 229. – P. 317–345.

71. Иносэ Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада – Москва, Транспорт, 1983. – 467 с.

72. Брайловский Н.О. Моделирование транспортных систем / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский – Москва, Транспорт, 1978. – 125 с.

73. Смирнов Н. Н. Математическое моделирование автотранспортных потоков / Н. Н. Смирнов, А. Б. Киселев, В. Ф. Никитин, М. В. Юмашев – Москва, МГУ, 1999. – 93 с.

74. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков / Ф. Хейт – Москва, Мир, 1966. – 286 с.

75. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны / Дж. Уизем – Москва, Мир, 1977. – 478 с.

76. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 37–43.

77. Сарычев Д.С. Создание информационных моделей для автомобильных дорог / Д. С. Сарычев, С. П. Крысин, А. В. Скворцов // Вестник ТГУ. 2003 – № 280. – С. 368 –375.

78. Агасьянц А.А. О повышении обоснованности развития магистральной улично-дорожной сети в городах / А. А. Агасьянц // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы VIII международной науч.-практ.конф. – Екатеринбург: АМБ. – 2002. – С. 94–97.

79. Highway Capacity Manual 1994. Special Report 209. – Washington D.C.: Transportation Research Board. – 1994. – 1029 p.

80. Richtlinien fuhr die Anlage von Strassen. – Teil: Plangleiche Knotenpunkte – 1993. – 418 s.

81. Schnabel W. Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung / Schnabel W., Lohse D. – Berlin: Verlag fuer Bauwesen. – 1997. – 608 s.

82. Лобанов Е.М. Проблемы имитационного моделирования движения транспортных потоков по улично-дорожной сети городов и сети автомобильных дорог / Е.М. Лобанов // Научно - практические задачи развития автомобильно-дорожного комплекса в России. – Москва: МГУСИ, 2006. – С. 4–7.

83. Колесов В.И. Динамические характеристики однородного транспортного потока / В. И. Колесов, С. П. Колесников, Г. В. Колесов // Транспортные проблемы Западно-Сибирского нефтегазодобывающего комплекса: Межвузовский сборник научных трудов. – Тюмень, Вектор Бук, 2002. – С. 130–136.

84. Федоров В.П. Моделирование автомобильных деловых поездок в Санкт-Петербурге / В. П. Федоров, О. М. Пахомова, Н. В. Булычева // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы V Международной науч.-практ. конф. – Екатеринбург, ЕГТУ, 1999. – С.89–93.

85. Гаврилов А.А. Моделирование дорожного движения / А. А. Гаврилов – Москва, Транспорт, 1980. – 189с.

86. Дрю Д.Р. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Р. Дрю – Москва: Транспорт, 1972. – 424с.

87. Сильянов В.В. Имитационное моделирование транспортных потоков в проектировании дорог / В. В. Сильянов, В. М. Еремин, Л. И. Муравьева – Москва, МАДИ. – 1981. – 119 с.

88. Смирнов Н.Н. Математическое моделирование автотранспортных потоков / Н. Н. Смирнов, А. Б. Киселев, В. Ф. Никитин – Москва, Мех-мат МГУ, 1999. – С. 39–47.

89. Тихомиров А.Н. Анализ динамики транспортных потоков и расхода топлива при движении транспортного средства в условиях УДС населенных пунктов / А. Н. Тихомиров // Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства: Материалы III Международной науч.-практ. конф. – Брянск, БУГХ, 2005. – С. 7–11.

90. Кузнецов А.П. Определение привлекательности потенциальных пунктов дислокации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций / А.П. Кузнецов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2006. – № 2/2006 (37). – С. 130–132.

91. Тихомиров А.Н. Методика определения расхода топлива при движении транспортного средства в условиях транспортного узла УДС населенных пунктов / А.Н. Тихомиров // Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства: Материалы III Международной науч.-практ. конф. – Брянск, БУГХ, 2005. – С. 14–16.

92. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков / Хейт Ф. – Москва, Мир, 1966. – 48 с.



93. Шульга Ю.Н. Объемные стохастические сети и их приложения к моделированию транспортных процессов / Ю.Н. Шульга – Киев, АН УССР, 1985. – 37 с.
94. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков / В.И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – №11. – С. 41–48.
95. Tang K.S. Genetic algorithm and their application / Tang K.S., Man K.F., Kwong S., He Q. // IEEE Signal processing Magazine. – 1996. – № 64. – P. 22–36.
96. Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука / Р.Шеннон – Москва, Мир, 1978. – 418 с.
97. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко – Москва, Наука, 1978. – 399 с.
98. Рихтер Клаус-Юрген Транспортная эконометрия / Клаус-Юрген Рихтер (пер. с нем.) – Москва, Транспорт, 1983. – 318 с.
99. Варенцев И. Правильно выбирать оценочные показатели / И. Варенцев, В. Иларионов // Автомобильный транспорт. – 1980. – №12. – С. 43–45.
100. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования. – Москва, Транспорт, 1977. – 72 с.
101. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион – Москва, Мир, 1981. – 520 с.
102. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский – Москва, Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
103. Гнеденко Б.В. Приоритетные системы обслуживания / Б.В. Гнеденко, Э.А. Даниелян, Б.Н. Димитров – Москва, МГУ, 1973. – 341 с.
104. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В.Г. Галушко – К., Вища школа, 1976. – 232 с.
105. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач / Клир Дж. – Москва, Радио и связь, 1990. – 544 с.
106. Гнеденко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В.Гнеденко, И. Н. Коваленко – Москва, Высшая школа, 1966. – 375 с.
107. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и её приложения / Т. Л. Саати (пер. с англ.) – Москва, Мир, 1971. – 505 с.
108. Боровков А. А. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания / А. А. Боровков – Москва, Наука, 1972. – 256 с.
109. Матвеев В.Ф. Системы массового обслуживания / В.Ф. Матвеев, В.Г. Ушаков – Москва, МГУ, 1984. – 528 с.
110. Ивницкий В.А. Теория сетей массового обслуживания / В.А. Ивницкий – Москва, Физико-математическая литература, 2004. – 770 с.
111. Временная методика определения предотвращения экологического ущерба. – Москва, ГНЦ НАМИ, 1999. – 71 с.
112. Венецкий И.Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: Справочник / И.Г. Венецкий, И.В. Венецкая – Москва, Статистика, 1979. – 341 с.

113. Dijkstra E.W. A note on two problems in connection with graphs / Dijkstra E.W. // Numerical Mathematics. – 1959. – Vol.1. – P. 269–271.
114. Minti G. A comment on the shortest-route problem / Minti G. // Operational Research. – 1957. – Vol. 5. – P. 724.
115. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций / Таха Хэмди А. – Москва, Вильямс, 2001. – 912 с.
116. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки / М.Д. Блатнов – Москва, Транспорт, 1981 – 139 с.
117. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения / Я.В. Хомяк – К., Высшая школа, 1986. – 271с.
118. Кузнецов О.П. Оцінка ефективності транспортних систем, що використовують метан як автомобільне паливо / О.П. Кузнецов // Вісник Академії митної служби України. – 2008. – № 1 (37). – С. 81–84.

**ДОДАТОК А**  
**КАРТКИ ХРОНОМЕТРАЖНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

Таблица А.1 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: ул. Передовая – Киевская трасса

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	67,7	3	0	59,4	123	0	69	69,8	0	9	192	
Грузовые автомобили	16,5	5	0	29,1	82	0	12	26,0	0	1	74	
Автобусы	0,0	0	0	0,9	2	0	1	0,7	0	0	2	
Микроавтобусы	15,8	21	0	10,5	5	0	29	3,5	0	0	10	
Всего в физических единицах	100,0	125	8	100,0	212	0	111	100,0	0	10	278	

Таблица А.2 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	67,7	38	0	59,4	1547	0	868	69,8	0	113	2415	
Грузовые автомобили	16,5	63	0	29,1	1031	0	151	26,0	0	13	931	
Автобусы	0,0	0	0	0,9	25	0	13	0,7	0	0	25	
Микроавтобусы	15,8	264	0	10,5	63	0	365	3,5	0	0	126	
Всего в физических единицах	100,0	1572	101	100,0	2666	0	1396	100,0	0	126	3497	
Всего в приведенных единицах	100,0	800	77	100,0	1683	0	734	100,0	0	55	1950	

Таблица А.3 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Могорная – ул. Передовая

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	58,3	17	10	8	56,5	2	5	19	52,8	6	10	3	66,7	3	9	4
Грузовые автомобили	23,3	5	9	0	19,6	0	4	5	22,2	1	5	2	16,7	1	3	0
Автобусы	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	18,3	11	0	0	23,9	0	0	11	25,0	6	3	0	16,7	0	0	4
Всего в физических единицах	100,0	33	19	8	100,0	2	9	35	100,0	13	18	5	100,0	4	12	8

Таблица А.4 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	58,3	204	120	96	56,5	24	60	228	52,8	72	120	36	66,7	36	108	48
Грузовые автомобили	23,3	60	108	0	19,6	0	48	60	22,2	12	60	24	16,7	12	36	0
Автобусы	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	18,3	132	0	0	23,9	0	0	132	25,0	72	36	0	16,7	0	0	48
Всего в физических единицах	100,0	396	228	96	100,0	24	108	420	100,0	156	216	60	100,0	48	144	96
Всего в приведенных единицах	100,0	225	153	36	100,0	9	71	234	100,0	87	129	38	100,0	26	77	50

Таблица А.5 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: Донецкое шоссе – ул. Березинская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1			Подъезд 2			Подъезд 3			Подъезд 4						
	%			%			%			%						
	1 – 1 – 1	1 – 2 – 1	1 – 3 – 1	2 – 2 – 2	2 – 3 – 2	2 – 4 – 2	3 – 3 – 3	3 – 4 – 3	3 – 5 – 3	4 – 4 – 4	4 – 5 – 4	4 – 6 – 4				
Легковые автомобили	52,1	65	270	18	71,8	360	81	122	63,4	102	474	123	66,6	40	245	62
Грузовые автомобили	27,6	13	122	52	9,9	32	23	23	18,2	20	165	16	11,9	9	39	14
Автобусы	4,6	9	16	6	5,4	15	27	0	4,5	14	31	5	6,0	0	31	0
Микроавтобусы	15,7	12	66	28	12,9	27	60	14	13,8	21	88	43	15,5	11	61	9
Всего в физических единицах	100,0	99	474	104	100,0	434	191	159	100,0	157	758	187	100,0	60	376	85

Таблица А.6 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1			Подъезд 2			Подъезд 3			Подъезд 4						
	%			%			%			%						
	1 – 1 – 1	1 – 2 – 1	1 – 3 – 1	2 – 2 – 2	2 – 3 – 2	2 – 4 – 2	3 – 3 – 3	3 – 4 – 3	3 – 5 – 3	4 – 4 – 4	4 – 5 – 4	4 – 6 – 4				
Легковые автомобили	52,1	727	3018	201	71,8	4024	905	1364	63,4	1140	5298	1375	66,6	447	2739	693
Грузовые автомобили	27,6	145	1364	581	9,9	358	257	257	18,2	224	1844	179	11,9	101	436	156
Автобусы	4,6	101	179	67	5,4	168	302	0	4,5	156	347	56	6,0	0	347	0
Микроавтобусы	15,7	134	738	313	12,9	302	671	156	13,8	235	984	481	15,5	123	682	101
Всего в физических единицах	100,0	1107	5298	1163	100,0	4851	2135	1777	100,0	1755	8473	2090	100,0	671	4203	950
Всего в приведенных единицах	100,0	625	3196	944	100,0	2264	1396	873	100,0	990	4891	1080	100,0	350	2322	483

Таблица А.7 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: Набережная Ленина – ул. Метростроевская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	78,1	8	124	0	39,5	29	0	18	64,9	0	113	87
Грузовые автомобили	11,2	0	19	0	4,2	3	0	2	5,5	0	14	3
Автобусы	1,8	0	3	0	13,4	13	0	3	8,4	0	9	17
Микроавтобусы	8,9	3	12	0	42,9	49	0	2	21,1	0	21	44
Всего в физических единицах	100,0	11	158	0	100,0	94	0	25	100,0	0	157	151

