

«Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

магістр

(освітній рівень)

на тему: **Підвищення ефективності автобусних перевезень  
з врахуванням особливостей вулично-дорожньої мережі**

Виконав: студент 6 курсу, групи МНМ-61  
спеціальності 275 «Транспортні технології»  
(шифр і назва спеціальності)

Студент \_\_\_\_\_ Петушенко І.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Дзюра В.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Цьонь О.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. каф. \_\_\_\_\_ Ляшук О.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *магістр*

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри *О.Л. Ляшук*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Петушенко Ігорю Віталійовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Підвищення ефективності автобусних перевезень з врахуванням особливостей вулично-дорожньої мережі*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доцент*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року №

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *27 грудня 2020 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

*Транспортна мережа міста Тернополя; Обсяг утворення і обсяг поглинання пасажиропотоків*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;*

*3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях*

*Загальні висновки. Перелік посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

*Аналіз роботи транспорту; Аналіз діяльності ТзОВ "ДП Рівнетрансекспедиція";*

*Техніко-експлуатаційні показники ТзОВ "ДП Рівнетрансекспедиція"; Економічні показники*

*роботи ТзОВ "ДП Рівнетрансекспедиція"; Вибір рухомого складу для перевезення*

*пиломатеріалів з м.Рівне в Італію та Німеччину; Маршрут та графік руху автомобілів*

*загальноючі показники роботи автомобілів при перевезенні пиломатеріалів з м. Рівне в*

*м. Удіне і в м. Дортмунд та проблеми безпеки руху*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Окіпний І.Б., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Клепчик В.М., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Теоретичний розділ</i>	<i>15.10.2020</i>	
2	<i>Аналітико-дослідницький розділ</i>	<i>22.10.2020</i>	
3	<i>Проектно-рекомендаційний розділ</i>	<i>05.11.2020</i>	
4	<i>Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>19.11.2020</i>	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Петушенко І.В.  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Дзюра В.О.  
\_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Підвищення ефективності автобусних перевезень з врахуванням особливостей вулично-дорожньої мережі»

Кваліфікаційна робота складається із чотирьох розділів розрахунково-пояснювальної записки, опублікованої на 72 сторінках друкованого тексту формату А4 і 10 слайдів графічного матеріалу.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності автобусних перевезень у м. Тернополі.

В першому розділі проведено аналіз транспортних систем міст, визначений вплив особливостей планування міст на розвиток транспортних систем. Проаналізований також український та закордонний досвід управління міськими автобусними перевезеннями. Розглянуті методи вирішення задач транспортної маршрутизації, здійснено постановка задач на дипломне проектування.

В другому розділі розглянуті особливості моделювання транспортних систем. Проаналізовані методи обстеження і прогнозування руху на міських вулицях за параметрами оцінювання транспортного потоку. Розглянуті засоби автоматичної фіксації при обстеженні транспортних потоків. В цьому ж розділі проведено аналіз автобусних маршрутів громадського транспорту міста Тернополя.

В третьому розділі розроблена структура системи керування міськими автобусними перевезеннями. Побудована транспортна модель міста та розроблений алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності організації міських автобусних перевезень. Проведено розрахунок ефективності запропонованих удосконалень.

В четвертому розділі розглянуті питання з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: перевезення, ефективність, показники, мережа, алгоритм.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	
1.1 Аналіз транспортних систем міст	8
1.2 Вплив особливостей планування міст на розвиток транспортних систем	13
1.3 Український та закордонний досвід управління міськими автобусними перевезеннями	14
1.4 Теоретичні аспекти моделювання	15
1.5 Методи вирішення задач транспортної маршрутизації	19
1.6 Висновки та постановка задач на дипломне проектування	21
<b>2 АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	
2.1 Особливості моделювання транспортних систем	22
2.2 Методи обстеження і прогнозування руху на міських вулицях	25
2.2.1 Параметри для оцінювання транспортного потоку	25
2.2.2 Засоби автоматичної фіксації при обстеженні транспортних потоків	26
2.3. Аналіз автобусних маршрутів громадського транспорту міста Тернополя	27
<b>3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ</b>	
3.1 Структура системи керування міськими автобусними перевезеннями	31
3.2 Транспортна модель міста	33
3.3 Алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності	35

	організації міських автобусних перевезень	
3.4	Розрахунок ефективності запропонованих удосконалень	36
3.5	Розрахунок основних ТЕРП роботи автобусів	39
<b>4</b>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	
4.1	Облік часу роботи водіїв по тахографу	45
4.2	Вимоги до організації діяльності по забезпеченню безпеки перевезення пасажирів і вантажів	47
	<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	50
	<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	51

## ВСТУП

Двадцяте століття, що стало періодом безпрецедентного зростання міст і систем розселення, виявило потребу людства в розробнику і впровадженні принципів сталого розвитку в галузі містобудування та територіального планування. Соціально-економічний розвиток регіону, якість життя населення і його мобільність залежать від стійкості транспортної системи міста, на формування якої істотний вплив чинять особливості його транспортно-планувального каркасу і планувальної структури, що повинно враховуватися при транспортному плануванні та керуванні.

У сучасних містах широко поширена прямокутна схема вулично-дорожньої мережі (ВДМ), однією з переваг якої є відсутність чітко вираженого центру міста, що сприяє відносно рівномірному розподілу транспортних потоків (ТП). До недоліків прямокутно-лінійної планувальної структури можна віднести:

- дублювання накладення маршрутів, що призводить до перевантаження ВДМ і підвищення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище;
- велика кількість перехресть (як регульованих, так і нерегульованих), що призводить до зростання числа конфліктних точок на ВДМ і ймовірності ДТП.

В умовах зростання автомобілізації завдання підвищення ефективності функціонування громадського транспорту, набуває комплексний характер. Крім питання про задоволення транспортної потреби населення слід розглядати її з точки зору мінімізації навантаження на навколишнє середовище і забезпечення безпеки дорожнього руху. Одним із шляхів вирішення є перехід від приватних автомобілів до громадського транспорту без шкоди для мобільності населення. Це може бути забезпечено, в значній мірі, підвищенням якості керування громадським транспортом міста.

# 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Аналіз транспортних систем міст

Урбанізація є одним з ключових факторів, що впливають на розвиток сучасного світу. Цілком очевидно, що вже сьогодні міста є безумовними центрами життя для більшої частини людства, і в майбутньому ця тенденція збережеться [1]. Все це супроводжується зростанням автомобілізації і, як наслідок, веде до таких проблем, як пробки, забруднення повітря, збільшення споживання енергії. Високий рівень транспортного навантаження тягне за собою ще одну проблему, що вимагає комплексних рішень, - зростання кількості ДТП. Міжнародна увага до забезпечення безпеки дорожнього руху останнім часом зросла з прийняттям програми «2030 Agenda for Sustainable Development» [2], в якій поставлена мета знизити на 50% смертність і травматизм в дорожньо-транспортних пригодах до 2020 року.

Оскільки транспорт є тією областю, в якій повинні використовуватись ефективні і екологічно безпечні проекти і рішення, здатні забезпечити сталий розвиток міських транспортних систем [3], ЮНЕП разом з фондом «Міжнародна автомобільна федерація» (ФІА) і Міжнародним транспортним форумом в рамках Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) ініціювала кампанію «На 50 до 50-го», метою якої є підвищення ефективності світового автопарку щонайменше на 50 процентів до 2050 року. Одним із шляхів досягнення поставленої мети стала концепція «Avoid - Shift - Improve» («Скорочення - Перехід - Удосконалення»), яка спрямована на зниження споживання енергії, викидів, заторів і числа ДТП з кінцевою метою створення міст, більш придатних для життя:

1. Скорочення числа поїздок і відстаней між точками формування і тяжіння пасажиропотоків шляхом оптимізації землекористування, а також перерозподілу транспортних потоків таким чином, щоб зменшити навантаження на проблемних ділянках в години пік. Цей принцип ґрунтується на зміні парадигми в області



міського планування і стимулювання компактних міст як засіб підвищення доступності та зниження потреби в транспорті в цілому.

2. Перехід на більш екологічно ефективні види транспорту, такі як громадський і немоторизованих транспорт для пасажирів і рейковий і водний транспорт - для вантажів. У Доповіді про безпеку дорожнього руху в світі 2015 [4] зазначається, що просування до більш стійких видів транспорту, таких як громадський і велосипедний, чинить позитивний вплив за умови регулювання пов'язаних з безпекою дорожнього руху наслідків. Такі наслідки включають підвищення рівнів фізичної активності, зниження викидів і рівнів шуму, зменшення дорожніх «пробок» і підвищення комфортності міського середовища. До того ж, заходи з просування безпечного громадського транспорту і немоторизованих транспортних засобів співзвучні глобальним зусиллям по боротьбі з ожирінням і зменшенням розвитку неінфекційних захворювань (таких, як хвороби серця і діабет).

3. Удосконалення використовуваних технологій для зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище. Цей принцип включає в себе зниження маси ТЗ; використання автотранспорту, що працює на альтернативних видах палива; нормування викидів ТЗ на законодавчому рівні; а також перехід до Інтелектуальних Транспортних Систем (ІТС), які використовують переваги інформаційних і комунікаційних технологій для поліпшення керування транспортною системою.

Розвиток транспортної системи міста відповідно до цих принципів буде сприяти зниженню залежності населення від особистих транспортних засобів і підвищенню використання систем громадського і немоторизованих видів транспорту як на короткі відстані, так і для щоденних поїздок на роботу.

В Україні на сьогоднішній день темпи зростання автомобілізації вище, ніж в європейських країнах, і вирішення проблем сталого розвитку транспорту є пріоритетним напрямком при розробці транспортних стратегій міст. Існуючі

приклади успішних стратегій розвитку стійких транспортних систем міст базуються на застосуванні комплексного пакету заходів. Такі «пакети» швидше можуть отримати суспільне схвалення, оскільки вони пропонують одночасно кілька рішень, які окремо могли б виглядати як не вигідні для окремих осіб, але при одночасному впровадженні вони приносять відчутну вигоду для суспільства в цілому [5]. Основні напрямки переходу до сталого транспорту, які реалізуються в ряді міст України, практично ті ж, що і в європейських країнах.

Однак, не всі шляхи в Україні будуть настільки ж ефективні, як в Європі зважаючи на відмінності природно-кліматичних умов, рівня економічного розвитку, щільності забудови, особливостей планувальних рішень міст і т.д.

Наприклад, немоторизований транспорт має в Україні поки обмежена застосування у зв'язку з несприятливими природно-кліматичними умовами. Тому одним з важливих напрямків при розробці транспортних стратегій українських міст стає підвищення ефективності громадського транспорту для його популяризації серед населення. В цілому, кількість пересувань в містах на особистих автомобілях може бути знижено за таких умов:

- транспортні зв'язки між усіма частинами міста забезпечені громадським транспортом;
- транспортна доступність великих центрів тяжіння пасажиропотоків міста повинна бути добре забезпечена як громадським транспортом, так і інфраструктурою для немоторизованого транспорту і пішохідних переміщень;
- наявність достатніх підстав для відмови від особистого автомобіля (наприклад дефіцит і дорожнеча місць для паркування, інструменти фінансової політики: податки, збори та субсидії).

Система міського пасажирського транспорту повинна, з одного боку, створювати можливість комфортного і безпечного пересування пасажирів при найменших як тимчасових, так і грошових витратах, а з іншого – відповідати пропускній спроможності вулично-дорожньої мережі (ВДМ), мінімізувати

навантаження на навколишнє середовище, а також забезпечувати безпеку дорожнього руху. Це вимагає вдосконалення існуючих, а також розробки нових методів керування міськими транспортними системами, впровадження яких дозволить громадському транспорту скласти гідну конкуренцію переміщенню на особистих автомобілях.

Таким чином, на вибір способу пересування впливають такі показники функціонування ВДМ:

1. Можливість досягти будь-якої точки міста з мінімальною кількістю пересадок і за мінімальний часовий інтервал. Оскільки будь-яке місто, яке розвивається тягне за собою появу нових центрів тяжіння пасажиропотоків, то і маршрутна мережа повинна коректуватися відповідно до утвореної транспортної потреби населення і структури пасажиропотоків.

2. Вартість проїзду. На сьогоднішній день зниження витрат на щоденних поїздок є для автовласників основним аргументом на користь громадського транспорту. Тому ситуація, коли експлуатація особистого автомобіля менш затратна, ніж використання громадського транспорту, неприпустима [6].

3. Комфортність автобусів. Значний вік ПС, невідповідність місткості автобусів реальним потребам в переміщеннях, значне зношування рухомого складу транспортних засобів (ТЗ) з огляду на те, що обслуговування ТЗ здійснюється «за потребою», тому що невеликі автопідприємства не мають своєї ремонтної бази - це далеко не повний перелік існуючих на сьогоднішній день перешкод на шляху до забезпечення комфорту пасажирів.

4. Швидкість руху. Автобуси малої місткості стали особливо популярними на маршрутах ГПТ в тому числі і тому, що, на думку пасажирів, вони здатні забезпечити більш високу швидкість сполучення. Однак, як показує досвід [7], надмірний ріст чисельності парку мікроавтобусів призводить до скупчення їх на зупиночних пунктах, до заторів внаслідок перевантаження ВДМ і, в кінцевому рахунку, навпаки, до збільшення витрат часу пасажирів.

