

Вінницький національний технічний університет

Факультет комп'ютерних систем і автоматики

Кафедра лазерної та оптикоелектронної техніки

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

**на тему «Оптико-електронна інформаційна система для транспортної
інфраструктури»**

Виконав: студент 2 курсу групи ЛТО-18м
спеціальності 152 – «Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка»,
освітня програма «Лазерна техніка та
оптоінформатика»

Петлюк І.В. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., проф. каф. ЛОТ
Лисенко Г.Л. _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доц. каф. МПА
Севастьянов В.М. _____
(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
Кафедра лазерної та оптикоелектронної техніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»
Освітня програма – «Лазерна техніка та оптоінформатика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ЛОТ
д.т.н., проф. Заболотна Н. І.

«___» _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Петлюку Івану Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оптико-електронна інформаційна система для транспортної інфраструктури.

Керівник роботи Лисенко Геннадій Леонідович, к.т.н., професор

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

затверджені наказом ВНТУ від «___» вересня 2019 року №_____.

2. Строк подання студентом проекту (роботи): _____.

3. Вихідні дані до роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Аналіз засобів відображення інформації та можливість їх застосування на новітній оптико-електронній елементній базі. 2. Обґрунтування вибору тарозробка структурної схеми оптико-електронної системи відображення інформації. 3. Розробка структури системи керування дорожньою інфраструктурою. 4. Визначення основних параметрів компонентів для побудови оптико-електронної системи відтворення зображень. Висновки.

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

Класифікація оптоелектронних однорідних засобів відображення інформації(формат А4), Класифікація засобів відображення інформації(формат А4), Схема структурна універсальної системи візуалізації інформації для дорожньої інфраструктури(формат А4), Схема структурна архітектури оптико-електронної системи для відтворення зображень(формат А4), Схема функціональна системи відтворення зображення(формат А4), Варіант структур для побудови екрана кольорової відеоінформаційної системи(формат А4)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Лисенко Г.Л., к.т.н., професор кафедри ЛОТ		
Економічна частина	Ратушняк О.Г., к.т.н., доцент каф. ЕПВМ		

7. Дата видачі завдання « » _____ 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)		
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР		
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР		
4	Попередній захист МКР		
5	Нормоконтроль МКР		
6	Рецензування МКР		
7	Захист МКР		

Студент _____

Петлюк І.В.

Керівник роботи _____

Лисенко Г.Л.

АНОТАЦІЯ

У роботі проаналізовано тенденції розвитку і рівень сучасних науково-технічних проблем в системах керування транспортними потоками, описано функції сучасних ГІС.

Розглянуто декілька видів алгоритмів пошуку оптимального шляхів керування транспортними мережами, розроблені структурні схеми системи та складових блоків, проведено математичне моделювання транспортних потоків та реалізовано запропоновано основні блоки програмної реалізації.

ANNOTATION

The work analyzes trends and the level of modern scientific and technical problems in the systems management of transport flows, describes features of modern GIS.

We consider several types of algorithms for finding the optimal path to the final destination and the most effective method of finding the optimal path to the destination, carried out mathematical modeling of traffic flows in the environment.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ МЕРЕЖАМИ.....	11
1.1 Сучасний стан розвитку систем автоматизованого. керування транспортними мережами	11
1.2 Актуальність адаптивних систем керування транспортних потоків на. різних рівнях	13
1.3 Розвиток систем керування транспортних мереж.....	14
1.4 Аналіз існуючих систем інтелектуальних систем для керування транспортними потоками	15
2 МЕТОДИ АДАПТИВНОГО. КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ПО. МІСЬКИМ МАГІСТРАЛЯМ.....	21
2.1 Основні елементи мережі для адаптивного. керування транспортних потоків	21
2.2 Визначення розподіл автомобілів у транспортній мережі.....	22
2.3 Метод адаптивного. налаштування системи	23
2.4 Розрахунок розподілу імпульсу інтенсивності руху транспорту в циклі адаптивного. регулювання.....	25
3 РОЗРОБКА. СТРУКТУРИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ МЕРЕЖАМИ.....	30
3.1 Визначення принципу функціонування оптико-електронної автоматизованої системи керування транспортними мережами.....	30
3.2 Структурна. реалізація оптико-електронної системи для керування дорожнім рухом	31
3.2 Функціонування системи для регулювання руху транспортних засобів ...	33
3.3 Розробка. комплексної інформаційної системи керування транспортними мережами.....	35
3.3 Структура. міського. центру керування адаптивної інформаційної системи	38
3.4 Блок відеофіксації і керування транспортними мережами.....	41