Таблица А.8 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	78,1	89	1386	0	39,5	324	0	201	64,9	0	1263	973
Грузовые автомобили	11,2	0	212	0	4,2	34	0	22	5,5	0	156	34
Автобусы	1,8	0	34	0	13,4	145	0	34	8,4	0	101	190
Микроавтобусы	8,9	34	134	0	42,9	548	0	22	21,1	0	235	492
Всего в физических единицах	100,0	123	1766	0	100,0	1051	0	279	100,0	0	1755	1688
Всего в приведенных единицах	100,0	56	861	0	100,0	690	0	152	100,0	0	904	948

Таблица А.9 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: Заводская набережная – ул. Горького

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1 – 2		1 – 3		1 – 4		%		2 – 3		2 – 4		2 – 1		%		3 – 4		3 – 1		3 – 2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	73,4	1140	0	0	0	0	0	0	58,1	0	273	0	0	80,4	677	0	0	8,9	75	0	0	0	0	
Грузовые автомобили	16,9	262	0	0	0	0	0	16,6	0	78	0	0	8,9	75	0	0	0	1,7	14	0	0	0	0	
Автобусы	2,2	34	0	0	0	0	0	6,6	0	31	0	0	9,0	76	0	0	0	100,0	842	0	0	0	0	
Микроавтобусы	7,6	118	0	0	0	0	0	18,7	0	88	0	0	100,0	842	0	0	0	100,0	842	0	0	0	0	
Всего в физических единицах	100,0	1554	0	0	0	0	0	100,0	0	470	0	0	100,0	842	0	0	0	100,0	842	0	0	0	0	

Таблица А.10 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1 – 2		1 – 3		1 – 4		%		2 – 3		2 – 4		2 – 1		%		3 – 4		3 – 1		3 – 2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	73,4	15004	0	0	0	0	0	0	58,1	0	3593	0	0	80,4	8910	0	0	8,9	987	0	0	0	0	
Грузовые автомобили	16,9	3448	0	0	0	0	0	16,6	0	1027	0	0	8,9	987	0	0	0	1,7	184	0	0	0	0	
Автобусы	2,2	447	0	0	0	0	0	6,6	0	408	0	0	9,0	1000	0	0	0	100,0	11082	0	0	0	0	
Микроавтобусы	7,6	1553	0	0	0	0	0	18,7	0	1158	0	0	100,0	11082	0	0	0	100,0	5210	0	0	0	0	
Всего в физических единицах	100,0	20453	0	0	0	0	0	100,0	0	6186	0	0	100,0	11082	0	0	0	100,0	5210	0	0	0	0	
Всего в приведенных единицах	100,0	10632	0	0	0	0	0	100,0	0	3622	0	0	100,0	5210	0	0	0	100,0	5210	0	0	0	0	

Таблица А.11 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Малиновского – АЗС

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	76,7	351	41	0	76,7	58	0	347	70,2	0	25	48	0	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовые автомобили	11,5	36	23	0	8,3	5	0	39	24,0	0	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы	1,0	5	0	0	1,3	0	0	7	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Микроавтобусы	10,8	53	2	0	13,6	7	0	65	5,8	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего в физических единицах	100,0	445	66	0	100,0	70	0	458	100,0	0	44	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица А.12 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	76,7	6870	803	0	76,7	1135	0	6792	70,2	0	489	940	0	18	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовые автомобили	11,5	705	450	0	8,3	98	0	763	24,0	0	352	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы	1,0	98	0	0	1,3	0	0	137	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Микроавтобусы	10,8	1037	39	0	13,6	137	0	1272	5,8	0	20	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего в физических единицах	100,0	8710	1292	0	100,0	1370	0	8965	100,0	0	861	1174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего в приведенных единицах	100,0	4087	777	0	100,0	615	0	4318	100,0	0	549	555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Таблица А.13 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Малиновского – пр. Газеты «Правда»

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	77,5	1512	284	0	83,1	154	0	2170	72,5	0	273	334
Грузовые автомобили	2,5	44	15	0	3,6	23	0	79	9,4	0	27	52
Автобусы	3,6	84	0	0	2,6	0	0	73	1,0	0	8	0
Микроавтобусы	16,3	334	44	0	10,6	12	0	285	17,1	0	116	27
Всего в физических единицах	100,0	1974	343	0	100,0	189	0	2607	100,0	0	424	413

Таблица А.14 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	77,5	19972	3751	0	83,1	2034	0	28664	72,5	0	3606	4412
Грузовые автомобили	2,5	581	198	0	3,6	304	0	1044	9,4	0	357	687
Автобусы	3,6	1110	0	0	2,6	0	0	964	1,0	0	106	0
Микроавтобусы	16,3	4412	581	0	10,6	159	0	3765	17,1	0	1532	357
Всего в физических единицах	100,0	26075	4531	0	100,0	2497	0	34436	100,0	0	5601	5455
Всего в приведенных единицах	100,0	12307	1992	0	100,0	1172	0	15427	100,0	0	2854	2579

Таблица А.15 – Карточка наблюдения машинополюков

Перекресток: ул. Белостокского – пр. Газеты «Правда»

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		3-4		3-1		3-2		4-1		4-2		4-3	
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		3-4		3-1		3-2		4-1		4-2		4-3	
Легковые автомобили	73,0	1512	285	110	82,0	346	124	2170	71,7	390	248	415	69,5	73	164	384												
Грузовые автомобили	7,4	44	63	86	5,5	63	36	79	20,4	216	52	32	23,1	54	18	134												
Автобусы	3,8	84	14	0	2,5	0	7	73	1,6	4	20	0	1,8	0	4	12												
Микроавтобусы	15,8	334	80	0	9,9	19	16	285	6,3	18	62	12	5,6	5	12	33												
Всего в физических единицах	100,0	1974	442	196	100,0	428	183	2607	100,0	628	382	459	100,0	132	198	563												

Таблица А.16 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинополюков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4															
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-4		3-1		3-2		4-1		4-2		4-3					
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-4		3-1		3-2		4-1		4-2		4-3					
Легковые автомобили	73,0	20900	3939	1520	82,0	4783	1714	29995	71,7	5391	3428	5736	69,5	1009	2267	5308												
Грузовые автомобили	7,4	608	871	1189	5,5	871	498	1092	20,4	2986	719	442	23,1	746	249	1852												
Автобусы	3,8	1161	194	0	2,5	0	97	1009	1,6	55	276	0	1,8	0	55	166												
Микроавтобусы	15,8	4617	1106	0	9,9	263	221	3939	6,3	249	857	166	5,6	69	166	456												
Всего в физических единицах	100,0	27286	6110	2709	100,0	5916	2530	36036	100,0	8681	5280	6345	100,0	1825	2737	7782												
Всего в приведенных единицах	100,0	12878	3311	1759	100,0	2839	1401	16144	100,0	5238	2898	2704	100,0	1171	1274	4340												

Таблица А.17 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Совхозная — пр. Газеты «Правда»

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1-		%		2-		%		3-		%		4-	
	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-
Легковые автомобили	76,6	581	18	53	69,6	105	120	506	61,5	34	26	87	70,7	65	133	46
Грузовые автомобили	12,6	96	2	9	11,2	16	4	98	18,8	8	9	28	17,4	2	44	14
Автобусы	2,6	22	0	0	2,4	0	3	22	6,3	0	0	15	2,3	2	6	0
Микроавтобусы	8,2	68	2	0	16,8	26	52	99	13,4	14	4	14	9,6	0	27	6
Всего в физических единицах	100,0	767	22	62	100,0	147	179	725	100,0	56	39	144	100,0	69	210	66

Таблица А.18 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1-		%		2-		%		3-		%		4-	
	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-	1-	2-	3-	4-
Легковые автомобили	76,6	7772	241	709	69,6	1404	1605	6768	61,5	455	348	1164	70,7	869	1779	615
Грузовые автомобили	12,6	1284	27	120	11,2	214	54	1311	18,8	107	120	375	17,4	27	589	187
Автобусы	2,6	294	0	0	2,4	0	40	294	6,3	0	0	201	2,3	27	80	0
Микроавтобусы	8,2	910	27	0	16,8	348	696	1324	13,4	187	54	187	9,6	0	361	80
Всего в физических единицах	100,0	10259	294	829	100,0	1966	2394	9698	100,0	749	522	1926	100,0	923	2809	883
Всего в приведенных единицах	100,0	5148	135	386	100,0	973	1166	5075	100,0	402	286	1170	100,0	384	1590	472

Таблица А.19 – Карточка наблюдения машинопотоков  
Перекресток: ул. Байкальская – пр. Газеты «Правда»

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	74,3	750	127	30	70,4	124	100	457	61,6	106	87	106	67,9	26	59	103
Грузовые автомобили	13,3	87	64	11	6,3	13	4	44	20,6	25	63	12	26,4	14	6	53
Автобусы	2,9	29	6	0	3,5	2	0	32	0,4	0	2	0	0,7	0	0	2
Микроавтобусы	9,6	98	19	0	19,8	58	11	122	17,3	17	23	44	5,1	0	8	6
Всего в физических единицах	100,0	964	216	41	100,0	197	115	655	100,0	148	175	162	100,0	40	73	164

Таблица А.20 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	74,3	11320	1917	453	70,4	1872	1509	6898	61,6	1600	1313	1600	67,9	392	890	1555
Грузовые автомобили	13,3	1313	966	166	6,3	196	60	664	20,6	377	951	181	26,4	211	91	800
Автобусы	2,9	438	91	0	3,5	30	0	483	0,4	0	30	0	0,7	0	0	30
Микроавтобусы	9,6	1479	287	0	19,8	875	166	1841	17,3	257	347	664	5,1	0	121	91
Всего в физических единицах	100,0	14550	3260	619	100,0	2973	1736	9886	100,0	2234	2641	2445	100,0	604	1102	2475
Всего в приведенных единицах	100,0	7055	1982	336	100,0	1517	737	5042	100,0	1148	1710	1224	100,0	358	505	1479

Таблица А.21 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: Южный мост — ул. Гаванская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	72,8	21	38	0	76,1	67	0	22	75,7	41	87	0	41	87	0	41	87	0	41	87	0	41	87	
Грузовые автомобили	25,9	14	7	0	23,1	16	0	11	19,5	11	22	0	11	22	0	11	22	0	11	22	0	11	22	
Автобусы	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
Микроавтобусы	1,2	1	0	0	0,9	1	0	0	4,1	3	4	0	3	4	0	3	4	0	3	4	0	3	4	
Всего в физических единицах	100,0	36	45	0	100,0	84	0	33	100,0	55	114	0	55	114	0	55	114	0	55	114	0	55	114	

Таблица А.22 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	Направление движения																							
Легковые автомобили	72,8	282	510	0	76,1	899	0	295	75,7	550	1167	0	550	1167	0	550	1167	0	550	1167	0	550	1167	
Грузовые автомобили	25,9	188	94	0	23,1	215	0	148	19,5	148	295	0	148	295	0	148	295	0	148	295	0	148	295	
Автобусы	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,6	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0	13	
Микроавтобусы	1,2	13	0	0	0,9	13	0	0	4,1	40	54	0	40	54	0	40	54	0	40	54	0	40	54	
Всего в физических единицах	100,0	483	604	0	100,0	1127	0	443	100,0	738	1529	0	738	1529	0	738	1529	0	738	1529	0	738	1529	
Всего в приведенных единицах	100,0	302	285	0	100,0	561	0	258	100,0	381	784	0	381	784	0	381	784	0	381	784	0	381	784	

Таблица А.23 – Карточка наблюдения машинополюков

Перекресток: ул. 20 – летия Победы – ул. Электрическая

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	60,0	31	48	14	64,1	11	12	43	47,6	3	57	9	77,6	23	19	3
Грузовые автомобили	9,0	5	8	1	22,3	10	1	12	12,4	0	12	6	17,2	4	4	2
Автобусы	2,6	0	4	0	1,0	1	0	0	2,8	0	3	1	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	28,4	1	41	2	12,6	9	1	3	37,2	1	47	6	5,2	0	3	0
Всего в физических единицах	100,0	37	101	17	100,0	31	14	58	100,0	4	119	22	100,0	27	26	5