5. Час очікування автобуса на зупинці. Експерти в області транспортної політики відзначають, що чітке дотримання розкладу є ключовим параметром ефективності функціонування ВДМ, що впливає на час очікування автобуса, і, відповідно, в цілому на час доставки пасажирів [8].

6. Інформованість пасажирів. В умовах постійного підвищення потреби суспільства в пересуваннях важливим моментом є передбачуваність і регулярність появи рухомого складу на зупинках. Варто відмітити, що тут мова йде не про електронні табло, де просто відображається розклад руху. Сенс мають лише ті інформаційні табло, які відображають актуальні дані про рух автобуса з урахуванням всіх затримок і невідповідним існуючим розкладом, одержувані завдяки системі супутникового зв'язку НАВЛюкс наприклад.

7. Безпека. У зв'язку з нестачею посадочних місць в години пік пасажирів дуже часто змушені їздити стоячи в мікроавтобусах, які абсолютно до цього не пристосовані. Або ж, навпаки, в періоди спаду пасажиропотоку водії комерційних маршрутних автобусів нерідко влаштовують гонки між собою в боротьбі за пасажирів. Все це негативно позначається як на безпеці споживачів транспортних послуг, так і безпеки руху в цілому.

8. Екологічність. Даний фактор не має прямого впливу на задоволення населення якістю транспортного обслуговування. Однак, його значимість незаперечна: за попередніми підрахунками ЮНЕП ООН завдяки переходу на більш екологічно чисте паливо вдається запобігти декільком сотням тисяч передчасних смертей на рік [9].

Таким чином, завдання підвищення привабливості громадського транспорту вимагає застосування комплексних рішень на основі аналізу особливостей міста, його транспортно-планувального каркасу, щільності забудови, чисельності населення, зонування територій і т.п.

## **1.2 Вплив особливостей планування міст на розвиток транспортних систем**

До базових планувальних рішень транспортних систем міст можна віднести: радіальну, радіально-кільцеву, прямокутну і прямокутно-діагональну схеми планування. В процесі розвитку міст, їх розростання та ускладнення структурної організації відбувається зміна початкової структури шляхом включення нових елементів інших схем. Основною особливістю українських міст є наявність принципово різних планувальних рішень. Так, старі міста, які будувалися спочатку як фортеці з яскраво вираженим центром, погано пристосовані до освоєння значних обсягів автомобільного трафіку. Переважно, це пов'язано з їх порівняно малими площами і з наявністю історично сформованого яскраво виділеного центру міста. У таких містах більшість робочих місць і магазинів зосереджені в центрі міст, невідповідність пропускну здатності вулично-дорожніх мереж зростаючому трафіку часто призводить до серйозних дорожніх заторів. Тому в таких містах актуальні стратегічні рішення, засновані на відмову від концепції «міста для автомобілів».

В порівняно молодих містах поширена прямокутна схема ВДМ. З одного боку, це пов'язано з географічними особливостями, витягнуті вздовж річок або морського узбережжя). А з іншого - з концепцією «ідеальне місто», яка була популярна в XVIII-XIX ст. при проектуванні нових і реконструюванні вже існуючих міст. Концепція «ідеальне місто» полягала в упорядкуванні хаотичної забудови і приведення її до чіткої регулярної системи. Одним з поширених типів регулярного міста стало місто з прямокутною системою планування, яка характеризується відсутністю яскраво вираженого центру міста, великим числом перетинів повздовжніх і поперечних вулиць, а також порівняно рівномірної транспортної навантаження магістралей. Головним недоліком такої структури є наявність дублюючих зв'язків і відсутність найкоротших зв'язків в діагональних напрямках,

що при проектуванні системи громадського транспорту веде до накладання маршрутів.

Таким чином, при виборі стратегії розвитку транспортної системи необхідно враховувати особливості кожної країни, регіону, міста: що склався транспортно-просторовий каркас міста, рівень автомобілізації населення, перспективи соціально-економічного розвитку, природно-кліматичні умови та інші. Отже, при управлінні транспортними системами, необхідно не тільки спиратися на існуючі вдалі приклади і рішення, але і прогнозувати, наскільки вони можуть бути застосовані в конкретних умовах, які ризики та до яких наслідків можуть привести непродумані заходи в області транспортної політики.

Для того, щоб при розробці стратегії розвитку транспортної системи та прийнятті управлінських рішень враховувалися можливі ризики і наслідки, а також для прогнозування ефективності пропонованих рішень, необхідно створення системи управління міськими автобусними перевезеннями.

### **1.3 Український та закордонний досвід управління міськими автобусними перевезеннями**

Ефективність функціонування транспортних систем у першій черзі забезпечує створення ефективної системи управління.

Об'єкти управління водіями в транспортних системах міст може бути:

- маршрути як ГПТ, так і індивідуальних ТС;
- інтервали руху автобусів на маршрутах;
- структура парку маршрутних ТС та ін.

Способами впливу на дані об'єкти є:

– зміна типів ТС різної місткості, внаслідок чого змінюється є кількість ТС на маршруті, а також інтервали руху в різний час добиток (при дотриманні умови задоволення транспортної потреби населення);

- відкриття нових, а також зміна або закриття існуючих маршрутів; створення укорочених, резервних або маршрутних, діючих виключно в часи «пік»;
- правове регулювання;
- узгодження дій і координація між транспортними підприємствами міста і взаємне врахування їх інтересів;
- створення системи управління та перерозподілення транспортних потоків (оперативне отримання даних про місцезнаходження ТС його стан, формування підходів до оптимізації процесів розвитку автоматизованих систем диспетчерського управління та ін.).

#### **1.4 Теоретичні аспекти моделювання**

При розробці ефективних стратегій управління транспортними системами необхідно враховувати велику кількість факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх, особливості взаємодії підсистем, а також прогнозувати можливі ризики і наслідки пропонованих рішень. Удосконалення управління в великих організаційно-технічних системах, таких як транспортні системи міст, обумовлених їх розвитком (зміна конфігурації ВДМ і маршрутної мережі МПТ, оптимізація управління дорожнім рухом: встановлення або зняття дорожніх знаків, зміна схем світлофорного регулювання і т.д.) пов'язане з потребою в проведенні натурних експериментів. Це викликає складності, оскільки не тільки вимагає великих фінансових, часових і людських ресурсів, а й пов'язане з високим рівнем ризику.

Тому наукові дослідження полягають у проведенні експериментів з використанням модельних систем. Так, для прогнозування наслідків управлінських рішень і аналізу проектних варіантів, використовуються методи моделювання процесів дорожнього руху, засновані на математичній теорії транспортних потоків.

Багато вчених виявляються перед вибором, які моделі використовувати при вирішенні актуальних завдань: математичні або імітаційні. Використання

математичних моделей для дослідження та управління багатопараметричними системами, до яких відносяться і транспортні системи міст, може потребувати значних ресурсів. Тому для вирішення завдання вдосконалення функціонування міської транспортної системи раціонально застосування імітаційних моделей, що дозволяє багаторазово проводити експерименти з їх використанням і визначати оптимальний стан досліджуваної системи при різних значеннях параметрів.

Залежно від того, як в моделях розглядається транспортний потік, їх можна розділити на:

- мікроскопічні, в яких моделюється рух кожного автомобіля в потоці;
- макроскопічні, в яких автомобільний потік розглядається як єдине середовище;
- мезоскопічні, в яких автомобілі описуються на високому рівні деталізації (як в мікромоделюванні), а їх поведінка і взаємодія – на низькому рівні (як в макромоделюванні).

Мікроскопічні моделі можуть використовуватися для оптимізації параметрів руху на окремій ділянці дорожньої мережі, перехресті або групі перехресть. Для цього будуються імітаційні моделі, в яких враховуються: геометрія ділянки; щільність транспортного потоку; режими роботи світлофорів на попередніх і наступних ділянках; число фаз світлофорного регулювання. У випадку, коли необхідно проаналізувати і раціоналізувати функціонування транспортної системи в цілому, необхідно використовувати макроскопічну модель.

Залежно від функціональних завдань виділяють симуляційні, оптимізаційні і прогнозні моделі. Симуляційні моделі дозволяють відтворити поточний стан поточний стан транспортної системи та оцінити швидкість і інтенсивність руху, рівень транспортного навантаження на ВДМ, довжину і динаміку утворення заторів і інші параметри. Оптимізаційні моделі послідовно відтворюють реальний процес і, в результаті обробки всіх можливих варіантів, дозволяють визначати оптимальні значення керованих факторів і поєднання параметрів системи. Прогнозні моделі



дозволяють визначити можливий стан досліджуваної системи в разі впровадження тих чи інших управлінських рішень, а також при зміні структури транспортних і пасажиропотоків.

В імітаційному моделюванні існує три основні підходи до опису системи: агентне моделювання, дискретно-подієве моделювання і системна динаміка. При агентному моделюванні система описується як сукупність незалежних об'єктів, що взаємодіють один з одним і з зовнішнім середовищем. Кожен з цих об'єктів має свій власний набір характеристик і моделей поведінки [63]. Для вивчення динаміки процесів в складних системах використовується метод «системна динаміка». В основі цього методу лежить графічне представлення причинно-наслідкових зв'язків і моделювання численних зворотних зв'язків в системі. Системно-динамічні моделі зазвичай задаються у вигляді потокових діаграм «stock and flow diagrams» [64].

Оскільки в деяких випадках аналіз безперервних процесів (наприклад, таких як рух ТП) буде більш ефективний у разі розгляду не процесу в цілому, а лише певних моментів («подій») в життя модельованій системи, доцільно застосовувати дискретно-подієвого моделювання.

Цей вид моделювання дозволяє описувати процеси в системі у вигляді послідовності операцій над заявками. При моделюванні транспортної системи як заявок найчастіше виступають транспортні засоби, пасажирів або пішоходів. Активні об'єкти дискретно-подієвих моделей обробляють заявки відповідно до встановлених параметрів (тип транспортного засобу, його технічні характеристики і т.д.) і в заданій послідовності дій.

Різних програмних продуктів для моделювання міських транспортних систем в масштабах міста і вище не так багато. Це такі розробки як VISSIM і VISUM, фірми PTV Vision®, яка знаходить застосування як за кордоном, так і в Україні, хоча була створена вже близько 30 років тому у Німеччині; AnyLogic, вітчизняна розробка, що дозволяє створювати моделі, застосовувані в різних областях досліджень; Серед імітаційного моделювання GPSS World, MatLab і Simulink а також деякі

інші, які відрізняються областю моделювання і специфічним набором функцій.

Програмний продукт GPSS World донедавна був одним з найбільш популярних і використовуваних засобів імітаційного моделювання на пострадянському просторі і в усьому світі. Однак «GPSS World має і цілий ряд недоліків - найпростіший інтерфейс користувача, недостатньо функціональний редактор моделей, слабо автоматизовану технологію проведення досліджень, застарілий спосіб представлення і аналізу результатів і т.д. Зараз створені набагато більш сучасні, з точки зору інформаційних технологій і призначеного для користувача інтерфейсу, програмні продукти імітаційного моделювання ».

Останнім часом для розробки імітаційних моделей дорожньо-транспортної мережі дослідники все частіше вибирають середу імітаційного моделювання AnyLogic [64], оскільки в ній є вбудований оптимізатор для проведення оптимізаційного експерименту на моделі, реалізовані засоби візуалізації моделі, існує можливість створення бібліотеки об'єктів, а головне - це єдиний інструмент імітаційного моделювання на сьогоднішній день, який дозволяє об'єднати три види моделювання (дискретно-подієвий, агентну і системну динаміку) в одній моделі.

Однак, головним недоліком середовища імітаційного моделювання AnyLogic при транспортному моделюванні є те, що цей інструмент більше підходить для мікро- і мезомоделювання (наприклад, для побудови моделей окремих ділянок транспортної системи), а при макромоделюванні з урахуванням взаємодії всіх елементів складної транспортної системи вимагаються великі часові і технічні ресурси.

У Німеччині для довгострокового планування дорожньої мережі і для моделювання будівництва ділянки дороги використовують статистичну модель існуючої мережі доріг, в якій враховується взаємодія індивідуального і громадського транспорту. Така модель створюється на основі спеціального інструмента, наприклад, сімейства програм PTV Vision [65]. основними компонентами цієї системи є два програмних продукту VISUM і VISSIM.

VISUM - це макромоделювання існуючих і прогнозованих транспортних потоків з аналізом інтенсивності руху, часу поїздки, витрат і розробкою сценаріїв «що буде, якщо ...». На етапі VISUM-моделювання виводиться аналіз «вузьких» місць. При необхідності переходу на мікрорівень і наочної демонстрації отриманих змін може бути побудована і застосована модель VISSIM. Оскільки ці два пакети мають одного розробника, то вони легко інтегруються один з одним [66].

Важливим фактором, що вплинув на вибір PTV Vision® VISUM як середовища моделювання, є те, що розвиток даного програмного продукту здійснюється на підставі фундаментальних наукових досліджень в області транспортного моделювання (три центри розробки продукту - США, Німеччина і Японія), що дозволяє постійно підвищувати якість алгоритмів і можливостей системи [67].