4 МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ.....	44
СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЮ МЕРЕЖЕЮ.....	44
4.1 Визначення об'єктів моделювання.....	44
4.2 Представлення динамічних та. статичних об'єктів моделі.....	45
4.3 Визначення параметрів моделювання і статичних компонент транспортної мережі.....	49
5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ. ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ. ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.....	56
5.1 Розроблення компонентів для побудови. оптико-електронної системи. відтворення зображень.....	56
5.2 Розрахунки. кількості. знаків на. екрані. системи.....	59
6 ЕКОНОМІЧНА. ЧАСТИНА.....	64
6.1 Оцінювання комерційного. потенціалу розробки.....	64
6.2 Прогнозування витрат на. виконання науково-дослідної роботи.....	71
6.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	78
6.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та. періоду їх окупності.....	79
6.5 Висновки до. економічного. розділу.....	81
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83
Додаток Б. – Структурна. схема. системи керування дорожнім рухом місту....	85
Додаток В – Структурна. схема. системи керування транспортною мережею.....	86
Додаток Г – Структурна. схема. фоторадарного. блоку системи.....	87
Додаток Д – Блок-схема. алгоритму роботи адаптованої системи керування....	88
Додаток Е – Зовнішній вигляд сфідлофорного. об'єкту з модулем відеозахвату інформації.....	89

ВСТУП

Інтеграція України в європейські структури ставить нові завдання щодо поліпшення дорожнього руху. З цією метою розроблена і схвалена кабінетом Міністрів України від 29 січня 2003 р. N 56-р Державна програма забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах, вулицях міст, інших населених пунктів і залізничних переїздах. Одне з завдань цієї програми полягає в розробці імітаційних моделей дорожнього руху для аналізу пропускної спроможності і місць концентрації дорожньо-транспортних подій.

Пропускна спроможність залежить від множини чинників: конфігурації доріг, кількості смуг, кількості і типів перехресть, переходів та ін. Основною причиною зниження пропускної здатності доріг є так звані "вузькі місця", пошук яких і є головною метою досліджень. Застосування аналітичних моделей для вирішення такого завдання складним через велику кількість вхідних параметрів. Тому, задачі розподілу транспортних потоків з урахуванням характеристик існуючих мереж є актуальною проблемою для України.

Актуальність теми

Дослідження, що проводились в області інформаційного забезпечення для побудови моделей транспортних потоків не враховували особливості автоматизованого управління дорожнім рухом, та оптимізацію розподілу транспортних потоків [1].

Оптико-електронна інформаційна система керування потоками у транспортній мережі забезпечує встановлення зв'язку для отримання координат про місцезнаходження транспортного засобу з використанням системи паралельного обміну даних.

Актуальність теми обумовлена необхідністю у підвищенні функціональних можливостей інформаційних система керування потоками систем, зарахунок введення нових пристроїв (відеокамер та системи аналізу).

Виходячи з вищесказаного, існує необхідність у створенні нової адаптивної системи для моделювання транспортних мереж. Ці системи працюють у режимі реального часу і мають імітатори потоків руху транспорту. Проте в Україні поки немає подібних систем. Побудова таких систем пов'язана з розробкою інтелектуальних систем керування дорожнім рухом.