Таблица А.24 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинополюков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	60,0	443	686	200	64,1	157	172	615	47,6	43	815	129	77,6	329	272	43
Грузовые автомобили	9,0	72	114	14	22,3	143	14	172	12,4	0	172	86	17,2	57	57	29
Автобусы	2,6	0	57	0	1,0	14	0	0	2,8	0	43	14	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	28,4	14	586	29	12,6	129	14	43	37,2	14	672	86	5,2	0	43	0
Всего в физических единицах	100,0	529	1444	243	100,0	443	200	829	100,0	57	1702	315	100,0	386	372	72
Всего в приведенных единицах	100,0	247	829	108	100,0	304	88	431	100,0	26	975	208	100,0	181	188	45

Таблица А.25 – Карточка наблюдения машинополюков

Перекресток: ул. 20 – летия Победы – ул. Космонавтов

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3							
	%		1-3		1-4		%		Направление движения		%		3-1		3-2	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	2-3	2-4	2-1	3-4	3-1	3-2				
Легковые автомобили	61,3	120	29	0	64,8	16	0	126	81,4	0	41	16				
Грузовые автомобили	13,6	28	5	0	10,0	3	0	19	12,9	0	6	3				
Автобусы	1,2	3	0	0	1,4	0	0	3	0,0	0	0	0				
Микроавтобусы	23,9	57	1	0	23,7	1	0	51	5,7	0	4	0				
Всего в физических единицах	100,0	208	35	0	100,0	20	0	199	100,0	0	51	19				

Таблица А.26 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинополюков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3							
	%		1-3		1-4		%		Направление движения		%		3-1		3-2	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	2-3	2-4	2-1	3-4	3-1	3-2				
Легковые автомобили	61,3	1595	385	0	64,8	213	0	1675	81,4	0	545	213				
Грузовые автомобили	13,6	372	66	0	10,0	40	0	253	12,9	0	80	40				
Автобусы	1,2	40	0	0	1,4	0	0	40	0,0	0	0	0				
Микроавтобусы	23,9	758	13	0	23,7	13	0	678	5,7	0	53	0				
Всего в физических единицах	100,0	2765	465	0	100,0	266	0	2645	100,0	0	678	253				
Всего в приведенных единицах	100,0	1522	220	0	100,0	128	0	1379	100,0	0	320	120				

Таблица А.27 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: ул. Кантемировская – ул. Волкова

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	85,7	1	1	4	71,9	2	42	2	80,0	2	0	2	80,3	2	47	4
Грузовые автомобили	14,3	0	0	1	21,9	1	11	2	20,0	1	0	0	16,7	0	11	0
Автобусы	0,0	0	0	0	1,6	0	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	0,0	0	0	0	4,7	0	3	0	0,0	0	0	0	3,0	0	2	0
Всего в физических единицах	100,0	1	1	5	100,0	3	57	4	100,0	3	0	2	100,0	2	60	4

Таблица А.28 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	85,7	14	14	58	71,9	29	607	29	80,0	29	0	29	80,3	29	679	58
Грузовые автомобили	14,3	0	0	14	21,9	14	159	29	20,0	14	0	0	16,7	0	159	0
Автобусы	0,0	0	0	0	1,6	0	14	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	0,0	0	0	0	4,7	0	43	0	0,0	0	0	0	3,0	0	29	0
Всего в физических единицах	100,0	14	14	72	100,0	43	824	58	100,0	43	0	29	100,0	29	867	58
Всего в приведенных единицах	100,0	5	5	36	100,0	25	432	40	100,0	25	0	11	100,0	11	433	22



Таблица А.29 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: ул. Кантемировская – ул. Электрическая

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	58,3	1	5	1	77,9	22	36	2	75,9	19	5	20	68,5	1	35	1
Грузовые автомобили	33,3	1	1	2	18,2	5	9	0	20,7	2	1	9	27,8	1	14	0
Автобусы	0,0	0	0	0	1,3	1	0	0	0,0	0	0	0	1,9	0	1	0
Микроавтобусы	8,3	0	1	0	2,6	0	2	0	3,4	0	0	2	1,9	0	1	0
Всего в физических единицах	100,0	2	7	3	100,0	28	47	2	100,0	21	6	31	100,0	2	51	1

Таблица А.30 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	58,3	15	75	15	77,9	332	542	30	75,9	286	75	301	68,5	15	527	15
Грузовые автомобили	33,3	15	15	30	18,2	75	136	0	20,7	30	15	136	27,8	15	211	0
Автобусы	0,0	0	0	0	1,3	15	0	0	0,0	0	0	0	1,9	0	15	0
Микроавтобусы	8,3	0	15	0	2,6	0	30	0	3,4	0	0	30	1,9	0	15	0
Всего в физических единицах	100,0	30	105	45	100,0	422	708	30	100,0	316	90	467	100,0	30	769	15
Всего в приведенных единицах	100,0	21	53	36	100,0	217	359	11	100,0	138	43	269	100,0	21	436	6

Таблица А.31 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: Самарский мост – ул. Томская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	78,9	63	0	70,4	151	18	78,8	62	280			
Грузовые автомобили	16,4	14	0	12,1	25	4	8,8	19	19			
Автобусы	0,0	0	0	0,4	1	0	1,2	1	4			
Микроавтобусы	4,7	3	0	17,1	41	0	11,3	5	44			
Всего в физических единицах	100,0	48	80	100,0	218	0	100,0	87	347			

Таблица А.32 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	78,9	1126	0	70,4	2699	322	78,8	1108	5005			
Грузовые автомобили	16,4	250	0	12,1	447	72	8,8	340	340			
Автобусы	0,0	0	0	0,4	18	0	1,2	18	72			
Микроавтобусы	4,7	54	0	17,1	733	0	11,3	89	787			
Всего в физических единицах	100,0	858	1430	100,0	3897	0	100,0	1555	6203			
Всего в приведенных единицах	100,0	416	708	100,0	1969	0	100,0	836	2824			

Таблица А.33 – Карточка наблюдения машинопотоков  
Перекресток: ул. Красногорская – ул. ул. Рошинская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4				
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –		
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	
Легковые автомобили	74,2	182	30	4	74,6	97	3	162	75,7	2	25	88	100,0	2	1	1	1
Грузовые автомобили	14,8	40	3	0	13,4	12	0	35	13,8	0	2	19	0,0	0	0	0	0
Автобусы	1,0	3	0	0	0,9	0	0	3	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
Микроавтобусы	10,0	28	1	0	11,1	11	1	27	10,5	0	1	15	0,0	0	0	0	0
Всего в физических единицах	100,0	253	34	4	100,0	120	4	227	100,0	2	28	122	100,0	2	1	1	1

Таблица А.34 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4				
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –		
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	
Легковые автомобили	74,2	3320	547	73	74,6	1769	55	2955	75,7	36	456	1605	100,0	36	18	18	18
Грузовые автомобили	14,8	730	55	0	13,4	219	0	638	13,8	0	36	347	0,0	0	0	0	0
Автобусы	1,0	55	0	0	0,9	0	0	55	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
Микроавтобусы	10,0	511	18	0	11,1	201	18	492	10,5	0	18	274	0,0	0	0	0	0
Всего в физических единицах	100,0	4615	620	73	100,0	2189	73	4141	100,0	36	511	2225	100,0	36	18	18	18
Всего в приведенных единицах	100,0	2379	272	27	100,0	1016	33	2139	100,0	14	220	1131	100,0	14	7	7	7

Таблица А.35 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Журналистов – ул. Винокурова

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	83,3	512	48	0	67,8	126	0	183	67,3	0	28	145												
Грузовые автомобили	8,8	43	16	0	16,2	34	0	40	22,6	0	21	37												
Автобусы	0,0	0	0	0	2,9	0	0	13	0,8	0	2	0												
Микроавтобусы	7,9	49	4	0	13,2	22	0	38	9,3	0	6	18												
Всего в физических единицах	100,0	604	68	0	100,0	182	0	274	100,0	0	57	200												

Таблица А.36 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	83,3	9280	870	0	67,8	2284	0	3317	67,3	0	508	2628												
Грузовые автомобили	8,8	779	290	0	16,2	616	0	725	22,6	0	381	671												
Автобусы	0,0	0	0	0	2,9	0	0	236	0,8	0	36	0												
Микроавтобусы	7,9	888	73	0	13,2	399	0	689	9,3	0	109	326												
Всего в физических единицах	100,0	10948	1233	0	100,0	3299	0	4966	100,0	0	1033	3625												
Всего в приведенных единицах	100,0	4852	665	0	100,0	1739	0	2703	100,0	0	686	1874												

Таблица А.37 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Крылова – ул. Винокурова

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	66,7	4	0	8	78,3	1	195	3	90,7	40	0	9	72,9	16	248	204
Грузовые автомобили	22,2	0	0	4	5,1	0	11	2	9,3	3	0	2	10,9	4	50	16
Автобусы	0,0	0	0	0	0,8	0	2	0	0,0	0	0	0	0,6	0	4	0
Микроавтобусы	11,1	0	0	2	15,7	0	40	0	0,0	0	0	0	15,6	2	93	5
Всего в физических единицах	100,0	4	0	14	100,0	1	248	5	100,0	43	0	11	100,0	22	395	225

Таблица А.38 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1–		%		2–		%		3–		%		4–	
	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–	1–	2–	3–	4–
Легковые автомобили	66,7	71	0	142	78,3	18	3460	53	90,7	710	0	160	72,9	284	4400	3619
Грузовые автомобили	22,2	0	0	71	5,1	0	195	35	9,3	53	0	35	10,9	71	887	284
Автобусы	0,0	0	0	0	0,8	0	35	0	0,0	0	0	0	0,6	0	71	0
Микроавтобусы	11,1	0	0	35	15,7	0	710	0	0,0	0	0	0	15,6	35	1650	89
Всего в физических единицах	100,0	71	0	248	100,0	18	4400	89	100,0	763	0	195	100,0	390	7008	3992
Всего в приведенных единицах	100,0	27	0	148	100,0	7	2007	55	100,0	319	0	95	100,0	201	3720	1700

Таблица А.39 – Карточка наблюдения машинополюков

Перекресток: ул. Воронцова — ул. Каруны

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3							
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-1		3-2	
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-1		3-2	
Легковые автомобили	68,6	235	126	0	0	185	0	172	65,0	0	80	200				
Грузовые автомобили	17,7	53	40	0	0	33	0	20	9,3	0	13	27				
Автобусы	2,3	8	4	0	0	20	0	16	5,6	0	2	22				
Микроавтобусы	11,4	54	6	0	0	76	0	71	20,2	0	4	83				
Всего в физических единицах	100,0	350	176	0	0	314	0	279	100,0	0	99	332				

Таблица А.40 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинополюков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3							
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-1		3-2	
	%		1-3		1-4		2-3		2-4		2-1		3-1		3-2	
Легковые автомобили	68,6	4583	2457	0	0	3608	0	3354	65,0	0	1560	3900				
Грузовые автомобили	17,7	1034	780	0	0	644	0	390	9,3	0	254	527				
Автобусы	2,3	156	78	0	0	390	0	312	5,6	0	39	429				
Микроавтобусы	11,4	1053	117	0	0	1482	0	1385	20,2	0	78	1619				
Всего в физических единицах	100,0	6825	3432	0	0	6123	0	5441	100,0	0	1931	6474				
Всего в приведенных единицах	100,0	3636	1870	0	0	3439	0	2935	100,0	0	936	3569				

Таблица А.41 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Осенняя – пр. Газеты «Правда»

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	29,8	73	64	0	72,9	1390	0	276	73,1	0	92	1730												
Грузовые автомобили	64,6	282	15	0	4,9	40	0	73	11,2	0	18	262												
Автобусы	1,7	4	4	0	3,5	74	0	7	4,6	0	0	114												
Микроавтобусы	3,9	12	6	0	18,6	394	0	30	11,0	0	5	270												
Всего в физических единицах	100,0	371	89	0	100,0	1898	0	386	100,0	0	115	2376												

Таблица А.42 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	29,8	1052	922	0	72,9	20027	0	3977	73,1	0	1326	24926												
Грузовые автомобили	64,6	4063	216	0	4,9	576	0	1052	11,2	0	259	3775												
Автобусы	1,7	58	58	0	3,5	1066	0	101	4,6	0	0	1643												
Микроавтобусы	3,9	173	86	0	18,6	5677	0	432	11,0	0	72	3890												
Всего в физических единицах	100,0	5345	1282	0	100,0	27347	0	5562	100,0	0	1657	34234												
Всего в приведенных единицах	100,0	4640	687	0	100,0	13115	0	2949	100,0	0	804	17632												