### **1.5 Методи вирішення задач транспортної маршрутизації**

При проектуванні (вдосконалення) автобусної маршрутної мережі необхідно враховувати, що вона повинна [68]:

- відповідати структурі пасажиропотоків;
- по можливості, з'єднувати центри формування пасажиропотоків з точками їх тяжіння по найкоротших напрямках;
- забезпечувати найменшу пересадочних повідомлень: основні точки тяжіння повинні мати безпересадочний зв'язок з центром міста, об'єктами зовнішнього транспортного вузла і, по можливості, між собою;
- кінцеві пункти зупинки громадського транспорту повинні розміщуватись в тих районах міста, де є можливості для розвороту і відстою транспортних засобів.

Дотримання даних умов в теорії пасажирських перевезень [69] здійснюється шляхом поетапної реалізації наступних дій:

1. Поділ міста на розрахунково-транспортні райони із зазначенням центра

тяжіння пасажиропотоків. Розміри транспортних районів повинні бути такими, щоб їх мешканці при пересуванні всередині районів не користувалися транспортом, а зона пішого підходу від найвіддаленішої точки до транспортної лінії, що проходить в районі, не перевищувала 500 - 700 м.

2. Визначення чисельності населення в кожному розрахунково-транспортному районі.

3. Поділ населення на групи, а їх пересувань - на категорії і таке визначення загального числа пересувань між районами.

4. Побудова картограми пасажиропотоків.

5. Визначення оптимальних шляхів пересування за принципом міні мінімальних тимчасових витрат.

Знаходження оптимального шляху проходження відноситься до категорії комбінованих завдань [70, 71], і для проектування (вдосконалення) автобусної маршрутної мережі необхідно врахувати і порівняти між собою всі можливі варіанти. У зв'язку з тим, що повний перебір варіантів маршрутів є неможливим, для вирішення завдання розроблені евристичні і метаевристичні методи. Крім того, розвиток отримали і точні методи, призначені для вирішення завдань невеликих розмірностей за розумний час [72].

До точних методів розв'язання задач маршрутизації найчастіше відносять:

- динамічне програмування;
- стохастичне програмування;
- метод ланок і меж;
- метод гілок і відсікань.

Наступні алгоритми відносять до розряду метаевристич [73]:

- пошук з винятками;
- модельований пошук;
- детермінований пошук;
- генетичний алгоритм;

– алгоритм мурашиної колонії і т.д.

У спеціалізованому програмному комплексі PTV VISUM рішення задачі маршрутизації може бути здійснено або методом гілок і меж «Пошук Branch & Bound» [74], або зведено до задачі пошуку найкоротших шляхів.

## **1.6 Висновки та постановка задач на дипломне проектування**

Проаналізувавши дослідження в галузі моделювання транспортних систем міст, зокрема український та закордонний досвід управління міськими автобусними перевезеннями, та теоретичні аспекти моделювання процесів перевезення пасажирів громадським транспортом були визначені наступні задачі на дипломне проектування:

- визначити особливості моделювання транспортних систем міст з врахуванням їх ВДМ;
- визначити методи обстеження і прогнозування руху на міських вулицях;
- провести аналіз автобусних маршрутів громадського транспорту міста Тернополя;
- розробити структуру системи керування міськими автобусними перевезеннями;
- розробити транспортну модель міста;
- розробити алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності організації міських автобусних перевезень;
- розрахувати показники ефективності прийнятих в роботі рішень.

## 2 АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Особливості моделювання транспортних систем

При розробці ефективних стратегій управління транспортними системами необхідно враховувати велику кількість факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх, особливості взаємодії підсистем, а також прогнозувати можливі ризики і наслідки пропонуваніх рішень. Удосконалення управління в великих організаційно-технічних системах, таких як транспортні системи міст, обумовлених їх розвитком (зміна конфігурації ВДС і маршрутної мережі ГПТ, оптимізація управління дорожнім рухом: установка або зняття дорожніх знаків, зміна схем світлофорного регулювання та т.д.) пов'язане з потребою в проведенні натурних експериментів. Це викликає складності, оскільки не тільки вимагає великих фінансових, часових і людських ресурсів, а й пов'язане з високим рівнем ризику. Тому наукові дослідження полягають у проведенні експериментів з використанням модельних систем. Так, для прогнозування наслідків управлінських рішень і аналізу проектних варіантів, використовуються методи моделювання процесів дорожнього руху, засновані на математичній теорії транспортних потоків.

Багато вчених виявляються перед вибором, які моделі використовувати при вирішенні актуальних завдань: математичні або імітаційні. Застосування математичних моделей для дослідження та управління багатопараметричними системами, до яких відносяться і транспортні системи міст, може потребувати значних ресурсів. Тому для вирішення завдання вдосконалення функціонування міської транспортної системи раціонально застосування імітаційних моделей, що дозволяє багаторазово проводити експерименти з їх використанням і визначати оптимальний стан досліджуваної системи при різних значеннях параметрів.

Залежно від того, як в моделях розглядається транспортний потік, їх можна розділити на:

- мікроскопічні, в яких моделюється рух кожного автомобіля в потоці;
- макроскопічні, в яких автомобільний потік розглядається як єдине середовище;
- мезоскопічні, в яких автомобілі описуються на високому рівні деталізації, а їх поведінка і взаємодія – на низькому рівні.

Мікроскопічні моделі можуть використовуватися для оптимізації параметрів руху на окремій ділянці дорожньої мережі, перехресті або групі перехресть. Для цього будуються імітаційні моделі, в яких враховуються:

- геометрія ділянки; щільність транспортного потоку; режими роботи світлофорів на попередніх і наступних ділянках; число фаз світлофорного регулювання. У випадку, коли необхідно проаналізувати і раціоналізувати функціонування транспортної системи в цілому, необхідно використовувати макроскопічну моделі.

Залежно від функціональних завдань виділяють симуляційні, оптимізаційні і прогнозні моделі. Симуляційні моделі дозволяють моделювати

поточний стан транспортної системи та оцінити швидкість інтенсивність руху, рівень транспортного навантаження на ВДМ, довжину і динаміку утворення заторів і інші параметри. Оптимізаційні моделі послідовно відтворюють реальний процес і, в результаті обробки всіх можливих варіантів, дозволяють визначати оптимальні значення керованих факторів і поєднання параметрів системи. Прогнозні моделі дозволяють визначити можливе стан досліджуваної системи в разі впровадження тих чи інших управлінських рішень, а також при зміні структури транспортних і пасажиропотоків.

При імітаційному моделюванні існує три основні підходи до опису системи: агентне моделювання, дискретно-подієве моделювання і системна динаміка. При агентному моделюванні система описується як сукупність незалежних об'єктів, що взаємодіють один з одним і з зовнішнім середовищем. Кожен з цих об'єктів має свій власний набір характеристик і моделей поведінки [63]. Для вивчення динаміки

процесів в складних системах використовується метод «системна динаміка». В основі цього методу лежить графічне представлення причинно-наслідкових зв'язків і моделювання числових зворотних зв'язків в системі. Системно-динамічні моделі зазвичай задаються у вигляді потокових діаграм «stock and flow diagrams» [64].

Оскільки в деяких випадках аналіз безперервних процесів (наприклад, таких як рух ТЗ) буде більш ефективний у випадку розгляду не процесу в цілому, а лише певних елементів («подій») в житті модельованої системи, доцільно застосовувати дискретно-подієве моделювання.

Цей вид моделювання дозволяє описувати процеси в системі у вигляді послідовності операцій над заявками. При моделюванні транспортної системи як заявок найчастіше виступають транспортні засоби, пасажирів або пішоходів. Активні об'єкти дискретно-подієвих моделей обробляють заявки відповідно до встановлених параметрів (тип транспортного засобу, його технічні характеристики і т.д.) і в заданій послідовності подій.

Різних програмних продуктів для моделювання міських транспортних систем в масштабах міста не так багато. Це такі продукти як VISSIM і VISUM, фірми PTV Vision®, яка знаходить застосування як за кордоном, так і в Україні, хоча була створена вже близько 30 років тому в Німеччині; AnyLogic, вітчизняна розробка, що дозволяє створювати моделі, застосовувані в різних областях досліджень; Серед імітаційного моделювання GPSS World, MatLab і Simulink а також деякі інші, які відрізняються областю моделювання і специфічним набором функцій.



## **2.2 Методи обстеження і прогнозування руху на міських вулицях**

### **2.2.1 Параметри для оцінювання транспортного потоку**

В основному, транспортні обстеження зводяться до підрахунку кількості транспортних засобів та визначення їх характеристик (приблизна довжина і ширина кожного ТЗ). Крім цього визначають якісний склад транспортного потоку та за потреби коефіцієнт приведення.

Всі ці дані дозволяють робити висновки про щільність і складність потоку, а також про залежність інтенсивності руху від сезону року, днів тижня і часу доби. Для перехресть всі ці характеристики транспортного потоку визначають по кожному напрямку руху.

В результаті досліджень створюють картограми інтенсивностей транспортних потоків на ділянках ВДМ. У даній роботі під інтенсивністю транспортного потоку будемо розуміти визначення кількості транспортних засобів, що проходять через поперечний переріз вулиці чи дороги за одиницю часу.

Однак, для повного опису ситуації на дорогах міста, мало одного лише значення інтенсивності транспортних потоків. Наприклад, у випадку утворення затору на дорозі, коли швидкість руху потоку прямує до нуля, кількість ТЗ, що проїжджають по ділянці ВДМ, буде набагато менше, ніж у випадку, коли потік рухається з максимально дозволеною швидкістю. Таким образом, при відкритті або зміні маршрутів МПТ, слід враховувати дані трьох типів:

1. Щільність транспортного потоку:

- загальне число ТЗ на ділянці;
- число ТЗ на кожній смузі руху;
- загальне число ТС кожного типу;
- число ТЗ різних типів на кожній смузі руху.

2. Події на дорозі із зазначенням можливих причин:

- висока швидкість, щільність потоку або зайнятість смуг;
- наявність заторів або руху по зустрічній смузі;
- автомобілі, що зупинилися або повільно рухаються;
- наявність на дорозі підозрілих предметів.

### 3. Наявність / відсутність автомобілів на ділянці:

- наявність автомобілів, що наближаються до ділянки;
- наявність автомобілів, що зупинилися на перехресті;
- вимірювання довжини черги.

На сьогоднішній день, для своєчасного збору і обробки даних про параметрів ТП і стані ВДС, застосовуються відеокамери і автоматичні відеодетектори руху.

### **2.2.2 Засоби автоматичної фіксації при обстеженні транспортних потоків**

Сучасні автоматизовані системи управління транспортом, в основному, використовують інформацію, що отримується в результаті обробки даних з відеокамер за допомогою програм оптичного розпізнавання образів. Застосування подібних засобів вимагає створення спеціально обладнаних дороговартісних стояць стаціонарних постів. До переваг ж можна віднести простоту, високу швидкодію і точність вимірювань, можливість фіксації зображення спірного або невпізанного ТЗ для подальшої візуальної ідентифікації людиною. Відеосистеми також дозволяють виробляти класифікацію ТЗ не тільки по довжині, але і по ширині і висоті, що недоступно для більшості датчиків. До недоліків відеосистем слід віднести ускладненість ідентифікації ТЗ в темний час доби або в умовах сильної негоди, але і ці проблеми піддаються вирішенню.

Засоби відеофіксації і вимірювання параметрів ТП рекомендується встановлювати на наступних ділянках:

- на вхідних перехрестях магістралей;
- на перехрестях, віддалених від інших (суміжних) на відстань не більше 800

м;

– на перехрестях зі значними змінами інтенсивності руху протягом доби, при інтенсивності більше 300 авт. / год на смугу;

– на перехрестях з інтенсивністю більше 1500 авт. / год в перетині дороги, коли перетинає магістраль має інтенсивність менше 120 авт. / год на смугу.

На маршруті проходження ТЗ можуть бути розташовані дві або більше камери. Вони фіксують реєстраційний номер ТЗ на кожній ділянці ВДМ, використовуючи автоматичне розпізнавання номера (ANPR). Потім, враховуючи відстань між ділянками і даними, новому ТЗ для проходження цієї відстані, можна обчислити середню швидкість руху.

Найбільш актуальним методом вимірювання параметрів ТП, на сьогоднішній день, є застосування інтелектуальних технологій моніторингу та збору даних, заснованих на взаємодії пристроїв відео- і фотоспостереження з системою GPS.

### **2.3. Аналіз автобусних маршрутів громадського транспорту міста Тернополя**

Маршрути громадського транспорту міста Тернополя, які здійснюються автобусами завжди є у вільному доступі на мапі Тернопільської міської ради (рис. 2.1). Автобусні маршрути відображені на мапі синім кольором.

Проаналізувавши дані маршрути можемо зробити висновок про те, що вони покривають всі райони міста Тернополя з перетинанням у місцях концентрації населення.