Мета і задачі дослідження

Метою даної роботи є підвищення ефективності систем для керування транспортними потоками за рахунок використання оптикоелектронної елементної бази, удосконалення їх топології та введення пристроїв керування транспортними засобами.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити основні характеристики оптико-електронних засобів відображення інформації
- провести аналіз засобів відображення інформації та можливість їх застосування на новітній оптико-електронній елементній базі
- провести класифікацію засобів оптико-електронних засобів відображення інформації
- Розробити структурні схеми оптико-електронної системи відображення інформації
- розробити структурну організацію системи та розрахувати її основні параметри

Наукова новизна: Вдосконалено топологію дорожньої інфраструктури шляхом введення оптико-електронної інформаційної системи, що дозволить отримувати оперативною інформацією про стан магістралей, а також проводити контроль за учасниками дорожнього руху

Об'єкт дослідження:

- процес моніторингу, передачі та обробки параметрів дорожньої інфраструктури

Предмет дослідження:

- методи моделювання геоінформаційних даних та методи відображення графічної інформації

Особистий внесок здобувача. Всі винесені на захист результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано магістрантом особисто. Особистий внесок здобувача у роботах, отриманих у співавторстві: отримано структуру системи для контролю дорожньої інфраструктури.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ МЕРЕЖАМИ

1.1 Сучасний стан розвитку систем автоматизованого керування транспортними мережами

Підраховано, що одна автомобіле-година в Україні коштує \$3 [3]. Якщо машина простояла в заторі 1 год, то збиток ВВП країни становить \$3. За підрахунками фахівців Національного транспортного університету України, київські автомобілісти проводять у заторах по 45 днів на рік. Виходячи з погодинних економічних втрат, столиця щороку втрачає на заторах \$8 млрд. У швидкозростаючому Пекіні цей показник досягає за \$35 млрд. Одна причина заторів на дорогах — високі темпи приросту кількості автомобілів у містах і низька пропускну спроможність українських доріг.

За кордоном з проблемою заторів мешканці міст зіткнулися 15-20 років тому. У Нью-Йорку і Токіо міське планування перешкоджає виникненню дорожніх пробок. Ноу-хау Нью-Йорка — квадратні квартали і система парних односторонніх вулиць, Токіо — багаторівневі (іноді до 5) дороги. Німецька влада використала досвід японців: протягом останніх кількох років мерії великих міст перебудовують дороги так, щоб звести до мінімуму кількість однорівневих перехресть [4].

Дослідити і перевірити ефективність прийнятих планувальних рішень можна за допомогою спеціальних програм, що моделюють транспортні потоки. Чи можна обійтись без математичних моделей і чисельних експериментів, обмежившись лише інженерними обрахунками? Наприклад, для розрахунку розвантаження деякої ділянки, треба знати яка кількість авто повертає. Крім того, транспортний потік весь час підстроюється під управляючі фактори. Це робить моделювання транспортного потоку необхідним для використання як у

розвитку усієї транспортної інфраструктури міста в цілому, так і в питанні створення окремої розвязки.

Досвід експлуатації автодоріг України показує, що більшість з актуальних транспортних проблем обумовлені низькою ефективністю управління дорожнім рухом, а також відсутністю відповідного інформаційного і телекомунікаційного забезпечення. Останнім часом у дослідженнях транспортних потоків стали застосовувати міждисциплінарні математичні ідеї, методи й алгоритми нелінійної динаміки. Їхня доцільність обґрунтована наявністю в транспортному потоці стійких і нестійких режимів руху, втрат стабільності при зміні умов руху, нелінійних зворотних зв'язків), необхідності у великому числі змінних для адекватного опису системи [2].

Раніше створені програми подібного призначення імітували дорожній рух достатньо умовно. Основне їхнє призначення було в знаходженні наближених оцінок пропускнуої спроможності і коефіцієнтів завантаження ділянок міської мережі при різних варіантах планувальних рішень. Імітатори можуть виконувати більш широке коло завдань, включаючи прогнозування ситуацій на дорогах і перевірку з їхньою поміччю тривалості переключення сигналів світлофорів для визначеного світла. Основним недоліком цих моделей була їхня неточність. Ділянки доріг розглядаються як багатоканальні прилади, а перехрестя не моделювалися взагалі, тобто передбачалося, що будь-який автомобіль може вільно пройти перехрестя в будь-який момент часу поза залежністю від ситуації на ньому. При збільшенні коефіцієнта завантаження доріг рух кожного автомобіля залежать від руху інших. Також посилюється вплив конфігурації перехрестя, режиму його регулювання і таке інше. Аналітично прорахувати вплив конфігурації перехрестя на його пропуску здатність дуже складно, тому що збільшення коефіцієнта завантаження доріг веде до зниження пропускнуої спроможності перехрестя, що у свою чергу призводить до ще більшого збільшення коефіцієнтів завантаження доріг.