Таблица А.43 – Карточка наблюдения машинопопотоков  
Перекресток: ул. Космическая — Запорожское шоссе

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	60,7		107		163		0		64,7		400		0		107		62,3		0		114		427	
Легковые автомобили	19,1		18		67		0		8,0		47		0		16		7,7		0		15		52	
Грузовые автомобили	1,3		6		0		0		7,3		49		0		8		7,3		0		8		55	
Автобусы	18,9		42		42		0		20,0		117		0		40		22,7		0		65		132	
Микроавтобусы	100,0		173		272		0		100,0		613		0		171		100,0		0		202		666	
Всего в физических единицах																								

Таблица А.44 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
	60,7		1898		2892		0		64,7		7097		0		1898		62,3		0		2023		7576	
Легковые автомобили	19,1		319		1189		0		8,0		834		0		284		7,7		0		266		923	
Грузовые автомобили	1,3		106		0		0		7,3		869		0		142		7,3		0		142		976	
Автобусы	18,9		745		745		0		20,0		2076		0		710		22,7		0		1153		2342	
Микроавтобусы	100,0		3069		4826		0		100,0		10876		0		3034		100,0		0		3584		11816	
Всего в физических единицах	100,0		1652		2770		0		100,0		5893		0		1634		100,0		0		1959		6463	
Всего в приведенных единицах																								



Таблица А.45 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: ул. Паникахи – ул. Героев Сталинграда

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	74,8	172	184	0	69,4	324	0	107	68,5	0	70	336
Грузовые автомобили	12,8	45	16	0	16,1	86	0	14	16,5	0	36	62
Автобусы	0,2	1	0	0	1,6	7	0	3	1,9	0	0	11
Микроавтобусы	12,2	51	7	0	12,9	42	0	38	13,2	0	4	74
Всего в физических единицах	100,0	269	207	0	100,0	459	0	162	100,0	0	110	483

Таблица А.46 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	74,8	3354	3588	0	69,4	6318	0	2087	68,5	0	1365	6552
Грузовые автомобили	12,8	878	312	0	16,1	1677	0	273	16,5	0	702	1209
Автобусы	0,2	20	0	0	1,6	137	0	59	1,9	0	0	215
Микроавтобусы	12,2	995	137	0	12,9	819	0	741	13,2	0	78	1443
Всего в физических единицах	100,0	5246	4037	0	100,0	8951	0	3159	100,0	0	2145	9419
Всего в приведенных единицах	100,0	2821	1749	0	100,0	4752	0	1618	100,0	0	1266	4878

Таблица А.47 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Кротова – ул. Героев Сталинграда

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	63,8	123	108	16	71,2	424	23	88	70,9	6	190	373	87,0	3	2	15
Грузовые автомобили	21,7	45	36	3	16,6	82	5	38	8,6	2	21	46	8,7	0	0	2
Автобусы	3,6	4	10	0	1,3	10	0	0	3,7	0	8	22	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	10,9	17	21	4	10,8	75	0	6	16,7	3	37	94	4,3	1	0	0
Всего в физических единицах	100,0	189	175	23	100,0	591	28	132	100,0	11	256	535	100,0	4	2	17

Таблица А.48 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	%		1 –		%		2 –		%		3 –		%		4 –	
	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –	1 –	2 –	3 –	4 –
Легковые автомобили	63,8	2528	2219	329	71,2	8713	473	1808	70,9	123	3904	7665	87,0	62	41	308
Грузовые автомобили	21,7	925	740	62	16,6	1685	103	781	8,6	41	432	945	8,7	0	0	41
Автобусы	3,6	82	205	0	1,3	205	0	0	3,7	0	164	452	0,0	0	0	0
Микроавтобусы	10,9	349	432	82	10,8	1541	0	123	16,7	62	760	1932	4,3	21	0	0
Всего в физических единицах	100,0	3884	3596	473	100,0	12145	575	2712	100,0	226	5261	10994	100,0	82	41	349
Всего в приведенных единицах	100,0	2201	2099	240	100,0	6220	280	1541	100,0	128	2594	5635	100,0	37	15	157

Таблица А.49 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: ул. Паникахи – Запорожское шоссе

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	72,3	44	63	0	80,4	326	0	52	76,0	0	67	215												
Грузовые автомобили	10,8	8	8	0	7,9	28	0	9	14,6	0	7	47												
Автобусы	2,7	2	2	0	1,3	4	0	2	1,6	0	0	6												
Микроавтобусы	14,2	0	21	0	10,4	43	0	6	7,8	0	9	20												
Всего в физических единицах	100,0	54	94	0	100,0	401	0	69	100,0	0	83	288												

Таблица А.50 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	72,3	798	1142	0	80,4	5909	0	943	76,0	0	1214	3897												
Грузовые автомобили	10,8	145	145	0	7,9	508	0	163	14,6	0	127	852												
Автобусы	2,7	36	36	0	1,3	73	0	36	1,6	0	0	109												
Микроавтобусы	14,2	0	381	0	10,4	779	0	109	7,8	0	163	363												
Всего в физических единицах	100,0	979	1704	0	100,0	7268	0	1251	100,0	0	1504	5220												
Всего в приведенных единицах	100,0	486	869	0	100,0	3328	0	631	100,0	0	691	2682												

Таблица А.51 – Карточка наблюдения машинопотоков  
Перекресток: ул. Космическая – Набережная Победы

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4					
	%		1-4		%		2-3		%		3-2		%		4-1		4-3	
	1-2	1-3	1-4	%	2-3	2-4	2-3	3-4	3-2	3-1	3-2	3-1	3-2	3-1	4-1	4-2	4-1	4-2
Легковые автомобили	74,5	490	152	78	80,8	226	193	397	74,1	73	220	176	75,2	91	264	25		
Грузовые автомобили	14,8	61	39	43	13,2	51	47	35	8,2	16	21	15	10,7	18	9	27		
Автобусы	1,6	7	6	2	1,2	4	5	3	0,8	3	1	1	3,4	4	2	11		
Микроавтобусы	9,1	47	22	19	4,9	38	1	10	16,9	61	23	23	10,7	54	0	0		
Всего в физических единицах	100,0	605	219	142	100,0	319	246	445	100,0	153	265	215	100,0	167	275	63		

Таблица А.52 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4					
	%		1-4		%		2-3		%		3-2		%		4-1		4-3	
	1-2	1-3	1-4	%	2-3	2-4	2-3	3-4	3-2	3-1	3-2	3-1	3-2	3-1	4-1	4-2	4-1	4-2
Легковые автомобили	74,5	2975	1527	80,8	4424	3776	7772	74,1	1429	4306	3445	75,2	1781	5167	489			
Грузовые автомобили	14,8	1194	763	842	13,2	998	920	685	8,2	313	411	294	10,7	352	176	528		
Автобусы	1,6	137	117	39	1,2	78	98	59	0,8	59	20	20	3,4	78	39	215		
Микроавтобусы	9,1	920	431	372	4,9	744	20	196	16,9	1194	450	450	10,7	1057	0	0		
Всего в физических единицах	100,0	11842	4287	2779	100,0	6244	4814	8711	100,0	2995	5187	4208	100,0	3269	5383	1233		
Всего в приведенных единицах	100,0	5564	2303	1708	100,0	3244	2463	3799	100,0	1713	2349	1908	100,0	1816	2160	963		

Таблица А.53 – Карточка наблюдения машинопотоков

Перекресток: Заводская набережная – ул. Павлова

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	61,3	332	155	0	72,1	559	0	172	68,1	0	197	396
Грузовые автомобили	24,4	148	46	0	16,2	80	0	84	10,6	0	36	56
Автобусы	1,6	13	0	0	2,0	14	0	6	7,3	0	4	60
Микроавтобусы	12,7	77	24	0	9,8	66	0	33	14,0	0	36	86
Всего в физических единицах	100,0	570	225	0	100,0	719	0	295	100,0	0	273	598

Таблица А.54 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	61,3	4176	1950	0	72,1	7031	0	2163	68,1	0	2478	4981
Грузовые автомобили	24,4	1861	579	0	16,2	1006	0	1057	10,6	0	453	704
Автобусы	1,6	164	0	0	2,0	176	0	75	7,3	0	50	755
Микроавтобусы	12,7	968	302	0	9,8	830	0	415	14,0	0	453	1082
Всего в физических единицах	100,0	7169	2830	0	100,0	9043	0	3710	100,0	0	3434	7521
Всего в приведенных единицах	100,0	4264	1511	0	100,0	4402	0	2233	100,0	0	1743	4174

Таблица А.55 – Карточка наблюдения машинополюков

Перекресток: пр. Петровского — ул. Павлова

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	73,2	11	403	125	66,5	122	460	2	52,5	118	26	172												
Грузовые автомобили	13,5	0	37	62	18,8	103	60	2	25,4	40	52	61												
Автобусы	8,4	0	62	0	9,3	4	78	0	13,6	78	0	4												
Микроавтобусы	4,9	0	32	4	5,4	14	33	0	8,5	33	0	18												
Всего в физических единицах	100,0	11	534	191	100,0	243	631	4	100,0	269	78	255												

Таблица А.56 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинополюков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3															
	%		1-2		1-3		1-4		%		2-3		2-4		2-1		%		3-4		3-1		3-2	
Легковые автомобили	73,2	127	4666	1447	66,5	1412	5326	23	52,5	1366	301	1991												
Грузовые автомобили	13,5	0	428	718	18,8	1193	695	23	25,4	463	602	706												
Автобусы	8,4	0	718	0	9,3	46	903	0	13,6	903	0	46												
Микроавтобусы	4,9	0	370	46	5,4	162	382	0	8,5	382	0	208												
Всего в физических единицах	100,0	127	6182	2211	100,0	2813	7306	46	100,0	3114	903	2952												
Всего в приведенных единицах	100,0	48	3262	1291	100,0	1884	4000	32	100,0	2284	715	1646												

Таблица А.57 – Карточка наблюдения машинопопотоков

Перекресток: пр. Металлургов – ул. Криворожская

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	44,9	29	0	183	0	22	74,1	63	166			
Грузовые автомобили	11,6	8	0	14	0	0	7,4	8	15			
Автобусы	40,6	18	0	2	0	13	5,2	16	0			
Микроавтобусы	2,9	2	0	20	0	0	13,3	8	33			
Всего в физических единицах	100,0	57	0	100,0	0	35	100,0	95	214			

Таблица А.58 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3			
	%		1-4		%		2-4		%		3-4	
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	2-1	3-1	3-2				
Легковые автомобили	44,9	41	596	0	3760	0	452	74,1	1295	3411		
Грузовые автомобили	11,6	0	164	0	288	0	0	7,4	164	308		
Автобусы	40,6	205	370	0	41	0	267	5,2	329	0		
Микроавтобусы	2,9	0	41	0	411	0	0	13,3	164	678		
Всего в физических единицах	100,0	247	1171	0	4500	0	719	100,0	1952	4398		
Всего в приведенных единицах	100,0	255	847	0	2020	0	481	100,0	1143	2039		

Таблица А.59 – Карточка наблюдения машинопотоков  
Перекресток: Кайдакский мост – Набережная Ленина

Вид подвижного состава автомобильно-го транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	1 – 2		1 – 1		2 – 2		2 – 1		3 – 3		3 – 4		4 – 4		4 – 3	
	%		%		%		%		%		%		%		%	
Легковые автомобили	73,4	9985	0	0	71,3	0	8431	65,7	15716	0	0	76,3	0	0	18869	
Грузовые автомобили	13,7	1870	0	0	17,9	0	2112	21,8	5204	0	0	13,5	0	0	3348	
Автобусы	3,4	468	0	0	1,9	0	226	4,2	1011	0	0	4,0	0	0	980	
Микроавтобусы	9,4	1282	0	0	8,9	0	1056	8,3	1976	0	0	6,2	0	0	1538	
Всего в физических единицах	100,0	13605	0	0	100,0	0	11825	100,0	23906	0	0	100,0	0	0	24736	