Відстежити рух громадського транспорту в режимі он-лайн можна за посиланням <http://detransport.com.ua/>, або завантаживши відповідний безкоштовний додаток у магазині додатків (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 – Маршрути громадського транспорту міста Тернополя

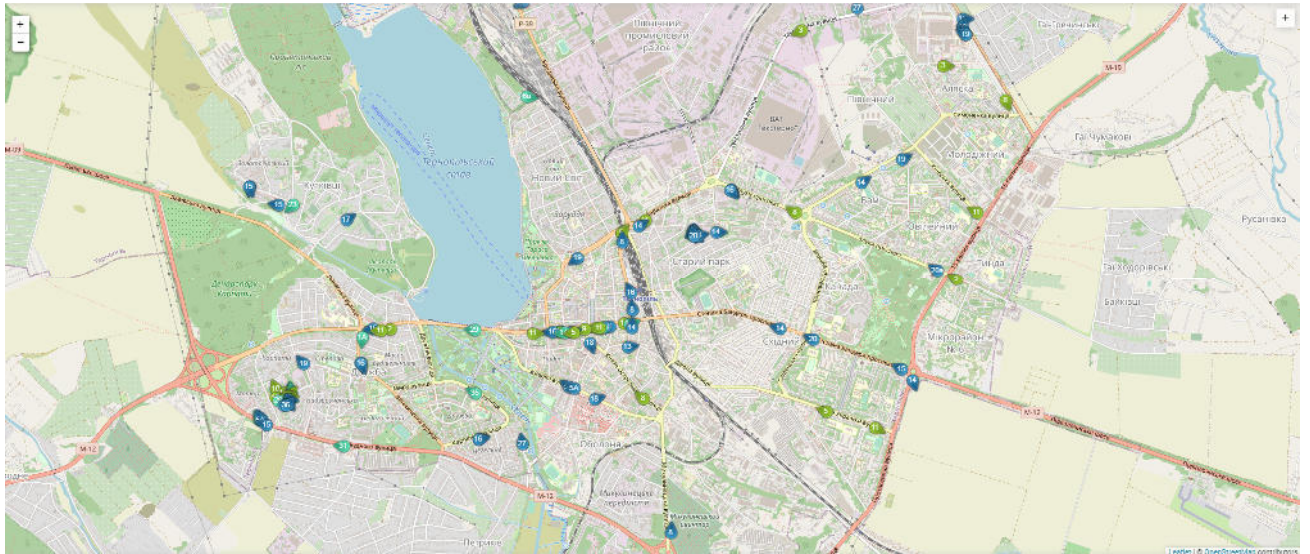


Рисунок 2.2. Загальний вигляд системи моніторингу громадського транспорту

Самі ж перевезення пасажирів здійснюються спеціальними автобусами виробництва MAN із низькопідлоговим покриттям.

Такі автобуси розраховані на 80-100 пасажиро місць, забезпечують рівень викидів шкідливих речовин, що відповідають нормам токсичності Євро-5 (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Автобуси MAN для здійснення пасажирських міських перевезень

У зв'язку з інтенсивним розвитком міста, зокрема будівництвом нових мікрорайонів таких як Варшавський, виникає гостра необхідність у прокладанні нових маршрутів, або зміні існуючих для забезпечення населення доступом до громадського транспорту.

Оскільки даний мікрорайон знаходиться у найбільш віддаленій точці міста, фактично на його окраїні, тому доцільним є зміна кількох маршрутів громадського транспорту з утворенням там кінцевої точки маршруту.

Розвинута інфраструктура мікрорайону, школи, дитячий садок, великий супермаркет будуть центрами тяжіння пасажирів, що сприятиме зростанню коефіцієнта наповнення транспорту.

### 3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Структура системи керування міськими автобусними перевезеннями

Якісне управління міськими пасажирським перевезеннями може бути досягнуто шляхом впровадження системних розробок, однією з підсистем в яких буде система керування міськими автобусними перевезеннями. Така система повинна забезпечити можливість як стратегічного, так і оперативного управління. Стратегічні завдання визначаються на довгострокову перспективу і критеріями якості управління будуть підвищення безпеки, надійності і стійкості системи. Коректність роботи такої системи багато в чому визначається якістю вихідної інформації і адекватністю методів її обробки. Це забезпечується наявністю:

- системи збору, зберігання та адміністрування інформації про параметри транспортної системи, а також даних моніторингу параметрів транспортних і пішохідних потоків;
- аналізу та оцінки даних з подальшою їх обробкою даних та розробленням рекомендацій;
- системи підтримки прийняття управлінських рішень, в якому з запропонованих варіантів вибирається найоптимальніший для її подальшого використання в аналогічних ситуаціях.

Система управління автобусними перевезеннями розробляється для того, щоб на основі наукового аналізу статистичної інформації про існуючі на сьогоднішній день транспортних і пасажиропотоках забезпечити можливість

- особам, які приймають рішення, виробляти рекомендації щодо:
- оптимізації маршрутної мережі міста;
  - підбору оптимального ПС для кожного маршруту в залежності від часу доби;
  - виявлення проблемних ділянок ВДМ;

- зниження негативного впливу міського пасажирського транспорту на навколишнє середовище поблизу магістралей міста;
- скорочення часу доставки пасажирів;
- мінімізації часу простою ТЗ в заторах і на ОП, чекаючи своєї черги на подачу ТЗ до місця посадки-висадки;
- підвищення ступеня задоволеності населення якістю пасажирських перевезень.

Пропонована система управління міськими автобусними перевезеннями дозволить не тільки розробляти стратегії розвитку системи суспільного транспорту, а й здійснювати оперативне управління перевізним процесом при змінюються параметрах транспортної системи. Завдяки зворотньому зв'язку система керування дозволить співвідносити значення поточних параметрів з модельними, і, в разі їх розбіжності, - виявляти причини виникнення проблемних ситуацій, а також здійснювати оперативне коректування управлінських рішень.

Впливи на транспортну систему можна умовно розділити на регулярні «години пік», що залежать від часу доби, дня тижня, сезону і подібних регулярних факторів, і поодинокі, до яких можна віднести масові заходи. Впливи змінюють структуру і параметри пасажиропотоків. При регулярно повторюваних збурення реактивні зміни в системі досягаються коригуванням поточних параметрів (інтервал руху ТЗ, місткість ТС і т.п.) і не зачіпають структуру системи (вимірювання схеми руху, додаткові маршрути), що спостерігається під час проведення масових заходів.

Розроблена система дозволить прогнозувати параметри збурюючих впливів («години пік», масові заходи) і перевіряти ефективність тих чи інших рішень як для регулярних збурень, так і для разових масових заходів. Вдалі варіанти можуть зберігатися і використовуватися при повторення ситуації.



### 3.2 Транспортна модель міста

Транспортна модель - це програмний пакет, що складається з моделі мережі, моделі транспортного попиту та моделі впливу.

Модель мережі - це зображення дорожньої мережі у вигляді та сегменти, накладені на карту міста з урахуванням масштабу для автоматичний розрахунок довжини кожної секції. Для кожного встановлюються характеристики різання (ширина проїжджої частини, кількість смуг руху) рух, гранично допустима швидкість, стан дороги покриття) та накладаються обмеження (чи дозволено розворот, заборонено рух транспорту для певного виду транспорту тощо). Потім транспортні райони та можливі системи управління дорожнім рухом (індивідуальні транспорт (ІТ), громадський транспорт (ОТ), вантажний транспорт тощо), і на побудованій схемі УДС можливі шляхи слідування ІТ і накладаються існуючі ОТ маршрути, зупинки вказуються та вводяться графік руху. Таким чином, мережева модель є транспортна пропозиція міста.

Модель попиту складається з багатьох об'єктів попиту та описує транспортні потреби населення за допомогою інтегрованих в PTV Стандартна чотиріступінчаста модель VISUM. Найважливіші компоненти – наступними моделями попиту є матриці: матриці витрат (відображення тимчасові, грошові або інші витрати, пов'язані з переміщенням між ними транспортні зони) та матриці кореспонденції (відображають потреби в русі між областями).

Мережева модель та модель попиту є основою побудови моделі контакт. Тому що будь-який вплив завжди спрямований на учасників трафіку, в PTV VISUM може бути побудований

1. модель впливу на користувача (на користувачів транспорту пропозиції включають водіїв окремих транспортних засобів, пасажирів та пішоходів);
2. модель впливу на перевізника (під перевізником маються на увазі транспортні компанії та організації, що займаються перевезеннями);

3. модель впливу на навколишнє середовище (дозволяє розрахувати вплив шуму та викиди шкідливих речовин).

Користувацька модель дозволяє зробити вибір оптимального маршруту руху пасажирів, що становить основу для побудови картограм транспортних навантажень на ділянках ВДС міста. В основі процедур моделювання переміщення лежать алгоритми пошуку, які обчислюють шляхи між транспортними зонами. Як алгоритми пошуку реалізовані методи, що встановлюють найкращий шлях (наприклад, метод "Шукати найкоротший шлях") або багато хороших шляхів (наприклад, "Відділення та зв'язок пошуку"). Потім поїздки кожної кореспонденції між транспортними зонами розподіляються за знайденими маршрутами. У ПТВ VISUM таке поєднання пошуку маршрутів та розподілу поїздок на знайдені маршрути називається перерозподілом [74]. Одну з трьох процедур перерозподілу можна використовувати для моделювання руху ОТ у PTV VISUM. У разі необхідності порівняння існуючої мережі маршрутів (для якої існує точний розклад) із запланованою (для якої ще немає точного розкладу), рекомендується використовувати процедуру Перерозподілу за інтервалами, оскільки вона зазвичай цього не враховує узгодження графіка.

Значення навантаження на сегменти та повороти, отримані в результаті процедури перерозподілу, складають основу процедур моделей впливу на носії та навколишнє середовище.

Модель перевізника дозволяє оцінити прибутковість та ефективність маршрутної мережі та розкладу руху шляхом розрахунку таких показників, як виробничі та фінансові витрати та очікуваний прибуток, пов'язаний з ними з тарифом для пасажирів.

Таким чином, моделі впливу дозволяють всебічно оцінити кожен варіант організації дорожнього руху та вибрати оптимальний як з точки зору підвищення ефективності використання транспортних засобів, так і з урахуванням мінімізації

негативного впливу на навколишнє середовище без зменшення мобільності населення.

### **3.3 Алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності організації міських автобусних перевезень**

Необхідною умовою підвищення ефективності управління громадським транспортом міста є розробка системи управління, яка дозволяє приймати науково обгрунтовані рішення на основі сукупності моделей керованого об'єкта та алгоритму міського автобусного транспорту на їх основі.

Процес отримання науково обгрунтованого рішення про коригування маршрутної мережі громадського транспорту міста починається з введення вихідних даних, на основі яких будується модель ВДМ міста та матриця відповідності. Для розрахунку рівня навантажень на ділянках DCS проводиться комп'ютерний експеримент, в результаті якого визначаються області, що потребують оптимізації. Якщо значення моделі співвідносяться з результатами вибіркового обстеження на місцях, модель є адекватною і може служити основою для регулювання маршрутної мережі міста, щоб нові маршрути не проходили через перевантажені ділянки ВДС. Запропонований варіант апробований на моделі для прогнозування можливих наслідків з урахуванням перерозподілу транспортних навантажень. Він повинен відповідати обмеженням моделі та задовольняти транспортні потреби населення.

Налаштування параметрів маршрутної мережі повинно проводитися до тих пір, поки проектне навантаження на ділянки DCS не буде меншою або дорівнює пропускну здатності цих ділянок. Потім здійснюється вибір оптимальних технічних та експлуатаційних характеристик підстанції для кожної формується маршрут і графік руху з урахуванням значень гранично допустимих інтервалів руху.

Алгоритм прийняття рішень для підвищення ефективності міських автобусних перевезень представлений на рисунку 3.3.