1.2 Актуальність адаптивних систем керування транспортних потоків на різних рівнях

Завдання моделювання транспортних потоків в – визначення ефекту, який може дати впровадження автоматизованих систем управління вуличним рухом. Завдання локального порядку: який ефект дасть перепланування перехрестя, групи перехресть, розширення проїзної частини вулиці, зміни в організації руху на перетинах, оптимізація світлофорного регулювання, зміна умов пересадки пасажирів і т.п. Завдання аналізу роботи вуличньо-дорожньої мережі, пасажирського (вуличного й позавуличного) і вантажного транспорту.

Моделювання транспортної ситуації може проводитися на будь-який розрахунковий строк — від оперативних завдань сьогоднішнього дня до довгострокової (20-30 років) перспективи.

Перспективним напрямком є застосування нейронних мереж. Так розглядається дискретна модель завантаження мережі міських доріг, побудована на взаємодіючих ланцюжках нейронних мереж. Автори моделюють явище затору як залежність, що зв'язує обмеження на вхідні й вихідні транспортні потоки, що може бути виведена із заданих часів переміщення по мережі. Обмеження навхід у мережу дозволили їм одержати ефекти зворотного поширення заторів (spillback effects).

У моделюванні дорожнього руху історично склались два основних підходи — детерміністичний й імовірнісний (стохастичний). В основі детермінованих моделей лежить функціональна залежність між окремими показниками, наприклад, швидкістю й дистанцією між автомобілями в потоці. У стохастичних моделях транспортний потік розглядається як імовірнісний процес.

Всі моделі транспортних потоків можна розбити на три класи: моделі-аналоги, моделі проходження за лідером й імовірнісні моделі. У моделях-аналогах рух транспортного засобу вподібнюється фізичному потоку

(гідро й газодинамічні моделі). Цей клас моделей прийнято називати макроскопічними.

У моделях проходження за лідером істотне припущення про наявність зв'язку між переміщенням веденого й головного автомобіля. У міру розвитку теорії в моделях цієї групи враховувався час реакції водіїв, досліджувався рух на багато смужних дорогах, вивчалася стабільність руху. Цей клас моделей називають мікроскопічними.

В імовірнісних моделях транспортний потік розглядається як результат взаємодії транспортних засобів на елементах транспортної мережі. У зв'язку із твердим характером обмежень мережі й масовим характером руху в транспортному потоці складаються виразні закономірності формування черг, інтервалів, завантажень по смугах дороги й т.п. Ці закономірності носять істотностохастичний характер.

1.3 Розвиток систем керування транспортних мереж

Основи математичного моделювання закономірностей дорожнього руху були закладені в 1912 році, професором Г. Дубеліром. Першорядним завданням, що послужило розвитком моделювання транспортних потоків, став аналіз пропускної здатності магістралей і перетинів. Під пропускною здатністю розуміють максимально можливе число автомобілів, що може пройти через перетин дороги за одиницю часу. У спеціальній літературі зустрічаються такі модифікації поняття пропускної здатності, як теоретична, номінальна, ефективна, власна, практична, фактична й інші. У той же час пропускна здатність є найважливішим критерієм оцінки якості функціонування шляхів сполучення.

Перша макроскопічна модель, у якій рух транспортного потоку розглядалося з позицій механіки суцільного середовища, була запропонована в 1955 році Лайтхіллом (Lighthill) і Віземом (Whitham). Вони показали, що методи

опису процесів перенесення в суцільних середовищах можуть бути використані для моделювання заторів.

Виділення математичних досліджень транспортних потоків у самостійний розділ прикладної математики вперше було здійснено Ф. Хейтом. В 70-і роки знову виник інтерес до дослідження транспортних систем. и Л. Брейман.

Наприкінці 80-х початку 90-х у США проблеми дослідження транспортних систем були зведені в ранг проблем національної безпеки. До рішення цього завдання були притягнуті кращі „фізичні розуми“ і комп'ютерна техніка Національної дослідницької лабораторії Лос-Аламос — Los Alamos National Lab (LANL).