Таблица А.60 – Приведенные среднесуточные интенсивности машинопотоков

Вид подвижного состава автомобильного транспорта	Подъезд 1				Подъезд 2				Подъезд 3				Подъезд 4			
	1 – 2		1 – 1		2 – 2		2 – 1		3 – 3		3 – 4		4 – 4		4 – 3	
	%		%		%		%		%		%		%		%	
Легковые автомобили	73,4	7925	0	0	71,3	0	6692	65,7	12473	0	0	76,3	0	0	14975	
Грузовые автомобили	13,7	1484	0	0	17,9	0	1676	21,8	4130	0	0	13,5	0	0	2657	
Автобусы	3,4	371	0	0	1,9	0	180	4,2	802	0	0	4,0	0	0	778	
Микроавтобусы	9,4	1018	0	0	8,9	0	838	8,3	1568	0	0	6,2	0	0	1221	
Всего в физических единицах	100,0	10797	0	0	100,0	0	9385	100,0	18973	0	0	100,0	0	0	19632	
Всего в приведенных единицах	100,0	5567	0	0	100,0	0	4953	100,0	10789	0	0	100,0	0	0	9995	



ДОДАТОК Б  
ЛИСТИНГ ПРОГРАМИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ  
ПОТОКІВ

```
unit Main;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, Menus, StdCtrls, ExtCtrls, ToolWin, ComCtrls, Buttons, ActnList,  
ActnMan, ActnCtrls, ActnMenus, Gauges, Grids, ValEdit, Mask, Printers, Math,  
TrucksObj, FileAlarm, Halt, MultInst, UnitEvents, HaltChoice, NewData, Hi,  
CheckText, UnitHelp;
```

```
type
```

```
TFormMain = class(TForm)  
  MainMenu: TMainMenu;  
  mmiData: TMenuItem;  
  miDataOpen: TMenuItem;  
  miDataSave: TMenuItem;  
  miDataSep1: TMenuItem;  
  miDataSep2: TMenuItem;  
  miDataExit: TMenuItem;  
  miDataNew: TMenuItem;  
  mmiResult: TMenuItem;  
  miResultSave: TMenuItem;  
  miResultPrint: TMenuItem;  
  mmiRun: TMenuItem;  
  mmiBook: TMenuItem;  
  miBookAbout: TMenuItem;  
  miBookHelp: TMenuItem;  
  ToolBarMain: TToolBar;  
  SpeedButtonNew: TSpeedButton;  
  SpeedButtonRun: TSpeedButton;  
  SpeedButtonOpen: TSpeedButton;  
  SpeedButtonHelp: TSpeedButton;  
  SpeedButtonExit: TSpeedButton;  
  SpeedButtonSaveRes: TSpeedButton;  
  SpeedButtonPrintRes: TSpeedButton;  
  SpeedButtonSaveData: TSpeedButton;  
  ToolButton1: TToolButton;
```

ToolButton2: TToolButton;  
ToolButton3: TToolButton;  
ToolButton4: TToolButton;  
ToolButton5: TToolButton;  
ToolButton6: TToolButton;  
OpenDialog: TOpenDialog;  
SaveDialogMain: TSaveDialog;  
PrintDialog: TPrintDialog;  
ActionListMain: TActionList;  
ActionExit: TAction;  
ActionOpen: TAction;  
ActionRun: TAction;  
PanelImage: TPanel;  
TimerMain: TTimer;  
ActionSaveData: TAction;  
ActionSaveRes: TAction;  
ActionPrintRes: TAction;  
ActionNew: TAction;  
PanelControl: TPanel;  
GroupBoxTrack: TGroupBox;  
TrackBarMain: TTrackBar;  
SpeedButtonBrake: TSpeedButton;  
SpeedButtonStop: TSpeedButton;  
BevelBottom: TBevel;  
LabelTextModelTime: TLabel;  
LabelTextCurTime: TLabel;  
LabelModelTime: TLabel;  
LabelCurTime: TLabel;  
GroupBoxGlobal: TGroupBox;  
ActionHelp: TAction;  
LabelTimeScale: TLabel;  
StaticTextJ1: TStaticText;  
StaticTextJ2: TStaticText;  
StaticTextJ3: TStaticText;  
StaticTextAuto: TStaticText;  
StaticTextNull: TStaticText;  
StaticTextPnt1: TStaticText;  
StaticTextPnt2: TStaticText;  
StaticTextTime: TStaticText;  
StaticTextAuto4: TStaticText;  
StaticTextAuto3: TStaticText;  
StaticTextAuto2: TStaticText;  
StaticTextAuto1: TStaticText;  
StaticTextSpeed: TStaticText;

StaticTextUpload: TStaticText;  
StaticTextPoints: TStaticText;  
StaticTextJourney: TStaticText;  
StaticTextHeadATP: TStaticText;  
StaticTextHeadAuto: TStaticText;  
StaticTextDownload: TStaticText;  
StaticTextSigSpeed: TStaticText;  
StaticTextSigUpload: TStaticText;  
StaticTextHeadNumber: TStaticText;  
StaticTextSigDownload: TStaticText;  
StaticTextHeadJourney: TStaticText;  
StringGridResult: TStringGrid;  
EditNull: TEdit;  
EditAuto: TEdit;  
EditPoints: TEdit;  
EditGlobal1: TEdit;  
EditGlobal2: TEdit;  
EditGlobal3: TEdit;  
EditGlobal4: TEdit;  
EditGlobal5: TEdit;  
EditGlobal6: TEdit;  
EditGlobal7: TEdit;  
EditGlobal8: TEdit;  
EditJourney: TEdit;  
EditJourney11: TEdit;  
EditJourney12: TEdit;  
EditJourney13: TEdit;  
EditJourney21: TEdit;  
EditJourney22: TEdit;  
EditJourney23: TEdit;  
EditJourney31: TEdit;  
EditJourney32: TEdit;  
EditJourney33: TEdit;  
EditJourney41: TEdit;  
EditJourney42: TEdit;  
EditJourney43: TEdit;  
MaskEditTime1: TMaskEdit;  
MaskEditTime2: TMaskEdit;  
MaskEditTime3: TMaskEdit;  
MaskEditTime4: TMaskEdit;  
PanelPnt1: TPanel;  
ProgressBarPnt1: TProgressBar;  
PanelDepot: TPanel;  
ProgressBarDepot: TProgressBar;

```

PanelPnt2: TPanel;
ProgressBarPnt2: TProgressBar;
PanelATP: TPanel;
ProgressBarATP: TProgressBar;
ActionIntChk: TAction;
ActionJrnChk: TAction;
ActionTimeChk: TAction;
ActionFloatChk: TAction;
SaveDialog: TSaveDialog;
miResultSaveAs: TMenuItem;
miDataSaveAs: TMenuItem;
ActionSaveDataAs: TAction;
ImageAuto1: TImage;
ImageAuto2: TImage;
ImageAuto3: TImage;
ImageAuto4: TImage;
ActionSaveResAs: TAction;
PrinterSetupDialogMain: TPrinterSetupDialog;
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure ActionExitExecute(Sender: TObject);
procedure ActionOpenExecute(Sender: TObject);
procedure ActionRunExecute(Sender: TObject);
procedure ActionSaveDataExecute(Sender: TObject);
procedure ActionNewExecute(Sender: TObject);
procedure ActionPrintResExecute(Sender: TObject);
procedure ActionSaveResExecute(Sender: TObject);
procedure TrackBarMainChange(Sender: TObject);
procedure TimerMainTimer(Sender: TObject);
procedure miBookAboutClick(Sender: TObject);
procedure ActionIntChkExecute(Sender: TObject);
procedure ActionJrnChkExecute(Sender: TObject);
procedure ActionTimeChkExecute(Sender: TObject);
procedure ActionFloatChkExecute(Sender: TObject);
procedure SpeedButtonBrakeClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure SpeedButtonStopClick(Sender: TObject);
procedure ActionSaveDataAsExecute(Sender: TObject);
procedure ActionSaveResAsExecute(Sender: TObject);
procedure ActionHelpExecute(Sender: TObject);
private
  FIdle: Boolean;
  FDepotUp: integer;
  FPointUp: integer;
  FNewData: Boolean;

```

```

FResSaved: Boolean;
FRealTime: integer;
FATPRight: integer;
FDepotLeft: integer;
FOldCaption: string;
FDataSaved: Boolean;
FPointDown: integer;
FDepotDown: integer;
FModelTime: integer;
FTimeScale: integer;
FAutoInput: integer;
FEventCount: integer;
FGlobalInit: integer;
FGlobalInput: integer;
FDHorzRoller: integer;
FTHorzRoller: integer;
FLVertRoller: integer;
FRVertRoller: integer;
FScheduleInput: integer;
FInputComplete: boolean;
FTrucksModel: TTrucksModel;
FScale: array[0..MaxPoints] of real;
FTruck: array[1..MaxAutos] of TTruck;
FTruckImage: array[1..MaxAutos] of TImage;
function DataSaved: Boolean;
function ResultSaved: Boolean;
function CanStopModel: Boolean;
function CanReloadFile: Boolean;
function SaveResult(AFileName: string): Boolean;
function WriteData(const AFileName: string): Boolean
function OpenDataFailure(const AFileName: string): Boolean
procedure ResetButtons;
procedure OpenDataFile(const AfileName: string);
procedure SetWindowCaption(DataExists: Boolean);
procedure OnEventHandler(Sender: TObject;
                        AnEventSource: TEventSource; var Go: Boolean);

public
  property OldCaption: string read FOldCaption;
end;

var
  FormMain: TFormMain;

implementation

```

```
{$R *.dfm}
```

```
const
```

```
  HorzMargin = 15;
```

```
  VertMargin = 5;
```

```
  BottomMargin = 200;
```

```
  RightMargin = 150;
```

```
  LeftMargin = 400;
```

```
  TopMargin = 200;
```

```
  PageRows = 40;
```

```
  ResTabMargins: array [0..4] of integer = (15, 40, 105, 15, 80);
```

```
  DataTabMargins: array [0..1] of integer = (100, 40);
```

```
  HeaderStrings: array [0..4] of string =
```

```
  ('#', 'Время', 'Тип события', 'А/м', 'Процесс');
```

```
procedure TFormMain.FormCreate(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
  i: integer;
```

```
begin
```

```
  FTruckImage[1] := ImageAuto1;
```

```
  FTruckImage[2] := ImageAuto2;
```

```
  FTruckImage[3] := ImageAuto3;
```

```
  FTruckImage[4] := ImageAuto4;
```

```
  FTrucksModel := TTrucksModel.Create(OnEventHandler);
```

```
  with StringGridResult do
```

```
    begin
```

```
      Cells[0, 0] := '' + HeaderStrings[0];
```

```
      Cells[1, 0] := ' ' + HeaderStrings[1];
```

```
      Cells[2, 0] := '          ' + HeaderStrings[2];
```

```
      Cells[3, 0] := '' + HeaderStrings[3];
```

```
      Cells[4, 0] := '          ' + HeaderStrings[4];
```

```
    end;
```

```
  if EditGlobal1.Enabled then
```

```
    FGlobalInit := 0
```

```
  else
```

```
    FGlobalInit := 3;
```

```
  with FTrucksModel do
```

```
    for i := 1 to MaxAutos do
```

```
      begin
```

```
        FTruck[i] := FATP.Item[i] as TTruck;
```

```
        (FATP.Item[i] as TTruck).FTruckID := i;
```

```
      end;
```

```
  FATPRight := PanelATP.Left + PanelATP.Width;
```

```

FPointUp := PanelPnt2.Top - ImageAuto1.Height;
FDepotUp := PanelDepot.Top - ImageAuto1.Height;
FPointDown := PanelPnt1.Top + PanelPnt1.Height;
FDepotDown := PanelDepot.Top + PanelDepot.Height;
FDepotLeft := PanelDepot.Left - ImageAuto1.Width;
FTHorzRoller := PanelATP.Top + VertMargin;
FLVertRoller := PanelDepot.Left + HorzMargin;
FDHorzRoller := PanelATP.Top + PanelATP.Height
               - ImageAuto1.Height - VertMargin;
FRVertRoller := PanelDepot.Left + PanelDepot.Width
               - ImageAuto1.Width - HorzMargin;
TimerMain.Interval := 1000 div ModelTimeScale;
StringGridResult.Enabled := False;
GroupBoxGlobal.Enabled := False;
TimerMain.Enabled := False;
FInputComplete := False;
FOldCaption := Caption;
FDataSaved := True;
FResSaved := True;
FNewData := False;
FTimeScale := 1;
FIdle := True;
if ParamCount > 0 then
  OpenDataFile(ParamStr(1));
end; //-----

function TFormMain.OpenDataFailure(const AFileName: string): Boolean;
var
  F: TextFile;
  i: integer;
  k: integer;
begin
  {$I-}
  AssignFile(F, AFileName);
  Reset(F);
  with FTrucksModel do
  try
    ReadLn(F, CurrentStudent);
    ReadLn(F, FJourneyLength[0]);
    ReadLn(F, FAverageSpeed);
    ReadLn(F, FSigmaSpeed);
    ReadLn(F, FAverageUp);
    ReadLn(F, FSigmaUp);
    ReadLn(F, FAverageDown);
  