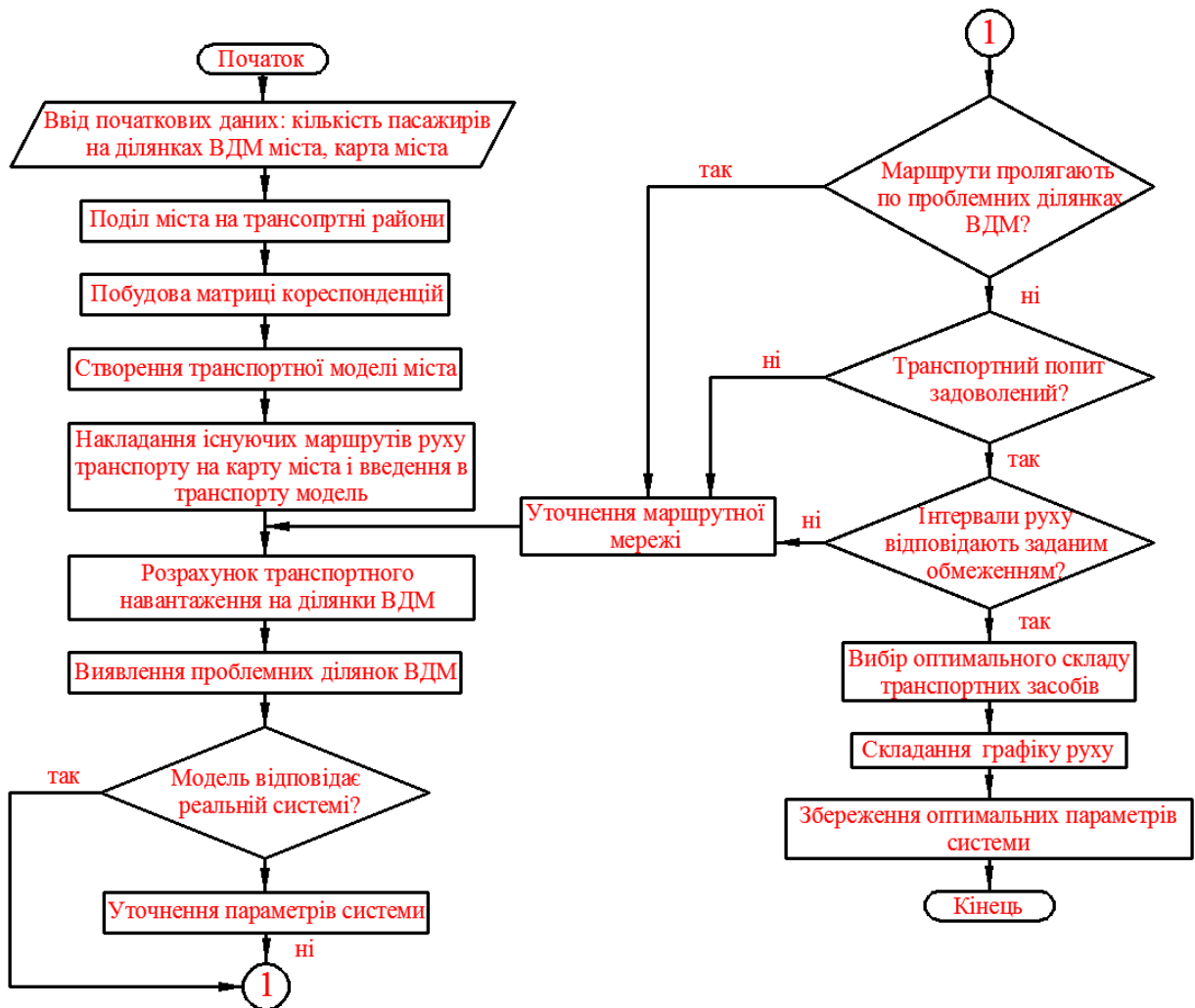


Рисунок 3.1 – Алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності організації міських автобусних перевезень

### 3.4 Розрахунок ефективності запропонованих удосконалень

Міський пасажирський маршрут №1а Обслуговується автобусами БАЗ-А079 (Еталон) пасажиро місткістю 40 пасажирів. Оскільки з будівництвом нових комплексів житлових будинків обсяг пасажиро потоку зріс, запропоновано замінити дані автобуси, автобусам більшої пасажиро місткості. Для проектного

розрахунку запропоновано використовувати автобуси MAN Lion's City пасажиромісткістю 34 сидячих та 59 стоячих місць. Крім цього запропоновано збільшити довжину маршруту додавши додаткову зупинку громадського транспорту на мікрорайоні Варшавський.

Вибір даної моделі автобуса обумовлений його будовою – це низько підлоговий автобус, спроектований для міських пасажирських перевезень. Люди з обмеженими можливостями, літні люди та діти можуть здійснювати посадку та вихід з автобуса без проблем, на відміну від автобуса Еталон.

Для розрахунку ефективності прийнятих в роботі рішень проведемо розрахунок кількості вивільнених автобусів Еталон. Нами запропоновано використовувати ці автобуси лише в години пік, тобто з 7-30 до 9-30. Це рішення дозволить звільнити вулично-дорожню мережу міста від заторів в години пік.

Довжина міського маршруту складає  $L_m = 15$  км, обслуговується маршрут як вже було вказано автобусами БАЗ-А079 з пасажиромісткістю,  $m=40$  пасажирів. Середня дальність поїздки пасажирів складає  $l_{cp} = 3$  км, кількість проміжних зупинок складає  $n_{zn} = 18$ , час простою автобуса на кожній проміжній зупинці складає  $t_n = 30$  с, на кінцевій  $t_k = 3$  хв. Середня швидкість руху складає  $V_{cp} = 24$  км/год. Коефіцієнт наповнення автобуса  $\gamma_n = 0,8$ , нульовий пробіг  $L_n = 12$  км, час перебування автобуса на в наряді  $T_n = 14$  год, коефіцієнт змінності  $\eta = 2,5$ .

Метою розрахунків є визначення кількості автобусів, які вивільняться, якщо обсяг перевезень складає 15 тис. пасажирів.

Визначаємо час, що затрачається автобусом на один рейс

$$t_i = L_M / V_T + n_{np} \cdot t_n + t_k \quad (3.1)$$

$$t_i = 15/24 + 18 \cdot 0,5 + 3 = 0,82 \text{ год.}$$

Час роботи автобуса на маршруті

$$T_i = T_n - t_i = T_n - L_i / V_o \quad (3.2)$$

$$T_i = 14 - 12/24 = 13,5 \text{ год.}$$

Кількість рейсів автобуса за день

$$Z_i = Q_i / t_p \quad (3.3)$$

$$Z_i = 13,5 / 0,82 = 16.$$

Добова продуктивність автобуса за формулою:

$$Q_A = Z_p \cdot m \cdot \gamma_i \cdot \eta \quad (3.4)$$

– автобуса БАЗ-А079

$$Q_A = 16 \cdot 110 \cdot 0,8 \cdot 2,5 = 3520 \text{ пасажирів.}$$

– автобуса MAN Lion's City

$$Q_A = 16 \cdot 180 \cdot 0,8 \cdot 2,5 = 5760 \text{ пасажирів.}$$

Визначимо необхідну кількість автобусів за формулою:

$$A_M = Q_{II} / u_A \quad (3.5)$$

– БАЗ-А079

$$A_M = 75000 / 3520 = 21 \text{ автобус.}$$

– MAN Lion's City

$$A_M = 75000 / 5760 = 13 \text{ автобусів.}$$

Різниця складає 8 автобусів на маршруті.

### 3.5 Розрахунок основних ТЕП роботи автобусів.

Для призначених маршрутів розраховуємо техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів. Розрахунки проводимо для маршруту №1.

1. Довжина маршруту, км:

$$L_M = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (3.6)$$

де  $l_i$  – довжина  $i$ -го перегону, км;  $n$  – кількість перегонів на маршруті.

$$L_M = 1,6 + 2,5 + 1,4 + 1,2 + 1,1 + 1,6 + 1,9 = 11,3 \text{ км}$$

2. Час обороту, хв.:

$$t_{об} = 2 \cdot t_{рейс}, \quad (3.7)$$

де  $t_{рейс}$  – час рейсу, хв:

$$t_{рейс} = \frac{60 \cdot L_M}{V_m} + \frac{n_{зуп} \cdot t_{н.з.}}{60} + t_{к.з.} \quad (3.8)$$

де  $V_m$  – технічна швидкість руху автобусів, км/год.;

$t_{н.з.}$  - час простою на проміжних зупинках, сек.;

$t_{к.з.}$  - час простою на кінцевій зупинці, хв.;

$n_{зуп}$  - кількість зупинок на маршруті, од.

Технічна швидкість руху автобусів приймаємо за залежністю:

$$V_m = 20 + N_{ост}, \quad (3.9)$$

де  $N_{ост}$  - остання цифра залікової книжки,  $N_{ост} = 2$ .

$$V_m = 20 + 2 = 22 \text{ км / год}$$

Час простою на проміжній зупинці приймаємо за залежністю:

$$t_{н.з.} = 30 + 5 \cdot N_{ост} \quad (3.10)$$

$$t_{н.з.} = 30 + 5 \cdot 2 = 40 \text{ сек.}$$

Час простою на кінцевій зупинці приймаємо за залежністю:

$$t_{к.з.} = 3 + N_{ост} \quad (3.11)$$

$$t_{к.з.} = 3 + 2 = 5 \text{ хв.}$$

Кількість зупинок на маршруті, од.:

$$n_{зуп} = \text{int} \left( \frac{L_M}{\overline{l_{неп}}} \right) + 1, \quad (3.12)$$

де  $\overline{l_{неп}}$  – середня довжина перегону на маршруті, км:

$$\overline{l_{неп}} = \frac{400 + 50 \cdot N_{ост}}{1000}. \quad (3.13)$$

$$\overline{l}_{пер} = \frac{400 + 50 \cdot 2}{1000} = 0,5 \text{ км.}$$

$$n_{зуп} = \text{int}\left(\frac{11,3}{0,5}\right) + 1 = 24 \text{ од.}$$

$$t_{рейс} = \frac{60 \cdot 11,3}{22} + \frac{24 \cdot 40}{60} + 5 = 52 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_{рейс} = 52$  хв., так як значення часу рейсу повинно бути цілим числом для зручності використання даного показника при складанні графіку руху автобусів. Округлення здійснюємо в більшу сторону для надання автобусу додаткового часу на випадок виникнення заторів.

$$t_{об} = 2 \cdot 52 = 104 \text{ хв.}$$

3. Інтервал руху у годину «пiк», хв.:

$$I^{пiк} = \left(\frac{60 \cdot q_{гран}}{N_{ij}^{max}}\right) + 1 \quad (3.14)$$

де  $q_{гран}$  – гранична пасажиромiсткiсть автобуса, яка розраховується виходячи з 8 чол./м<sup>2</sup> вiльної площi салону, пас.:

$$q_{гран} = \left(\frac{q_n - q_{сид}}{5}\right) \cdot 8 + q_{сид}, \quad (3.15)$$

де  $q_{сид}$  – кiлькiсть мiсць для сидiння.

$$q_{гран} = \left(\frac{83 - 30}{5}\right) \cdot 8 + 30 = 114,8 \text{ пас.}$$

Приймаємо  $q_{гран} = 115$  пас, тому що можна перевозити лише цiле число пасажирiв. Округлення здiйснюємо в меншу сторону, щоб не перевищувати значення 5 чол./м<sup>2</sup> при заповненнi вiльної площi салону автобуса.

$$I^{пiк} = \left(\frac{60 \cdot 115}{946}\right) + 1 = 8,3 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $I^{пiк} = 8$  хв., тому що значення повинно бути цiлим числом для зручності використання даного показника при складанні графіку руху автобусів.



Округлення здійснюємо в меншу сторону, щоб забезпечити мінімальний час очікування пасажирів на зупинках у час «пік».

4. Кількість автобусів на маршруті у годину «пік», од.:

$$A^{нік} = \frac{t_{об}}{T^{нік}}. \quad (3.16)$$

$$A^{нік} = \frac{104}{8} = 13 \text{ од.}$$

Пиймаємо  $A^{нік} = 13$ , щоб у час «пік» не відбувалося перевищення значення 5 чол./м<sup>2</sup> при заповненні вільної площі салону автобуса.

5. Фактичний пасажирообіг на маршруті, пас. км.:

$$P_{\phi} = \sum_1^n N_{ij} \cdot l_i + \sum_1^n N_{ji} \cdot l_i, \quad (3.17)$$

$$P_{\phi} = (146 \cdot 1,6 + 307 \cdot 2,5 + 406 \cdot 1,4 + 336 \cdot 1,2 + 721 \cdot 1,1 + 732 \cdot 1,6 + 732 \cdot 1,9) + \\ + (620 \cdot 1,6 + 787 \cdot 2,5 + 973 \cdot 1,4 + 946 \cdot 1,2 + 890 \cdot 1,1 + 499 \cdot 1,6 + 499 \cdot 1,9) = 13310 \text{ пас.км.}$$

6. Кількість перевезених пасажирів на маршруті, пас:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (H_{ij}^* + H_{ji}^*). \quad (3.18)$$

$$Q = 1405 + 1831 = 3236 \text{ пас.}$$

7. Середня довжина їздки одного пасажирів на маршруті, км:

$$l_{сер} = \frac{P_{\phi}}{Q}. \quad (3.19)$$

$$l_{сер} = \frac{13310}{3236} = 4,17 \text{ км.}$$

8. Коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті:

$$\eta_{зм} = \frac{L_M}{l_{сер}}. \quad (3.20)$$

$$\eta_{зм} = \frac{11,3}{4,17} = 2,71$$

9. Можливий пасажирообіг на маршруті, пас. Км.:

$$P_m = \frac{2 \cdot 60 \cdot L_m \cdot A^{ник} \cdot q_n}{t_{об}} \quad (3.21)$$

$$P_m = \frac{2 \cdot 60 \cdot 11,3 \cdot 13 \cdot 83}{104} = 14068,5 \text{ пас.км.}$$

10. Динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості:

$$\gamma_\delta = \frac{P_\phi}{P_m} \quad (3.22)$$

$$\gamma_\delta = \frac{13510}{14068,5} = 0,96$$

Аналогічно проводимо розрахунки ТЕП для інших маршрутів і результати заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів

ТЕП	Одиниці виміру	Маршрути сформованої мережі				
		№1 (1-10-8-7-6-5-12-3)	№2 (11-1-2-3-4-5-12-7)	№3 (2-1-10-9-8-7-6)	№4 (9-10-8-11-3-4-12-7)	№5 (10-11-12-4-5-6-7-8)
1	2	3	4	5	6	7
$L_m$	км	11,3	13,7	9,8	12,7	10,2
$\bar{l}_{пер}$	км	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$n_{зуп}$	-	24	28	21	26	21
$t_{п.з.}$	сек.	40	40	40	40	40
$t_{к.з.}$	хв.	5	5	5	5	5
$V_m$	км/ГОД	22	22	22	22	22
$t_{рейс}^{розрах}$	хв.	51,55	61,3	45,46	57,24	47,08
$t_{рейс}^{прийняте}$	хв.	52	62	46	58	48
$t_{об}$	хв.	104	124	92	116	96
$N_{ij}^{max}$	пас.	946	494	1032	655	654