1.4 Аналіз існуючих систем інтелектуальних систем для керування транспортними потоками

В основі ПЗ покладена німецька модель — сімейство програм PTV Vision. Практично всі міста Німеччини з населенням понад 100000 чоловік користуються цим інструментом для рішення транспортних завдань, а крім них модель використовується в США, Англії, Ірландії, Голландії, Італії, Іспанії, Польщі, Словаччині, Австрії.

Основні завдання моделювання:

- планування транспортної інфраструктури й громадського транспорту;
- графічна обробка мережі;
- аналіз й оцінка транспортних мереж;
- прогноз запланованих заходів;
- створення платформи для транспортно-інформаційних систем.

При необхідності переходу на мікрорівень, тобто при плануванні руху на окремому перехресті або групі перехресть або наочної демонстрації

громадськості змін, які відбудуться в районі міста у випадку будівництва нових доріг, розв'язок і т.д., застосовується модель VISSIM.

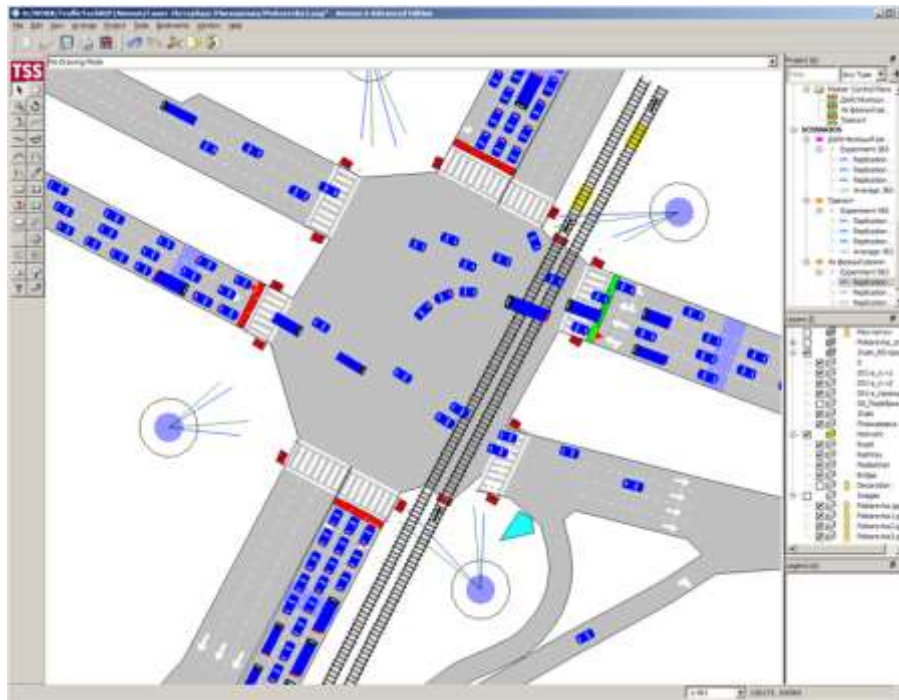


Рисунок 1.1 – Приклад системи

Основні завдання моделі:

- порівняння пунктів перетинання залежно від розвинених форм (круговий рух, регулювання напрямку руху, що направляють сигнальні пристрої й розв'язки);
- проект, тест й оцінка залежності транспорту від світлових сигнальних пристроїв;
- аналіз заходів щодо полегшення руху громадського транспорту;
- оцінка пропускної здатності;
- створення правил керування рухом транспортних коштів на автострадах і вулицях.

Області застосування VISSIM:

1. Оцінка впливу типу перетинання доріг на пропускну здатність (нерегульоване перехрестя, регульований перехрестя, круговий рух, залізничний переїзд, розв'язки на різних рівнях).

2. Проектування, тестування й оцінка вплив режиму роботи світлофора на характер транспортного потоку.

3. Оцінка транспортної ефективності запропонованих заходів.

4. Аналіз керування дорожнім рухом на автострадах і міських вулицях, контроль за напрямками руху як на окремих смугах, так і на всій проїзній частині дороги.

5. Аналіз можливості надання пріоритету суспільному транспорту й заходи спрямовані на пріоритетний пропуск трамваїв

6. Аналіз впливу керування рухом на ситуацію в транспортній мережі (регулювання припливу транспорту, зміна відстані між змушеними зупинками транспорту, перевірка під'їздів, організація однобічного руху й смуг для руху суспільного транспорту).