```

```

ReadLn(F, FSigmaDown);
for i := 1 to MaxPoints do
  ReadLn(F, FJourneyLength[i]);
for i := 1 to MaxAutos do
begin
  for k := 1 to MaxJourneys do
    ReadLn(F, (FATP.Item[i] as TTruck).FTask[k]);
    ReadLn(F, (FATP.Item[i] as TTruck).FIssue);
  end;
  result := IOResult <> 0;
finally
  CloseFile(F);
end;
{$I+}
end; //-----

```

```

function TFormMain.DataSaved: Boolean;
begin
  if ChoiceMessage('Исходные данные "' + CurrentStudent
  + '" не записаны! ', 'Записать их?') then
    ActionSaveDataExecute(Application)
  else
    FDataSaved := True;
  result := FDataSaved;
end; //-----

```

```

function TFormMain.SaveResult(AFileName: string): Boolean;
var
  S: string;
  F: TextFile;
  i, k: integer;
begin
  {$I-}
  result := False;
  AssignFile(F, AFileName);
  Rewrite(F);
  with FTrucksModel, FATP do
  try
    WriteLn(F, CurrentStudent);
    WriteLn(F, DataString[1] + ':', FJourneyLength[0]:5:1);
    WriteLn(F, DataString[2] + ':', FAverageSpeed:5:1);
    WriteLn(F, DataString[3] + ':', FSigmaSpeed:3:0);
    WriteLn(F, DataString[4] + ':', FAverageUp:3);
    WriteLn(F, DataString[5] + ':', FSigmaUp:3);
  end;
end;

```



```

WriteLn(F, DataString[6] + ':', FAverageDown:3);
WriteLn(F, DataString[7] + ':', FSigmaDown:3);
WriteLn(F);
WriteLn(F, DataString[8] + ':');
for i := 1 to MaxPoints do
  WriteLn(F, DataString[9], i:2, '-', FJourneyLength[i]:5:1);
WriteLn(F);
WriteLn(F, '***' + DataString[10] + '***');
WriteLn(F);
for i := 1 to MaxAutos do
begin
  WriteLn(F, DataString[11], i:2, '          ***');
  Write(F, DataString[12]);
  S := '';
  for k := 1 to MaxJourneys do
  begin
    S := S + IntToStr((FATP.Item[i] as TTruck).FTask[k]);
    S := S + '-';
  end;
  Delete(S, Length(S), 1);
  WriteLn(F, S);
  WriteLn(F, DataString[13] + ': ',
    DigitsTimeToStr((FATP.Item[i] as TTruck).FIssue));
end;
WriteLn(F);
WriteLn(F, '          Результаты моделирования');
with StringGridResult do
for i := 1 to RowCount do
begin
  S := Cells[0, i];
  while Length(S) < 14 do
    Insert(' ', S, 1);
  S := S + ' ' + Cells[1, i] + ' ' + Cells[2, i];
  while Length(S) < 58 do
    S := S + ' ';
  S := S + Cells[3, i] + ' ' + Cells[4, i];
  Write(F, S);
  WriteLn(F);
end;
finally
  CloseFile(F);
end;
{$I+}
if IOResult = 0 then

```

```

    result := True
else
    ShowHaltMessage('Ошибка записи файла результатов! ');
end; //-----

function TFormMain.ResultSaved: Boolean;
var
    FileName: string;
begin
    case HaltResetMessage('Результаты моделирования "' + CurrentStudent
    + '" не записаны! ', 'Записать их?') of
        mrOk: begin
            FileName := CurrentFileName;
            FileName[Length(FileName)] := 'r';
            FResSaved := SaveResult(FileName);
        end;
        mrCancel: FResSaved := True;
    end;
    result := FResSaved;
end; //-----

function TFormMain.CanStopModel: Boolean;
{----- Остановить моделирование? -----}
begin
    result := FIdle or ChoiceMessage('Процесс моделирования еще не закончен! ',
    'Закончить его?');
end; //-----

function TFormMain.CanReloadFile: Boolean;
begin
    result := (FInputComplete or (FDataSaved or DataSaved))
    and (FResSaved or ResultSaved);
end; //-----

function TFormMain.WriteData(const AFileName: string): Boolean;
var
    i, k: integer;
    F: TextFile;
begin
    {$I-}
    AssignFile(F, AFileName);
    Rewrite(F);
    with FTrucksModel, FATP do
    try

```

```

WriteLn(F, CurrentStudent);
WriteLn(F, FJourneyLength[0]:5:1);
WriteLn(F, FAverageSpeed:4:1);
WriteLn(F, FSigmaSpeed:2:0);
WriteLn(F, FAverageUp);
WriteLn(F, FSigmaUp);
WriteLn(F, FAverageDown);
WriteLn(F, FSigmaDown);
for i := 1 to MaxPoints do
  WriteLn(F, FJourneyLength[i]:4:1);
for i := 1 to MaxAutos do
begin
  for k := 1 to MaxJourneys do
    WriteLn(F, (FATP.Item[i] as TTruck).FTask[k]);
    WriteLn(F, (FATP.Item[i] as TTruck).FIssue);
  end;
finally
  CloseFile(F);
end;
{$I+}
result := IOResult = 0;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ResetButtons;
begin
  FInputComplete := (FAutoInput = AutoDataMask)
    and (FGlobalInput = GlobalDataMask)
    and (FScheduleInput = ScheduleDataMask);
  SpeedButtonSaveData.Enabled := FInputComplete;
  SpeedButtonRun.Enabled := FInputComplete;
  miDataSaveAs.Enabled := FInputComplete;
  miDataSave.Enabled := FInputComplete;
  mmiRun.Enabled := FInputComplete;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.OpenDataFile(const AFileName: string);
begin
  if OpenDataFailure(AFileName) then
    ShowHaltMessage('Ошибка при чтении файла данных "'
      + ExtractFileName(AFileName) + '". ')
  else with FTrucksModel do
    begin
      FNewData := False;
      CurrentFileName := AFileName;
    end;
end;

```

```

EditGlobal6.Text := IntToStr(FSigmaUp);
EditGlobal8.Text := IntToStr(FSigmaDown);
EditGlobal5.Text := IntToStr(FAverageUp);
EditGlobal7.Text := IntToStr(FAverageDown);
EditGlobal4.Text := FloatToStr(FSigmaSpeed);
EditGlobal3.Text := FloatToStr(FAverageSpeed);
EditNull.Text := FloatToStr(FJourneyLength[0]);
EditGlobal1.Text := FloatToStr(FJourneyLength[1]);
EditGlobal2.Text := FloatToStr(FJourneyLength[2]);
EditJourney11.Text := IntToStr((FATP.Item[1] as TTruck).FTask[1]);
EditJourney12.Text := IntToStr((FATP.Item[1] as TTruck).FTask[2]);
EditJourney13.Text := IntToStr((FATP.Item[1] as TTruck).FTask[3]);
EditJourney21.Text := IntToStr((FATP.Item[2] as TTruck).FTask[1]);
EditJourney22.Text := IntToStr((FATP.Item[2] as TTruck).FTask[2]);
EditJourney23.Text := IntToStr((FATP.Item[2] as TTruck).FTask[3]);
EditJourney31.Text := IntToStr((FATP.Item[3] as TTruck).FTask[1]);
EditJourney32.Text := IntToStr((FATP.Item[3] as TTruck).FTask[2]);
EditJourney33.Text := IntToStr((FATP.Item[3] as TTruck).FTask[3]);
EditJourney41.Text := IntToStr((FATP.Item[4] as TTruck).FTask[1]);
EditJourney42.Text := IntToStr((FATP.Item[4] as TTruck).FTask[2]);
EditJourney43.Text := IntToStr((FATP.Item[4] as TTruck).FTask[3]);
MaskEditTime1.Text := DigitsTimeToMask((FATP.Item[1] as TTruck).FIssue);
MaskEditTime2.Text := DigitsTimeToMask((FATP.Item[2] as TTruck).FIssue);
MaskEditTime3.Text := DigitsTimeToMask((FATP.Item[3] as TTruck).FIssue);
MaskEditTime4.Text := DigitsTimeToMask((FATP.Item[4] as TTruck).FIssue);
SetWindowCaption(True);
end;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.SetWindowCaption(DataExists: Boolean);
var
  i: Integer;
  SMan: string;
  SFile: string;
begin
  if DataExists then
    with FTrucksModel do
      begin
        i := 2;
        SMan := CurrentStudent;
        while (Length(SMan) > 0) and (SMan[1] = ' ') do
          Delete(SMan, 1, 1);
        if Length(SMan) > 0 then
          SMan[1] := UpperCase(SMan[1])[1];
      end;
    end;
end;

```

```

while (i <= Length(SMan)) and (SMan[i] <> ' ') do
  Inc(i);
if i <= Length(SMan) then
begin
  Inc(i);
  while (i <= Length(SMan)) and (SMan[i] = ' ') do
    Delete(SMan, i, 1);
  if i > Length(SMan) then
    SetLength(SMan, i - 1)
  else begin
    SMan[i] := UpperCase(SMan[i])[1];
    Inc(i);
    if i > Length(SMan) then
      SMan := SMan + '!'
    else begin
      while (i <= Length(SMan)) and (SMan[i] <> ' ') and (SMan[i] <> '!') do
        Delete(SMan, i, 1);
      if i > Length(SMan) then
        SMan := SMan + '!'
      else begin
        if SMan[i] = '.' then
          Inc(i)
        else begin
          Insert('.', SMan, i);
          Inc(i, 2);
        end;
        if i > Length(SMan) then
          SetLength(SMan, i - 1)
        else begin
          while (i <= Length(SMan)) and (SMan[i] = ' ') do
            Delete(SMan, i, 1);
          if i > Length(SMan) then
            SetLength(SMan, i - 1)
          else begin
            SMan[i] := UpperCase(SMan[i])[1];
            Inc(i);
            if i <= Length(SMan) then
              SetLength(SMan, i - 1);
            SMan := SMan + '!';
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

end;
SFile := ExtractFileName(CurrentFileName);
i := Pos('.', SFile);
if i > 0 then
  Delete(SFile, i, Length(SFile) - i + 1);
Caption := OldCaption + ':' + SMan + '(' + SFile + ')';
SpeedButtonSaveData.Enabled := not FNewData;
SpeedButtonRun.Enabled := not FNewData;
SpeedButtonPrintRes.Enabled := False;
SpeedButtonSaveRes.Enabled := False;
miDataSave.Enabled := not FNewData;
mmiData.Enabled := not FNewData;
mmiRun.Enabled := not FNewData;
GroupBoxGlobal.Enabled := True;
mmiResult.Enabled := False;
FDataSaved := not FNewData;
FInputComplete := False;
FResSaved := True;
end;
end; //-----

procedure TFormMain.OnEventHandler(Sender: TObject; AnEventSource:
TEventSource; var Go: Boolean);
begin
  with StringGridResult, AnEventSource as TTruck, FTruckImage[FTruckID] do
  begin
    if (FState <> tsBehindDepot)
      and ((FState <> tsDepot) or (FJourney < MaxJourneys)) then
    begin
      Inc(FEventCount); // Еще одно событие
      if FEventCount = RowCount then
        RowCount := RowCount + 1;
      Cells[0, FEventCount] := IntToStr(FEventCount);
      Cells[1, FEventCount] := DigitsTimeToStr(SourceTime);
      Cells[3, FEventCount] := ' ' + IntToStr(FTruckID);
    end;
    case FState of
      tsATP: begin
        ProgressBarATP.StepIt;
        Visible := False;
      end;
      tsFromATP: begin
        with ProgressBarATP do
          Position := Position - 1;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

    Top := FDHorzRoller;
    Left := FATPRight;
    Visible := True;
end;
tsDepot: if FJourney = MaxJourneys then
begin
    Top := FTHorzRoller;
    Left := FDepotLeft;
end
else begin
    Visible := False;
    ProgressBarDepot.StepIt;
end;
tsFromDepot: begin
    with ProgressBarDepot do
        Position := Position - 1;
    if FTask[FJourney] = 1 then
    begin
        Left := FRVertRoller;
        Top := FDepotUp;
    end
    else begin
        Top := FDepotDown;
        Left := FLVertRoller;
    end;
    Visible := True;
end;
tsPoint: begin
    Visible := False;
    Cells[2, FEventCount] := IntToStr(FTask[FJourney]);
    if FTask[FJourney] = 1 then
        ProgressBarPnt1.StepIt
    else
        ProgressBarPnt2.StepIt;
end;
tsFromPoint: begin
    if FTask[FJourney] = 1 then
    with ProgressBarPnt1 do
        Position := Position - 1
    else with ProgressBarPnt2 do
        Position := Position - 1;
    if FTask[FJourney] = 1 then
    begin
        Left := FLVertRoller;