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
$q_n^{l=4xв}$	пас.	63	33	69	44	44
$q_n^{l=8xв}$	пас.	126	66	128	87	87
$N^{max}$ рекомендаційний інтервал	пас.	500-1000	300-500	1000- 1800	500- 1000	500- 1000
$q_n$ рекомендаційний інтервал	пас.	50-80	30-50	80-100	50-80	50-80
$q_n^{прийняте}$	пас.	77	49	81	59	59
Модель автобуса	-	Богдан А-701.30	Богдан А- 302.51	Богдан А- 701.30	Богдан А- 302.51	Богдан А- 302.51
$q_n$	пас.	83	67	83	67	67
$q_{сид}$	пас.	30	26	30	26	26
$q_{гран}^{розрах}$	пас.	114,8	91,6	144,8	91,6	91,6
$q_{гран}^{прийняте}$	пас.	115	92	115	92	92
$I_{розрах}^{пій}$	хв.	8,3	12,1	7,7	9,4	9,4
$I_{прийняте}^{пій}$	хв.	8	12	8	9	9
$A_{розрах}^{пій}$	-	13	10,33	11,5	12,89	10,67
$A_{прийняте}^{пій}$	-	13	10	12	13	11
$Q$	пас.	3236	2109,3	4440	3047,7	2039
$P_{\phi}$	пас. км.	13510	7583	13100	12440	6653
$l_{сер}$	км	4,17	3,6	2,95	4,08	3,26

$\eta_{зм}$	-	2,71	3,81	3,32	3,11	3,13
$P_m$	пас. км.	14086,5	9179	12201	11345	9112
$\gamma_\delta$	-	0,96	0,83	1,07	1,1	0,73
$K_E$	-	0,61	0,51	0,49	0,49	0,48

Коефіцієнт якості сформованої маршрутної мережі:

$$K_y = \frac{\sum P_\phi}{P_{\min}}. \quad (3.23)$$

$$K_y = \frac{13510 + 7583 + 13100 + 12440 + 6653}{38691} = 1,38$$

На основі розрахунку фактичної транспортної роботи було визначено коефіцієнт якості сформованої маршрутної мережі. Даний показник показує відхилення відстаней сформованих маршрутів від найкоротших відстаней, по яким їх можна було прокласти.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Облік часу роботи водіїв по тахографу**

Дотримання режиму праці і відпочинку водіїв автобусів – важливий фактор забезпечення безпеки пасажирів та інших учасників дорожнього руху. Діючи нормативні акти чітко регулюють тривалість перебування водіїв за кермом. Крім цього регулюється тривалість спеціальних і обідніх перерв, міжзмінних періодів та багатьох інших факторів.

Для того, щоб контролювати періоди трудової активності і відпочинку водіїв в автобусах повинен встановлюватись тахограф – прилад, який фіксує періоди роботи та відпочинку водія. Відсутність цього приладу або його несправний стан караються штрафом.

Графік роботи водіїв складають тривалістю місяць окремо для кожної зміни при багатозмінній роботі. В документі, який називається графік роботи повинні бути зазначена наступна інформація:

вається графік роботи повинні бути зазначена наступна інформація:

- місце і час початку роботи;
- місце і час закінчення роботи;
- місце і час відпочинку, а також час обідньої перерви;
- дні відпочинку.

Для водіїв, які працюють на міжнародних рейсах складається окрий графік роботи.

Основною для роботи тахографа є норма розрахунку часу роботи водія за один день або сумарно за місяць.

Щоденний облік робочого часу водія складає не більше 8 годин при п'ятиденному робочому тижні і не більше 7 годин при шестиденному. Зміна водія може бути скорочена за умови подолання дорожніх відрізків із складними дорожніми умовами.

Сумарний облік робочого часу водія зміна може мати різну кількість годин, та різні періоди чергування періодів активності і відпочинку, які сумуються протягом одного місяця.

В курортних районах і в місцях з сезонними роботами звітність може бути сезонною, тривалістю до пів року.

По тривалості зміні існують наступні обмеження. В стандартному варіанті зміна триває 10 годин, в окремих випадках – 12 годин. Період водіння за один робочий день не повинен перевищувати 9 годин. За один робочий тиждень водій не повинен проводити за кермом більше 45 годин.

Обов'язки водія. До періоду трудової активності водія входить не лише час, який водій проводить за кермом транспортного засобу. Він також зобов'язаний здійснювати:

- спеціальні перерви у спеціально відведених місцях і в кінцевих точках маршруту;
- підготовку транспортного засобу до рейсу, яка полягає у його обслуговуванні, подача транспортного засобу до місця завантаження пасажирями;
- проходження медичного огляду.

Спеціальні перерви надаються всім водіям, які перевозять пасажирів на автобусах на будь-яких сполученнях. Перша перерва надається водію після чотирьох годин перебування за кермом без перерви, наступні – через кожні дві години. Якщо така перерва співпадає із обідньою перервою, то додатково вона не надається.

На міжнародному сполученні міжзмінний відпочинок при щоденній звітності в два рази повинен перевищувати період зміни. При розрахунках обідню перерву зараховують як міжзмінну. При семигодинному робочому дні наступна зміна може розпочатись на дві години раніше порівняно з попередньою. Існують також випадки, коли час щоденного відпочинку може бути скороченим.

На міжміському сполученні відпочинок між змінами може бути поділений на дві або три частини. При цьому одна з частин повинна бути не менше 8 годин, а загальний час відведений на відпочинок не менше 12 годин.

#### **4.2 Вимоги до організації діяльності по забезпеченню безпеки перевезення пасажирів і вантажів**

До вимог по забезпеченню безпеки пасажирів і вантажів суб'єктами транспортної діяльності відносяться:

- забезпечення професійної компетентності і професійної придатності працівників суб'єктів транспортної діяльності;
- забезпечення відповідності транспортних засобів, що використовуються в процесі експлуатації вимогам норм діючих нормативно-правових актів;
- забезпечення безпечних умов перевезення пасажирів, включаючи перевезення в особливих умовах.

У випадку ДТП з участю транспортних засобів, що належать підприємству, посадові особи підприємства здійснюють аналіз причин та умов за яких відбулось ДТП, результати якого оформлюють у вигляді відповідних документів, передбачених чинними нормативно-правовими актами.

При здійсненні даного аналізу встановлюють:

1. стосовно водія:
  - особисті дані;
  - професійні дані (стаж роботи, дозволені правами водія категорії транспортних засобів, якими він може керувати, стаж роботи на даному транспортному засобі);
  - час і місце проходження водієм медичного огляду на стан алкогольного сп'яніння.
  - дотримання режимів трудової активності і відпочинку;

– умов стажування водія.

## 2. стосовно транспортного засобу:

– модель транспортного засобу, його комплектацію та VIN-номер, державний реєстраційний номер;

– наявність несправностей транспортного засобу в момент ДТП (встановлюється криміналістичною експертизою, яку проводить експерт-криміналіст з відповідним допуском, або спеціалісти науково-дослідних, експертно криміналістичних центрів МВС України);

– наявність документа, що підтверджує проходження технічного огляду перед виїздом на рейс;

– наявність документів, які підтверджують збереження сервісних інтервалів.

## 3. стосовно службових осіб:

– особисті дані осіб, які проводили інструктаж з техніки безпеки;

– особисті дані особи, яка здійснювала перед рейсовий контроль транспортного засобу;

– особисті дані особи, яка здійснювала медичний огляд і допуск водія до виходу на маршрут.

Для забезпечення професійної компетентності і професійної придатності працівників суб'єктів транспортної діяльності здійснюються наступні заходи:

– проведення професійного відбору і професійної підготовки водіїв;

– контроль стану здоров'я водіїв, дотримання режиму праці та відпочинку;

– проходження інструктажів з техніки безпеки.

У випадку виявлення ознак, що засвідчують погіршення стану здоров'я водія, відповідальні особи підприємства можуть направити водія на додаткове медичне обстеження.

Відповідальні особи автотранспортного підприємства зобов'язані забезпечити зберігання та аналіз результатів медичних оглядів водіїв, яких допускають до роботи.



Відповідальні особи автотранспортного підприємства зобов'язані забезпечити контроль над дотриманням встановленого нормативно-правовими актами режиму робочого часу і часу відпочинку водіїв.

Відповідальні особи автотранспортного підприємства зобов'язані забезпечити водіїв наступною інформацією про:

- погодні умови на маршруті;
- місця організації відпочинку і прийому їжі, санітарно-побутового обслуговування;
- місця зупинки транспортних засобів;
- телефони чергових та екстрених служб;
- забезпечення безпечних умов експлуатації при сезонній зміні погодних умов;
- розташування пунктів методичного та технічного обслуговування;
- маршрут рух транспортного засобу, місцях концентрації ДТП, умовах та режимах руху;
- порядок визначення повної та спорядженої маси на одну вісь транспортного засобу, правилах проведення вагового та габаритного контролю при перевезенні вантажів.

Перед рейсовий інструктаж проводиться у випадку:

- відправлення водію вперше по цьому маршруту;
- перевезенні дітей;
- перевезенні небезпечних і великогабаритних вантажів.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

В першому розділі проведено аналіз транспортних систем міст, визначений вплив особливостей планування міст на розвиток транспортних систем. Проаналізований також український та закордонний досвід управління міськими автобусними перевезеннями. Розглянуті методи вирішення задач транспортної маршрутизації, здійснено постановка задач на дипломне проектування.

В другому розділі розглянуті особливості моделювання транспортних систем. Проаналізовані методи обстеження і прогнозування руху на міських вулицях за параметрами оцінювання транспортного потоку. Розглянуті засоби автоматичної фіксації при обстеженні транспортних потоків. В цьому ж розділі проведено аналіз автобусних маршрутів громадського транспорту міста Тернополя.

В третьому розділі розроблена структура системи керування міськими автобусними перевезеннями. Побудована транспортна модель міста та розроблений алгоритм прийняття рішень з підвищення ефективності організації міських автобусних перевезень. Проведено розрахунок ефективності запропонованих удосконалень.

В четвертому розділі розглянуті питання з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Устойчивое развитие городов [Электронный ресурс] / под ред. А. Карповой // Мы – Siemens. – 2010. – № 12. – Режим доступа: [http://www.intenta-it.ru/upload/pdf/WeSiemensDec\\_Final.pdf](http://www.intenta-it.ru/upload/pdf/WeSiemensDec_Final.pdf).

2. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Электронный ресурс] // Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. – 2015. – Режим доступа: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E).

3. Макарова, И.В. Обеспечение надежного и безопасного функционирования транспортной системы города путем интеллектуализации процессов управления / И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, К.А. Шубенкова, В.А. Мелькова // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – №3 (34). – С. 63-72.

4. Global status report on road safety 2015 [Электронный ресурс] / World Health Organization. – 2015. – Режим доступа: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2015/GSRRS2015\\_Summary\\_EN\\_final2.pdf?ua=1](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_EN_final2.pdf?ua=1)

5. Global Report on Human Settlements 2013 [Электронный ресурс] / UNHABITAT. – 2013. – Режим доступа: <http://unhabitat.org/books/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/>.

6. Яворский, И. Москва-2014: когда и почему мы пересядем с машин на метро [Электронный ресурс] // АВТО@mail.ru. – 2014. – Режим доступа: <http://auto.mail.ru/article.html?id=45108>.

7. Яценко, С.А. Повышение качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах в условиях применения подвижного состава разной вместимости: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Светлана Анатольевна Яценко. – Иркутск, 2012. – 213 с.

8. Лобов, В. Регулярность, скорость, комфорт [Электронный ресурс] / В. Лобов // Транспорт России. – 2013. – №27 (782). – Режим доступа: <http://www.transportrussia.ru/gorodskoy-passazhirskiy-transport/regulyarnostskorost-i-komfort.html>

9. «ЗЕЛЕНЫЙ» ТРАНСПОРТ [Электронный ресурс] // Ежегодный доклад ЮНЕП за 2009 г. – 2009. – Режим доступа: <http://www.unepcom.ru/energenv/101.html>

10. Рассоха, В.И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.10 / Владимир Иванович Рассоха. – Оренбург, 2010. – 400 с.

11. Ожерельев, М.Ю. Повышение качества информационного обеспечения транспортно-телематических систем в городах и регионах (на примере диспетчерского управления пассажирским транспортом): автореф. дис. ... канд. техн. наук / Максим Юрьевич Ожерельев. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 23 с.

12. Кравченко, П.А. Инновационные технологии для сферы обеспечения БДД – не дань моде, а остро востребованный инструмент решения сложных хозяйственных задач // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докл. конф. – 2010. – С. 21-25.

13. Методическое руководство по стратегии управления транспортными потоками в системах автоматизированного регулирования движения на автомобильных магистралях (АРДАМ): утверждено ГИПРОДОРНИИ, протокол № 2 от 28.03.80. – М.: 1980.