7. Аналіз пропускної здатності більших транспортних мереж (наприклад, мережі автомагістралей або міський вулично-дорожньої мережі) при динамічному перерозподілі транспортних потоків (це необхідно, наприклад, при плануванні паркувань, що перехоплюють).

8. Аналіз заходів по регулюванню руху в залізничному транспорті й при організації стоянок очікування (наприклад, митних пунктів).

9. Детальна імітація руху кожного учасника руху.

10. Моделювання зупинок громадського транспорту й станцій метрополітену, причому враховується їхній взаємний вплив.

11. Розрахунок аналітичних показників (більше 50 різних оцінок й аналітичних коефіцієнтів), побудова графіків (в Microsoft Excel) тимчасового завантаження мережі й т.п.

Програма ArcGIS Traffic Analyst

Серед технологій, про які він розповів був модуль розширення для системи ArcGIS, призначений для планування руху транспорту. Модуль Traffic Analyst перетворює комплекс ArcGIS у повнофункціональну систему планування транспортних потоків. Основу Traffic Analyst становить набір

передових інструментів моделювання, що підключають до середовища обробки геопросторових даних ArcGIS Geoprocessing, доповнений спеціалізованими інструментами редагування для роботи з маршрутами й розкладами громадського транспорту.

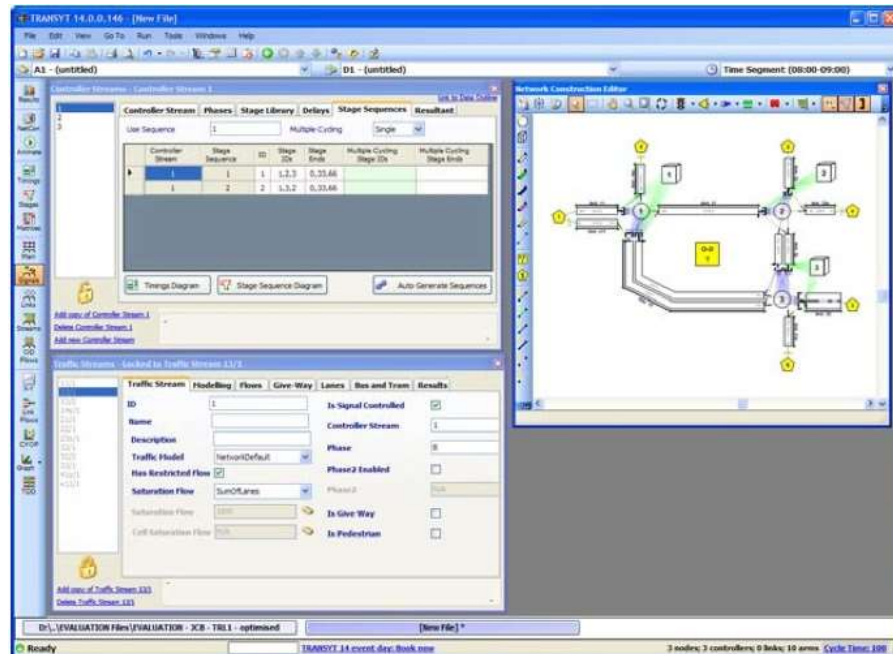


Рисунок 1.2 - Модуль Traffic Analyst

Модуль Traffic Analyst включає інструменти, необхідні для підтримки процесів прийняття рішень при плануванні руху транспорту, надаючи фахівцям із планування можливість виконувати великий спектр завдань, у тому числі:

- прогнозування транспортних потоків;
- аналіз доступності транспортних засобів;
- моделювання змін попиту на транспортні перевезення, викликані змінами в інфраструктурі, землекористуванні, політиці, демографії й т.д.;
- оцінка наслідків великих інфраструктурних проектів;
- формування основи для оцінки екологічного впливу змін у транспортних системах.

За допомогою Traffic Analyst користувачі можуть створювати повні й докладні моделі транспортних потоків або застосовувати окремі інструменти Traffic Analyst при побудові інших моделей (наприклад, моделей

землекористування). Модуль Traffic Analyst для планування й моделювання руху транспорту призначений винятково для системи ArcGIS, і тому повністю інтегрується з нею. Ця інтеграція проявляється, головним чином, на трьох рівнях.