```

```

    Top := FPointDown;
end
else begin
    Top := FPointUp;
    Left := FRVertRoller;
end;
Visible := True;
end;
tsBehindDepot: begin
    Top := FTHorzRoller;
    Left := FDepotLeft;
end;
end;
end;
Go := False; // Остановить конвейер событий
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
    if not CanStopModel then
        Abort
    else
        if not CanReloadFile then
            Abort;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionOpenExecute(Sender: TObject);
begin
    if CanReloadFile then
        with OpenFileDialog do
            if Execute then
                OpenDataFile(FileName);
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionRunExecute(Sender: TObject);
var
    i: integer;
    k: integer;
begin
    if CanReloadFile then
        begin
            SpeedButtonSaveData.Enabled := False;
            StringGridResult.Enabled := True;
            SpeedButtonBrake.Enabled := True;

```



```

SpeedButtonOpen.Enabled := False;
SpeedButtonStop.Enabled := True;
SpeedButtonNew.Enabled := False;
SpeedButtonRun.Enabled := False;
GroupBoxGlobal.Enabled := False;
mmiResult.Enabled := False;
mmiData.Enabled := False;
mmiRun.Enabled := False;
FResSaved := True;
FEventCount := 0;
FRealTime := 0;
FIdle := False;
ProgressBarATP.Position := MaxAutos;
with StringGridResult do
begin
  RowCount := 15;
end;
with FTrucksModel do
begin
  FJourneyLength[0] := StrToFloat(EditNull.Text);
  FJourneyLength[1] := StrToFloat(EditGlobal1.Text);
  FJourneyLength[2] := StrToFloat(EditGlobal2.Text);
  StrToDigitsTime(MaskEditTime1.Text, (FATP.Item[1] as TTruck).FIssue);
  StrToDigitsTime(MaskEditTime2.Text, (FATP.Item[2] as TTruck).FIssue);
  StrToDigitsTime(MaskEditTime3.Text, (FATP.Item[3] as TTruck).FIssue);
  StrToDigitsTime(MaskEditTime4.Text, (FATP.Item[4] as TTruck).FIssue);
  FScale[0] := FJourneyLength[0] / (FDepotLeft - FATP.Right);
  FScale[1] := FJourneyLength[1] / (FDepotUp - FPointDown);
  FScale[2] := FJourneyLength[2] / (FPointUp - FDepotDown);
  FTimeScale := TrackBarMain.Position;
  InitModel; // Инициализация модели
  FModelTime := FTrucksModel.FEventCue.NextEventTime - 1;
  UnLockEventHandler;
end;
// Моделирование осуществляется через таймер
TimerMain.Enabled := True;
end;
end; //-----

procedure TFormMain.ActionExitExecute(Sender: TObject);
begin
  Close;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionSaveDataExecute(Sender: TObject);
begin
  if not WriteData(CurrentFileName) then
    ShowHaltMessage('Ошибка записи в файл ' +
ExtractFileName(CurrentFileName) + ')
  else
    FDataSaved := True;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionNewExecute(Sender: TObject);
var
  TruckForm: TNewDataForm;
begin
  if CanReloadFile then
  begin
    TruckForm := TNewDataForm.Create(Application);
    try
      if TruckForm.ShowModal = mrOk then
      begin
        FNewData := True;
        SetWindowCaption(True);
        GroupBoxGlobal.Enabled := True;
        FScheduleInput := ScheduleDataMask;
        FGlobalInput := FGlobalInit;
        FInputComplete := False;
        FAutoInput := 0;
        ResetButtons;
      end;
    finally
      TruckForm.Free;
    end;
  end;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionPrintResExecute(Sender: TObject);
var
  i, k,
  DataStroke,
  PrintWidth,
  TotalPages,
  StrokeHeight,
  PictureWidth,
  PictureHeight,
  TotalResultWidth: integer;

```

```

TextOutRect: TRect;
ResMargins: array[0..5] of integer;
S: string;

```

```

procedure PrintString(const AString1, AString2: string);
begin
  with Printer, Printer.Canvas do
  begin
    Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
    Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
    TextOutRect.Right := ResMargins[4];
    TextOutRect.Left := LeftMargin;
    DrawText(Handle, PChar(' ' + AString1), -1,
      TextOutRect, DT_LEFT + DT_VCENTER);
    Rectangle(TextOutRect);
    TextOutRect.Left := TextOutRect.Right;
    TextOutRect.Right := ResMargins[5];
    DrawText(Handle, PChar(AString2 + ' '), -1,
      TextOutRect, DT_RIGHT + DT_VCENTER);
    Rectangle(TextOutRect);
  end;
end; { PrintString }

```

```

procedure PrintData(const Index, Width, Decimal: integer; const AVar: real);
begin
  PrintString(DataString[Index], FloatToStrF(AVar, ffGeneral, Width, Decimal));
end; { PrintData }

```

```

begin
  if PrinterSetupDialogMain.Execute then
  begin
    DataStroke := 0;
    TotalResultWidth := SumInt(ResTabMargins);
    with Printer, Printer.Canvas do
    begin
      while Printing do;
      Pen.Color := clBlack;
      Font.Color := clBlack;
      Orientation := poPortrait;
      Font.Height := -PageHeight div 60 div 7;
      PrintWidth := PageWidth - LeftMargin - RightMargin;
      TotalPages := (StringGridResult.RowCount - 1) div PageRows + 1;
      PictureWidth := PageWidth div 7;
      with FormHelp.KTCImage do

```

```

PictureHeight := PictureWidth * (Height div Width
StrokeHeight := (PageHeight - PictureHeight
                - TopMargin - BottomMargin) div (PageRows + 4);
ResMargins[5] := PageWidth - RightMargin;
ResMargins[0] := LeftMargin;
for i := 0 to 3 do
    ResMargins[i + 1] := ResMargins[i] + PrintWidth
                        * ResTabMargins[i] div TotalResultWidth;
Title := Caption;
BeginDoc;
repeat
    StretchDraw(Rect(LeftMargin, TopMargin,
                    LeftMargin + PictureWidth, TopMargin + PictureHeight),
                FormHelp.KTCImage.Picture.Bitmap);
    Font.Style := [fsItalic];
    Font.Name := 'Times New Roman';
    TextOutRect.Right := PageWidth - RightMargin;
    TextOutRect.Left := LeftMargin + PictureWidth;
    TextOutRect.Bottom := TopMargin + PictureHeight;
    TextOutRect.Top := TextOutRect.Bottom - StrokeHeight;
    DrawText(Handle, PChar(CurrentStudent), -1, TextOutRect,
            DT_RIGHT + DT_VCENTER);
    TextOutRect.Bottom := TextOutRect.Top - PixelsPerInch div 5;
    TextOutRect.Top := TextOutRect.Bottom - TextHeight(FormHelp.ProgHeader);
    DrawText(Handle, PChar(FormHelp.ProgHeader), -1,
            TextOutRect, DT_RIGHT + DT_VCENTER);
    Font.Style := [fsBold];
    Brush.Style := bsClear;
    TextOutRect.Left := LeftMargin;
    TextOutRect.Right := PageWidth - RightMargin;
    TextOutRect.Top := TopMargin + PictureHeight + StrokeHeight;
    TextOutRect.Bottom := TextOutRect.Top + StrokeHeight;
    if PageNumber = 1 then
        with FTrucksModel, FATP do
            begin
                DrawText(Handle, PChar('Исходные данные'), -1,
                        TextOutRect, DT_CENTER + DT_VCENTER);
                Font.Style := [];
                Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
                Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
                TextOutRect.Right := ResMargins[4];
                DrawText(Handle, PChar('Показатель'), -1,
                        TextOutRect, DT_CENTER + DT_VCENTER);
                Rectangle(TextOutRect);

```

```

TextOutRect.Left := TextOutRect.Right;
TextOutRect.Right := ResMargins[5];
DrawText(Handle, PChar('Значение'), -1,
    TextOutRect, DT_CENTER + DT_VCENTER);
Rectangle(TextOutRect);
{ Собственно исходные данные }
PrintData(1, 5, 1, FJourneyLength[0]);
PrintData(2, 5, 1, FAverageSpeed);
PrintData(3, 3, 0, FSigmaSpeed);
PrintData(4, 3, 0, FAverageUp);
PrintData(5, 3, 0, FSigmaUp);
PrintData(6, 3, 0, FAverageDown);
PrintData(7, 3, 0, FSigmaDown);
TextOutRect.Left := LeftMargin;
TextOutRect.Right := ResMargins[5];
Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
DrawText(Handle, PChar(DataString[8]), -1,
    TextOutRect, DT_CENTER + DT_VCENTER);
Rectangle(TextOutRect);
for i := 1 to MaxPoints do
    PrintString(DataString[9] + ' ' + IntToStr(i),
        FloatToStrF(FJourneyLength[i], ffGeneral, 5, 1));
TextOutRect.Left := LeftMargin;
TextOutRect.Right := ResMargins[5];
Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
DrawText(Handle, PChar(DataString[10]), -1,
    TextOutRect, DT_CENTER + DT_VCENTER);
Rectangle(TextOutRect);
for i := 1 to MaxAutos do
begin
    Font.Style := [fsItalic];
    TextOutRect.Left := LeftMargin;
    TextOutRect.Right := ResMargins[5];
    Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
    Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
    DrawText(Handle,
        PChar(DataString[11] + ' ' + IntToStr(i)),
        -1, TextOutRect, DT_LEFT + DT_VCENTER);
    Rectangle(TextOutRect);
    Font.Style := [];
    S := "";
    for k := 1 to MaxJourneys do

```

```

begin
  S := S + IntToStr((FATP.Item[i] as TTruck).FTask[k]);
  S := S + '-';
end;
Delete(S, Length(S), 1);
PrintString(DataString[12], S);
PrintString(DataString[13],
  DigitsTimeToStr((FATP.Item[i] as TTruck).FIssue));
end;
end;
if PageNumber > 1 then
begin
  S := 'Результаты расчетов';
  if PageNumber = 2 then
    S := S + '(начало)'
  else
    S := S + '(продолжение)';
  DrawText(Handle, PChar(S), -1, TextOutRect, DT_CENTER +
DT_VCENTER);
  Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
  Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
  TextOutRect.Right := ResMargins[0];
  Font.Style := [];
  for k := 1 to 5 do
  begin
    S := HeaderStrings[k - 1];
    TextOutRect.Left := TextOutRect.Right;
    TextOutRect.Right := ResMargins[k];
    DrawText(Handle, PChar(S), -1, TextOutRect, DT_CENTER +
DT_VCENTER);
    Rectangle(TextOutRect);
  end;
  Inc(DataStroke);
  while (DataStroke < StringGridResult.RowCount)
    and (DataStroke mod (PageRows + 1) <> 0) do
  begin
    Inc(TextOutRect.Bottom, StrokeHeight);
    Inc(TextOutRect.Top, StrokeHeight);
    TextOutRect.Right := ResMargins[0];
    for k := 0 to 4 do
    begin
      S := StringGridResult.Cells[k, DataStroke];
      case k of
        0, 1: i := DT_CENTER;