14. Врублевская, С.С. Интеллектуальная система управления транспортными потоками на основе светофорных объектов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10 / Светлана Семеновна Врублевская. – Воронеж, 2007. – 149 с.

15. Жанказиев, С.В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах

городов и регионов: дис. ... д-р техн. наук : 05.22.01 / Султан Владимирович Жанказиев. – М., 2012. – 451 с.

16. Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives: Increase of City Transport System Management Efficiency with Application of Modeling Methods and Data Intellectual Analysis / I. Makarova, R. Khabibullin [et al.]; ed. By A. Śladkowski [et al.] // Studies in Systems, Decision and Control. – Vol. 32. – Switzerland: Springer International Publishing AG, 2016. – P. 37-80.

17. Makarova, I.V. City Transport System Improvement through the Use of Simulation Modeling System / I.V. Makarova, E.I. Belyaev [et al.] // International Journal of Applied Engineering Research. – 2014. – Vol. 9, № 22. – P.15649-15655.

18. Павленко, А.А. Система управления транспортными потоками г. Хабаровска // Материалы Девятого краевого конкурса-конференции молодых ученых и аспирантов. – Издательство ТОГУ, 2007. – С. 132-139.

19. Баранов, Ю.Н. Теоретические основы построения алгоритма при создании транспортных интеллектуальных систем для повышения информативности водителя на улично-дорожной сети / Ю.Н. Баранов, В.И. Чернышев // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы междунар. научно-практ. конф. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2015. – С. 42-46. – Режим доступа: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel15B018.pdf>.

20. Chen, H.-K. The application of a route diversion strategy to a vehicle route guidance system using multiple driver classes / H.-K. Chen, D.-H. Lee, Ch.-T. Fu // Transportation Planning and Technology. – 1994. – Vol. 18, Iss. 2. – P. 81-105.

21. Железов, Р.В. Разработка и исследование информационно-справочной системы поиска оптимальных путей проезда на пассажирском транспорте: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.13 / Роман Владимирович Железов. – М., 2009. – 148 с.

22. Ефименко, Д.Б. Методологические основы построения навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном

транспорте (на примере городского пассажирского транспорта): дис. ... д-р техн. наук: 05.22.08 / Дмитрий Борисович Ефименко. – М., 2012. – 479 с.

23. Региональные системы: РНИС ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://space-team.com/rnis/>.

24. Системы спутникового мониторинга транспорта на основе ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://space-team.com/monitoring\\_transporta/](http://space-team.com/monitoring_transporta/).

25. Постановление Правительства Российской Федерации №641 от 25.08.2008 г. «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS».

26. Постановление Правительства РФ от 21.12.2012 N 1367 (ред. от 29.12.2015) «Об утверждении Правил предоставления и распределения в 2013 - 2014 годах субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на информационно-навигационное обеспечение автомобильных маршрутов по транспортным коридорам "Север-Юг" и "Восток-Запад"».

27. Sun, L. A New Robust Optimization Model for the Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands / L. Sun // Journal of Interdisciplinary Mathematics. – 2014. – Vol. 17, Iss. 3. – P. 287-309.

28. Huang, Z.D. A GIS-based framework for bus network optimization using genetic algorithm / Z.D. Huang, X.J. Liu [et al.] // Annals of GIS. – 2010. – Vol. 16, Iss. 3. – P. 185-194.

29. Ulusoy, Y.Y. Optimal bus service patterns and frequencies considering transfer demand elasticity with genetic algorithm / Y.Y. Ulusoy, S. I-J. Chien // Transportation Planning and Technology. – 2015. – Vol. 38, Iss. 4. – P. 405-424

30. Данг, Х.Л. Развитие системы городского пассажирского транспорта общего пользования (на примере г. Ханоя, Вьетнам): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Хай Ле Данг. – М.: МАДИ (ГТУ), 2010. – 20 с.

31. Чжо, М.Х. Планирование расписания и управление движением пассажирского транспорта с использованием моделирующей среды: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Мьо Хан Чжо. – М., 2010. – 111 с.

32. Богомолов, А.А. Оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта в средних городах: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Андрей Александрович Богомолов. – Вологда, 2002. – 274 с.

33. Корягин, М.Е. Оптимизация потоков общественного транспорта [Электронный ресурс] / М.Е. Корягин, О.С. Семенова // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – №1 (11). – Т. 2. – С. 70-78. – Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2008/01t/09t.pdf>.

34. Семенова, О.С. Математическое моделирование в задачах оптимизации движения городского пассажирского транспорта с учетом наложения маршрутных схем: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Ольга Сергеевна Семенова. – Новокузнецк, 2009. – 148 с.

35. Кулев, А.В. Оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта общего пользования [Электронный ресурс] / А.В. Кулев, М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы междунар. научно.-практ. конф. – 2015. – С. 253-259. – Режим доступа: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel15B018.pdf>.

36. Кулев, А.В. Оптимизация маршрутов пассажирского транспорта в городе: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Андрей Владимирович Кулев. – Орел, 2015. – 127 с.

37. Александров, А.Э. Расчет и оптимизация транспортных систем с использованием моделей (теоретические основы, методология): дис. ... д-р техн. наук: 05.22.08 / Александр Эрнстович Александров. – Екатеринбург, 2009. – 213 с.

38. Папаскуа, А.А. Совершенствование организации пассажирского автомобильного транспорта в загруженных районах городов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Анжела Александровна Папаскуа. – Ростов-на-Дону, 2004. – 218 с.

39. Наумова, Н.А. Теоретические основы и методы автоматизированного управления транспортными потоками средствами мезоскопического моделирования: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Наталья Александровна. – Краснодар, 2015. – 301 с.

40. Зварыч, Е.Б. Разработка и исследование равновесных математических моделей рынка городских транспортных услуг: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Евгений Богданович Зварыч. – Братск, 2010. – 23 с.

41. Нургалиев, Е.Р. Математическое моделирование межпоселковых и межмуниципальных автотранспортных пассажироперевозок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Есбол Русланович Нургалиев. – Волгоград, 2010. – 16 с.

42. Пыталева, О.А. Обоснование параметров маршрутной сети городского наземного пассажирского транспорта: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Ольга Анатольевна Пыталева. – Екатеринбург, 2010. – 19 с.

43. Ваксман, С.А. Проблемы развития и организации функционирования транспортных систем городов // Проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы VIII междунар. научно-практ. конф. – Екатеринбург: УГЭУ, 2002. – С. 34-38.

44. Хамидулин, М.Н. Обеспечение безопасности дорожного движения маршрутных автобусов на основе учета характеристик маршрута: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Михаил Николаевич Хамидулин. – М., 2015. – 159 с.

45. Бережной, А.В. Исследование влияния управляющих параметров моделей транспортных потоков на эффективность управления городским дорожным движением: автореф. дис. ... д-р инж. наук / Александр Владимирович Бережной. – Рига: Институт транспорта и связи, 2008. – 43 с.

46. Корчагин, В.А. Распределение автобусов по маршрутам движения с учетом вреда окружающей среде / В.А. Корчагин, А.В. Гринченко // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 9. – С. 40-43.



47. Anand N. Ontology-based multi-agent system for urban freight transportation / N. Anand, R. van Duin, L. Tavasszy // International Journal of Urban Sciences. – 2014. – Vol. 18, Iss. 2. – P. 133-153.

48. Малыханов, А.А. Имитационная модель агента для низкоуровневого исследования транспортных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Андрей Анатольевич Малыханов. – Ульяновск: УлГУ, 2011. – 23 с.

49. Абрамова, Л.С. Имитационная модель управления транспортными потоками [Электронный ресурс] / Л.С. Абрамова, Н.С. Чернобаев // Вестник ХНАДУ. – 2009. – № 47. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnaya-model-upravleniya-transportnymi-potokami>.

50. Кузин, М.В. Имитационное моделирование транспортных потоков при координированном режиме управления: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Михаил Валерьевич Кузин. – Тюмень: ТюмГУ, 2011. – 143 с.

51. Воронин, В.Е. Оптимизация управления транспортными системами с использованием имитационного моделирования [Электронный ресурс] / В.Е. Воронин, В.С. Куранцева // ИММОД-2007. – Режим доступа: <http://www.gpss.ru/immod07/doklad/65.html>.

52. Власов, С.А. Язык моделирования GPSS World и системы автоматизации имитационных исследований: опыт применения и перспективы использования / С.А. Власов, В.В. Девятков, Т.В. Девятков // Сб. докл. конф. ИММОД-2009. – 2009. – Т. 1. – С. 11-18.

53. Черненко, В.Е. Низкоуровневое имитационное моделирование транспортных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Виталий Евгеньевич Черненко. – Ульяновск: УлГУ, 2010. – 23 с.

54. Сергеева, К.Ф. Анализ и оптимизация транспортных потоков с помощью моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2005/kita/shapovalova/library/sergeeva.pdf>.

55. Могорас, А.А. Управление транспортными потоками мегаполиса на основе прогнозирования и поведения интеллектуальных агентов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Андрей Александрович Могорас. – М., 2011. – 195 с.

56. Липенков, А.В. О разработке имитационной модели городских пассажирских перевозок в Нижнем Новгороде / А.В. Липенков, Н.А. Кузьмин, О.А. Маслова // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: тезисы докл. междунар. научно-практ. конф. – 2011. – с. 123-127.

57. Липенков, А.В. Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Александр Владимирович Липенков. – Нижний Новгород, 2015. – 154 с.

58. Левчук, В.Д. Проектирование маршрутов городской транспортной сети средствами имитационного моделирования / В.Д. Левчук, П.Л. Чечет // Сб. докл. конф. ИММОД-2009. – 2009. – Т. 2. – С. 137-141.

59. Новиков, А.Н. Построение модели функционирования маршрута троллейбуса / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 4 (39). – С. 80-87.

60. Мехоношин, В.В. Оптимизация маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего пользования с применением программного пакета PTV Vision® VISUM на примере городского округа г. Воронеж / В.В. Мехоношин, Д.В. Енин // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2013. – С. 30-40.

61. Постнов, С.Н. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети [Электронный ресурс] / С.Н. Постнов, С.Н. Кузнецов [и др.] // Управление экономическими системами: эл. науч. журнал. – 2012. – № 10 (46). – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/logistika/item/1591-2012-10-12-05-39-29>.

62. Ломакин, Д.О. Мезоскопические модели транспортных потоков / Д.О. Ломакин // Сб. трудов II междунар. научно-практ. конф. «Информационные технологии и инновации на транспорте». – 2016. – С. 53-59.

63. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования / В.Д. Боев, Д.И. Кирик, Р.П. Сыпченко. – СПб: ВАС, 2011. – 348 с.

64. Официальный сайт AnyLogic [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.anylogic.ru/>

65. Официальный сайт PTV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ptv-vision.ru/>

66. Макарова, И.В. Проектирование системы поддержки принятия решений для минимизации логистических издержек при мелкопартионных доставках грузов / И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, К.А. Шубенкова, И.В. Тимофеева // Материалы междунар. научно-практ. конф. «Информационные технологии и инновации на транспорте». – 2015. – С. 135-141.

67. Прохоров, А.В. Информационно-аналитические системы и оценка экономической эффективности проектов транспортного планирования [Электронный ресурс] / А.В. Прохоров, И.В. Ильин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2010. – № 6. – С. 291-295. – Режим доступа: <http://old.ptv-vision.ru/assets/Uploads/data/publication-Oценка-ekonomicheskoi-effektivnosti.pdf>.

68. Булавина, Л.В. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах: выполнение курсового и дипломного проектов [Электронный ресурс] / Л.В. Булавина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 48 с. – Режим доступа: [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/29015/1/978-5-7996-1184-2\\_2014.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/29015/1/978-5-7996-1184-2_2014.pdf).

69. Гудков, В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов В.А. Гудков, Л.Б. Миротин [и др.]; под. ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.: ил.

70. Еремеев, А.В. Методы решения задач комбинаторной оптимизации: дис. ... д-р физ.-мат. наук: 05.13.17 / Антон Валентинович Еремеев. – Омск, 2013. – 300 с.

71. Хрущев, М.В. Исследование методов маршрутизации автобусного транспорта в городах: дис. ... д-р экон. наук: 08.00.05, 08.00.13 / Михаил Владимирович Хрущев. – М., 2000. – 206 с.

72. Гиндуллин, Р.В. Оптимизация маршрута доставки однородного груза от множества производителей множеству потребителей: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.01 / Рамиз Вилевич Гиндуллин. – Уфа, 2013. – 147 с.

73. Пожидаев, М.С. Алгоритмы решения задачи маршрутизации транспорта: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Михаил Сергеевич Пожидаев. – Томск, 2010. – 136 с.

74. VISUM User Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.chinautc.com/information/manage/UNCC\\_Editor/uploadfile/20081105144806983.pdf](http://www.chinautc.com/information/manage/UNCC_Editor/uploadfile/20081105144806983.pdf).

75. Abraham, I. A Hub-Based Labeling Algorithm for Shortest Paths on Road Networks [Электронный ресурс] / I. Abraham, D. Delling // SODA 2010. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2010/12/HL-TR.pdf>.

76. Никоноров, В.М. Оптимизация логистических показателей мелкопартионных перевозок на автомобильном транспорте: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / Валентин Михайлович Никоноров. – СПб., 2013. – 194 с.

77. Бухаров, Д.С. Методика решения задач оптимизации региональной транспортно-логистической инфраструктур: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Дмитрий Сергеевич Бухаров. – Иркутск, 2013. – 157 с.

78. Савельева, М.Н. Разработка и исследование динамической геоинформационной модели цепей поставок: дис. ... канд. техн. наук: 05.25.05 / Марина Николаевна Савельева. – Таганрог, 2015. – 171 с.

79. Власов, Ю.Л. Обоснование и рациональное распределение по маршрутам парка городского пассажирского транспорта: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Юрий Леонидович Власов. – Оренбург: ОГУ, 2006. – 170 с.

80. Федоров, С.В. Совершенствование методов проектирования транспортных сетей и маршрутных систем крупных городов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Сергей Владимирович Федоров. – М.: МАДИ, 2011. – 20 с.

81. Плотников, М.В. Логистизация транспортного обеспечения пассажиропотоков в городе: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Максим Викторович Плотников. – Саратов: СГСЭУ, 2003. – 198 с.

82. Ульяновский, И.А. Разработка методов организации маршрутных сетей городского пассажирского транспорта на базе совершенствования методики обследования пассажиропотоков: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Иван Александрович Ульяновский. – Вологда, 2006. – 160 с.

83. Гринченко, А.В. Повышение эффективности управления процессами перевозок на городских автобусных маршрутах: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Александр Викторович Гринченко. – Липецк, 2006. – 203 с.

84. Богомолов, А.А. Оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта в средних городах: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Андрей Александрович. – Вологда, 2002. – 274 с.

85. Швецов, В.И. Математическое моделирование транспортных потоков / В.И. Швецов // Труды МФТИ. – 2010. – № 4. – Т.2. – С. 169-179.

86. Швецов, В.И. Проблемы моделирования передвижений в транспортных сетях / В.И. Швецов // Автоматика и Телемеханика. – 2003. – №11. – С. 3-46.

87. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

88. Схема развития транспортной инфраструктуры Самары в составе проекта Генерального плана города [Электронный ресурс] // ArcReview. – 2007. – №3. – Режим доступа: [http://www.dataplus.ru/arcrev/Number\\_42/6\\_Samara.html](http://www.dataplus.ru/arcrev/Number_42/6_Samara.html).

89. Сергеев, А.С. Современные элементы контроля безопасности дорожного движения / А.С. Сергеев, А.М. Бургонутдинов // Вестник ПГТУ: Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 1. – С. 135-144.

90. Кузьмин, Д.М. Технология и методы интеллектуального мониторинга автотранспортных потоков и состояния автомобильных дорог: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08, 05.23.11 / Дмитрий Михайлович Кузьмин. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 20 с.

91. Принципы установки детекторов транспорта: методические указания / сост. Ю.Н. Семенов, О.С. Семенова. – Кемерово: Полиграфический цех КузГТУ, 2014. – 10 с.

92. Спирин, А.В. Повышение качества перевозки пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам совершенствованием организационно-функциональной структуры перевозчика: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Александр Викторович Спирин. – Оренбург, 2013.– 160 с.

93.. Шубенкова К.А. Повышение эффективности автобусных перевозок с учетом особенностей улично-дорожной сети: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Шубенкова Ксения Андреевна. – Специальность – М., 2017. – 143 с.

## Маршрути громадського пасажирського транспорту, що здійснюється автобусами

№	Початкова зупинка маршруту	Середина маршруту/Найбільша проміжна зупинка	Кінцева зупинка маршруту	Час руху (Рекомендований)	Інтервал руху (Рекомендований)	Рекомендована кількість ТЗ	Примітки, зауваження до автобусного маршруту
1А (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Володимира Винниченка	Центр	Вулиця Слівенська	06:12 — 21:25 (В робочі дні), 06:52 — 20:34 (У вихідні).	8 хвилин — в робочі дні, 15 хвилин — у вихідні.	8 — в робочі дні, 4 — у вихідні.	В святкові та поминальні дні курсує до кладовища в селі <a href="#">Підгороднє</a> .
2	Вулиця Миру	Вулиця Бродівська	Село Біла (Меблева фабрика)	05:54 — 19:48	76 хвилин.	1	
3	Вулиця Миру	Центр	Міська лікарня №2	06:47 — 21:07	12 хвилин.	6	
4 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Лесі Українки	Вулиця Київська	Вулиця Новий Світ	06:05 — 19:36	32 хвилини – в робочі дні, 63 хвилини – у вихідні.	2 – в робочі дні, 1 – у вихідні.	З 25 травня 2020 року курсує в час пік через вулицю Київську, Лесі Українки, Залізнодорожній вокзал до вулиці Новий Світ. З липня 2020 року в

							позапіковий час автобуси з даного маршруту працюють на автобусному маршруті №б, змінюючи автобуси, що курсують цим самим маршрутом на постійній основі.
5	Вулиця Володимира Лучаківського	Центральний ринок	Селище міського типу <a href="#">Велика Березовиця</a>	06:13 — 20:03	30 хвилин.	3	У вечірній час дані автобусні маршрути виконують рейси через Центр, вулиці Острозького, Шептицького і Живова, далі — за маршрутом. В робочі дні автобусний маршрут №5А виконує перевезення дітей до Острівського
5А	Вулиця Володимира Лучаківського	Центральний ринок	Село Острів	06:00 — 21:08	23 хвилини.	4	



							дитячого садка.
6 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Новий світ	Залізничний вокзал	Автовокзал	06:11 — 19:55	26 хвилин.	2	3 липня 2020 року в позапіковий період автобуси роблять перерву, їх замінюють автобуси з маршруту №4.
6А (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Новий Світ	Новий ринок	Автовокзал	06:10 — 22:23	62 хвилини.	1	Курсує в дві зміни. Друга зміна розпочинається біля Автовокзалу. Виконує рейси до Нового ринку орієнтовно до 16:16.
8	Село <a href="#">Біла</a>	Залізничний вокзал	<a href="#">Містечко Шляховиків</a>	06:12 — 23:02	8 хвилин.	10	
9 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Новий Світ	Вулиця Замкова	Автовокзал	06:10 — 18:51	52 хвилини.	1	3 25 травня 2020 року курсує в час пік, і лише в робочі дні.

11	Вулиця Олександра Довженка	Вулиця Лесі Українки	Обласна психоневрологі чна лікарня	06:25 — 22:09 (В робочі дні), 06:25 – 22:28 (У вихідні)	12 хвилин – в робочі дні, 19 хвилин – у вихідні.	6 – в робочі дні, 4 – у вихідні.	В святкові та поминальні дні курсує до кладовища в селі <a href="#">Підгородн е.</a>
12	Вулиця Миколи Карпенка	Центральний ринок	Обласна дитяча лікарня	06:32 — 21:07	10 хвилин.	10	З 25 травня 2020 року даний автобусний маршрут продовжено до Міської лікарні №2.
13	Вулиця Василя Симоненка	Готель «Тернопіль»	Автовокзал	06:16 — 24:02	5 хвилин.	10	Після 17:00 автобусний маршрут курсуює через Філармонію.
14	Автовокзал	Вулиця Василя Симоненка	Вулиця Лесі Українки	06:20 — 22:32 (В робочі дні), 06:20 – 22:28 (У вихідні)	8 хвилин.	10	
15	Вулиця Золотогірська	Проспект Злуки	Проспект Степана Бандери	06:40 — 22:52	8 хвилин.	10	З 25 травня 2020 року даний автобусний маршрут продовжено до вулиці Золотогірська.

16	Вулиця Київська	Центр (Кооперативний коледж)	Вулиця Володимира Винниченка	06:20 — 23:08	8 хвилин.	10	
17	Село <a href="#">Кутківці</a>	Центр	Автовокзал	06:30 — 21:15	45 хвилин.	1	З виконанням ранкових рейсів через вулицю Миру. Біля Автовокзалу зупиняється орієнтовно до 17:55.
18	ТРЦ «Подільняни»	Вулиця Київська	Містечко Шляховиків	06:10 — 23:10 (В робочі дні), 06:15 — 23:40 (У вихідні)	10 хвилин – в робочі дні, 12 хвилин – у вихідні.	12 – в робочі дні, 8 – у вихідні.	
19	ТРЦ «Подільняни»	Готель «Тернопіль»	Вулиця Володимира Винниченка	06:32 — 22:37	8 хвилин.	10	З 14 грудня 2019 року почав курсувати до міської лікарні №3 через вулиці Винниченка, Будного, Лучаківського.
20	Вулиця Київська	Залізничний вокзал	Автовокзал	06:01 — 22:41	8 хвилин.	8	
20А	Вулиця Київська	Новий ринок	Автовокзал	06:54 — 21:14	60 хвилин.	1	З 20 травня 2020 року відновив свою роботу із

							виконанням рейсів через Новий ринок до Автовокзалу. Виконує рейси до Цегельного провулку орієнтовно до 16:32.
21 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Лесі Українки	Вулиця Весела	ТРЦ «Подільняни»	06:30 — 20:59 (В робочі дні), 07:08 – 20:21 (У вихідні).	19 хвилин – в робочі дні, 38 хвилин – у вихідні.	4 – в робочі дні, 2 – у вихідні.	20 та 21 травня 2020 року розпочав курсувати як спецрейсовий комунальний автобусний маршрут у зв'язку з карантинними вимогами, з 22 травня курсує в звичному режимі руху з доступом для всіх категорій громадян. З 17 серпня заїжджає до обласної дитячої лікарні по вулиці Сахарова.

22	ТРЦ «Подільня»	Залізничний вокзал	Автовокзал	05:50 — 23:07	7 хвилин.	9	
22А	ТРЦ «Подільня»	Новий ринок	Автовокзал	06:09 — 19:52	36 хвилин.	2	З 25 травня 2020 року відновив свою роботу із виконанням рейсів через Новий ринок до Автовокзалу. Виконують рейси до Цегельного провулку орієнтовно до 16:55
23 (Комунальний автобусний маршрут)	Село <a href="#">Пронятин</a>	Центр (Церква)	Автовокзал	06:05 — 21:15 (В робочі дні), 06:35 – 21:15 (У вихідні).	30 хвилин – в робочі дні, 60 хвилин – у вихідні.	2 – в робочі дні, 1 – у вихідні.	
27	Обласна психоневрологічна лікарня	Центр	Вулиця Василя Симоненка	06:35 — 22:50	10 хвилин	8	В святкові та поминальні дні курсує до кладовища в селі <a href="#">Підгороднє</a> . З виконанням рейсів за маршрутом №33 до

							Обласного геріатричного будинку-інтернату в селі <a href="#">Петриків</a> .
29 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Михайла Вербицького	Автовокзал	Вулиця Володимира Лучаківського	06:11 — 20:43	12 хвилин – в робочі дні, 23 хвилини – у вихідні.	8 – в робочі дні, 4 – у вихідні.	З 25 травня 2020 року до даного автобусного маршруту було приєднано ділянку автобусного маршруту №28 — тепер він курсує з Східного мікрорайону до вулиці Лучаківського через Автовокзал.
31 (Комунальний автобусний маршрут)	Містечко Шляховиків (Велика Березовиця)	Центр (Кооперативний коледж)	Міська лікарня №3	06:18 – 21:36	45 хвилин	2	З 16 грудня 2019 року — до міської лікарні №3 курсує вулицями Дружби, Миру, Карпенка, Будного,

							Тролейбусною
32 (Комунальний автобусний маршрут)	Вулиця Гетьмана Івана Мазепи	Дачі села Довжанка	Міське кладовище	11:35 — 13:45 (В робочі дні), 10:30 – 19:10 (У вихідні)	60 хвилин	1	З 28 травня 2020 року відновлений, тепер курсує з вулиці Гетьмана Івана Мазепи через Лемківську церкву та дачі до Міського кладовища в селі Довжанка. В робочі дні працює до 13:45, у вихідні – до 19:10.
33	Видавництво «Збруч»	Вулиця Володимира Лучаківського	Обласний геріатричний будинок-інтернат (Село <a href="#">Петриків</a> )	06:50 — 20:00	55 хвилин	1 (Сезонний автобусний маршрут)	Курсує із виконанням рейсів до садівничих товариств «Ветеран» та інших щороку з 15 квітня до 15 жовтня.
35 (Комунальний)	Вулиця Володимира Винниченка	Міська лікарня №2	ТРЦ «Подільняни»	06:07 — 20:34 (В робочі дні), 06:33 – 20:51 (У вихідні).	10 хвилин — в робочі дні, 16 хвилин — у вихідні.	8 — в робочі дні, 5 — у вихідні.	З 28 травня 2020 року курсує вулицями

автобусний маршрут)							Купчинського, Корольова, Стуса, далі — за маршрутом.
36	Автовокзал	Вулиця Євгена Коновальця	Міська лікарня №2	06:13 — 19:34	23 хвилини	3	З 25 травня 2020 року курсує з автовокзалу до міської лікарні №2 із заїздом на вулицю Євгена Коновальця.
85	Село <u>Гаї Шевченківські</u>	ТРЦ «Подолани»	Автовокзал	07:00 — 21:00	90 хвилин		Маршрут приватного перевізника.