```

```

2, 4: begin
    S := '' + S;
    i := DT_LEFT;
end;
else begin
    while S[1] = '' do
        Delete(S, 1, 1);
        i := DT_CENTER;
    end;
end;
TextOutRect.Left := TextOutRect.Right;
TextOutRect.Right := ResMargins[k + 1];
DrawText(Handle, PChar(S), -1, TextOutRect, i + DT_VCENTER);
Rectangle(TextOutRect);
end;
Inc(DataStroke);
end;
end;
TextOutRect.Left := LeftMargin;
TextOutRect.Right := PageWidth - RightMargin;
TextOutRect.Bottom := PageHeight - BottomMargin;
TextOutRect.Top := TextOutRect.Bottom - StrokeHeight;
S := IntToStr(PageNumber) + ' страница из ' + IntToStr(TotalPages);
DrawText(Handle, PChar(S), -1, TextOutRect, DT_RIGHT + DT_VCENTER);
if PageNumber = TotalPages then
    Dec(TotalPages)
else
    NewPage;
until PageNumber > TotalPages;
EndDoc;
end;
end;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionSaveResExecute(Sender: TObject);
var
    FileName: string;
begin
    FileName := CurrentFileName;
    FileName[Length(FileName)] := 'r';
    FResSaved := SaveResult(FileName);
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.TrackBarMainChange(Sender: TObject);

```

```

var
  S: string;
begin
  TrackBarMain.SelEnd := TrackBarMain.Position;
  S := IntToStr(TrackBarMain.Position);
  LabelTimeScale.Caption := S + ' : 1';
  FTimeScale := TrackBarMain.Position;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.TimerMainTimer(Sender: TObject);
var
  i: integer;
  NewCoord: integer;
  PathLength: integer;
begin
  Inc(FRealTime);
  Inc(FModelTime, FTimeScale);
  Application.ProcessMessages;
  LabelCurTime.Caption := DigitsTimeToStr(FRealTime);
  LabelModelTime.Caption := DigitsTimeToStr(FModelTime);
  with FTrucksModel, FATP do
  if FEventCue.Complete then
  begin
    FIdle := True;
    FResSaved := False;
    mmiRun.Enabled := True;
    mmiData.Enabled := True;
    mmiResult.Enabled := True;
    TimerMain.Enabled := False;
    SpeedButtonNew.Enabled := True;
    SpeedButtonRun.Enabled := True;
    GroupBoxGlobal.Enabled := True;
    SpeedButtonOpen.Enabled := True;
    SpeedButtonStop.Enabled := False;
    SpeedButtonBrake.Enabled := False;
    SpeedButtonSaveRes.Enabled := True;
    SpeedButtonSaveData.Enabled := True;
    SpeedButtonPrintRes.Enabled := True;
  end
  else begin
    while FEventCue.Running
      and (FEventCue.NextEventTime <= FModelTime) do
      FTrucksModel.RunModel;
    for i := 1 to MaxAutos do

```



```

with FTruck[i] do
  if FTruckImage[i].Visible then
    case FState of
      tsATP: begin
        PathLength := Round(GetTickLength(FTimeScale)
          / FScale[FTask[FJourney]]);
        NewCoord := FDepotLeft - PathLength;
        if NewCoord <> FTruckImage[i].Left then
          FTruckImage[i].Left := NewCoord;
        end;
      tsPoint, tsRunDepot: begin
        PathLength := Round(GetTickLength(FTimeScale)
          / FScale[FTask[FJourney]]);
        if FTask[FJourney] = 1 then
          NewCoord := FDepotUp - PathLength
        else
          NewCoord := FDepotDown + PathLength;
        if NewCoord <> FTruckImage[i].Top then
          FTruckImage[i].Top := NewCoord;
        end;
      tsDepot, tsRunPoint:
        if FJourney = 0 then
          begin
            PathLength := Round(GetTickLength(FTimeScale) / FScale[0]);
            NewCoord := FATPRight + PathLength;
            if NewCoord <> FTruckImage[i].Left then
              FTruckImage[i].Left := NewCoord;
            end
          else begin
            PathLength := Round(GetTickLength(FTimeScale)
              / FScale[FTask[FJourney]]);
            if FTask[FJourney] = 1 then
              NewCoord := FPointDown + PathLength
            else
              NewCoord := FPointUp - PathLength;
            if NewCoord <> FTruckImage[i].Top then
              FTruckImage[i].Top := NewCoord;
            end;
          end;
      tsBehindDepot: begin
        PathLength := Round(GetTickLength(FTimeScale) / FScale[0]);
        NewCoord := FDepotLeft - PathLength;
        if NewCoord <> FTruckImage[i].Left then
          FTruckImage[i].Left := NewCoord;
        end;
    end;
  end;
end;

```

```

    end;
end;
end; //-----

procedure TFormMain.miBookAboutClick(Sender: TObject);
begin
    if FormHelp.ShowModal = mrOk then;
end; //-----

procedure TFormMain.ActionIntChkExecute(Sender: TObject);
var
    Value: integer;
    Mask: integer;
begin
    with Sender as TEdit, FTrucksModel do
    begin
        Mask := 1 Shl (StrToInt(Copy(Name, Length(Name), 1)) - 1);
        if Text = " then
            FGlobalInput := FGlobalInput and not Mask
        else
            if CheckIntegerValue(Text, Value) then
            begin
                FGlobalInput := FGlobalInput or Mask;
                if Name = 'EditGlobal5' then
                    FAverageUp := Value
                else
                    if Name = 'EditGlobal6' then
                        FSigmaUp := Value
                    else
                        if Name = 'EditGlobal7' then
                            FAverageDown := Value
                        else
                            if Name = 'EditGlobal8' then
                                FSigmaDown := Value;
                            end
                        else begin
                            ShowHaltMessage('Введено некорректное число! ');
                            FGlobalInput := FGlobalInput and not Mask;
                            Abort;
                        end;
                    end;
                ResetButtons;
            end;
end;
end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionJrnChkExecute(Sender: TObject);
var
  Journey: integer;
  Value: integer;
  Auto: integer;
  Mask: integer;
begin
  with Sender as TEdit, FTrucksModel do
  begin
    Auto := StrToInt(Copy(Name, Length(Name) - 1, 1));
    Journey := StrToInt(Copy(Name, Length(Name), 1));
    Mask := 1 Shl ((Journey - 1) * 4 + Auto - 1);
    if Text = " then
      FAutoInput := FAutoInput and not Mask
    else
      if CheckIntegerValue(Text, Value)
        and (Value <= MaxPoints) and (Value > 0) then
        begin
          (FATP.Item[Auto] as TTruck).FTask[Journey] := Value;
          FAutoInput := FAutoInput or Mask;
        end
      else begin
        ShowHaltMessage('Введено некорректное число! ');
        FAutoInput := FAutoInput and not Mask;
        Abort;
      end;
      ResetButtons;
    end;
  end; //-----

```

```

procedure TFormMain.ActionTimeChkExecute(Sender: TObject);
var
  Time: integer;
  Auto: integer;
  Mask: integer;
begin
  with Sender as TMaskEdit, FTrucksModel do
  begin
    Auto := StrToInt(Copy(Name, Length(Name), 1));
    Mask := 1 Shl (Auto - 1);
    if Text = " then
      FScheduleInput := FScheduleInput and not Mask
    else
      if StrToDigitsTime(Text, Time) then

```

```

begin
  (FATP.Item[Auto] as TTruck).Issue := Time;
  FScheduleInput := FScheduleInput or Mask;
end
else begin
  ShowHaltMessage('Введено некорректное число! ');
  FScheduleInput := FScheduleInput and not Mask;
  Abort;
end;
ResetButtons;
end;
end; //-----

procedure TFormMain.ActionFloatChkExecute(Sender: TObject);
var
  Mask: integer;
  Value: real;
begin
  with Sender as TEdit, FTrucksModel do
  begin
    Mask := 1 Shl (StrToInt(Copy(Name, Length(Name), 1)) - 1);
    if Text = "" then
      FGlobalInput := FGlobalInput and not Mask
    else begin
      FGlobalInput := FGlobalInput or Mask;
      if CheckFloatValue(Text, Value) then
        if Name = 'EditGlobal1' then
          FJourneyLength[1] := Value
        else
          if Name = 'EditGlobal2' then
            FJourneyLength[2] := Value
          else
            if Name = 'EditGlobal3' then
              FAverageSpeed := Value
            else
              if Name = 'EditGlobal4' then
                FSigmaSpeed := Value
              else begin
                ShowHaltMessage('Введено некорректное число! ');
                FGlobalInput := FGlobalInput and not Mask;
                Abort;
              end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
  ResetButtons;
end;

```

```
end;  
end; //-----
```

```
procedure TFormMain.SpeedButtonBrakeClick(Sender: TObject);  
begin  
  TimerMain.Enabled := TimerMain.Enabled = False;  
  if TimerMain.Enabled then  
    SpeedButtonBrake.Caption := 'Пауза'  
  else  
    SpeedButtonBrake.Caption := 'Далее';  
end; //-----
```

```
procedure TFormMain.SpeedButtonStopClick(Sender: TObject);  
var  
  i: integer;  
begin  
  FIdle := True;  
  FResSaved := True;  
  TimerMain.Enabled := False;  
  FTruckImage[1].Visible := False;  
  FTruckImage[2].Visible := False;  
  FTruckImage[3].Visible := False;  
  FTruckImage[4].Visible := False;  
  FTrucksModel.LockEventHandler;  
  FTrucksModel.RunModel;  
  with StringGridResult do  
    begin  
      RowCount := 15;  
    end;  
  LabelModelTime.Caption := DigitsTimeToStr(0);  
  LabelCurTime.Caption := DigitsTimeToStr(0);  
  SpeedButtonPrintRes.Enabled := False;  
  SpeedButtonSaveData.Enabled := True;  
  SpeedButtonSaveRes.Enabled := False;  
  SpeedButtonBrake.Enabled := False;  
  SpeedButtonStop.Enabled := False;  
  SpeedButtonOpen.Enabled := True;  
  SpeedButtonNew.Enabled := True;  
  SpeedButtonRun.Enabled := True;  
  GroupBoxGlobal.Enabled := True;  
  ProgressBarDepot.Position := 0;  
  ProgressBarPnt1.Position := 0;  
  ProgressBarPnt2.Position := 0;  
  ProgressBarATP.Position := 0;
```

```
mmiResult.Enabled := False;
mmiData.Enabled := True;
mmiRun.Enabled := True;
end; //-----
```

```
procedure TFormMain.ActionSaveDataAsExecute(Sender: TObject);
begin
  with SaveDialogMain do
  begin
    DefaultExt := '*.std';
    if Execute then
      if not WriteData(FileName) then
        ShowHaltMessage('Ошибка записи в файл ' + ExtractFileName(FileName))
      else begin
        CurrentFileName := ExtractFileName(FileName);
        FDataSaved := True;
      end;
    end;
  end;
end; //-----
```

```
procedure TFormMain.ActionSaveResAsExecute(Sender: TObject);
begin
  with SaveDialogMain do
  begin
    DefaultExt := '*.str';
    if Execute then
      FResSaved := SaveResult(FileName)
    else
      ShowHaltMessage('Ошибка записи в файл "' + FileName);
    end;
  end;
end; //-----
```

```
procedure TFormMain.ActionHelpExecute(Sender: TObject);
begin
  Application.HelpCommand(HELP_FINDER, 0);
end;
```

```
end.
```

Наукове видання

**Кузнецов** Олександр Петрович

**ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТА РАЦІОНАЛЬНОГО  
РОЗТАШУВАННЯ АГНКС В МІСТАХ**

Монографія

Видано в авторській редакції

Підписано до друку 14.04.17. Формат 30×42/4.  
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. ар. 8,2.  
Обл.-вид. арк. 8,2. Тираж 25 пр. Зам. №

Підготовлено до друку та видруковано  
у Державному вищому навчальному закладі  
«Національний гірничий університет».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004.

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19