1. Обчислення. Всі інструменти обчислень Traffic Analyst підключаються до середовища обробки геопросторових даних ArcGIS 9, тому вони можуть використатися в сценаріях і візуальних моделях на додаток до інструментів обробки, включеним у систему ArcGIS.

Користувачі можуть легко створювати складні моделі транспортних потоків, застосовуючи додаток Model Builder і сценарії, щоб задіяти підходящі, на їхню думку, інструменти Traffic Analyst й інші кошти обробки геопросторових даних. Модуль Traffic Analyst включає приклади моделей транспортних потоків — у тому числі, класичний 4-східчастий варіант — як візуальні моделі й сценарії.

2. Формати даних. Модуль Traffic Analyst працює з даними будь-яких відкритих форматів, підтримуваних системою ArcGIS: Shapefile, Personal Geodatabase, ArcSDE Geodatabase, текстові файли, Coverage і т.д. Це означає, що дані можуть спільно використатися в різних користувальницьких моделях транспортних потоків, а також в інших моделях, додатках і проектах.

3. Редагування. Traffic Analyst пропонує розвинені інструменти для редагування даних про суспільний транспорт. Ці інструменти працюють у сполученні з коштами редагування, пропонованими системою ArcGIS. Функціональні можливості. Модуль Traffic Analyst включає інструменти обробки геопросторових даних, необхідні для моделювання транспортних потоків, і надає користувачам ArcGIS/Traffic Analyst можливість створювати й застосовувати передові моделі руху транспорту в інтуїтивно зрозумілому, гнучкому й продуктивному середовищі ArcGIS. Модуль Traffic Analyst пропонує інструменти для:

- моделювання формування транспортних потоків;
- моделювання розподілу транспортних потоків (гравітаційна модель);

- розщеплення на різні режими транспортних перевезень;
- базових операцій з матрицями;
- визначення завантаження автотранспортної мережі (детерміновані або стохастичні методи регулювання транспортного потоку);
- визначення завантаження мережі громадського транспорту (на базі розкладів; детерміновані або стохастичні методи регулювання транспортного потоку);
- редагування даних про громадський транспорт (зупинки, маршрути, розклади й т.д.).

2 МЕТОДИ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ПО МІСЬКИМ МАГІСТРАЛЯМ

2.1 Основні елементи мережі для адаптивного керування транспортних потоків

Пропонується алгоритм адаптивного регулювання, який підлаштовується під структуру потоку по магістралі. Алгоритм оптимізує рух по магістралі, віддаючи пріоритет транспорту, який рухається в транзитному напрямі. Спостереження на світлофорних об'єктах (СФО) показали, що існуючий зрушення фази трохи буде оптимальний на всьому протязі доби. У табл. 2.1 наведені значення кількості транспортних засобів, що перебувають у світлофорного об'єкт на зелений сигнал, і кількість транспорту, що під'їхав на червоне світло. З даних видно, що розподіл імпульсу інтенсивності в циклі значно змістилося на заборонний сигнал. Тут під імпульсом інтенсивності слід розуміти групу компактно прибулих автомобілів до СФО. Розрахунковий час приходу (за планом координації) має збігатися з включенням зеленої фази для даної пачки. На практиці це не завжди виконується. З багатьох причин пачка може затриматися, або прийти раніше запрограмованого часу включення зеленої фази світлофора. Ці коливання протягом доби носять стохастичний характер і кращий спосіб до нього пристосуватися - це створення адаптивної системи управління.

Зазначимо кілька причин добової нестабільності плану координації. Це різне число N_i автомобілів, що заповнюють вулично-дорожню мережу міста в i -ий день (тижні, місяці). Від щільності заповнення автомобілями вулично-дорожньої мережі міста залежить швидкість руху, згідно з основним законом транспортної теорії (вище щільність - нижче швидкість) [4], а, отже, звідси йде порушення плану координації.

Таким чином, такий важливий елемент міської транспортної системи, як план координації, дуже чутливий до багатьох перерахованих вище факторів, що носять випадковий характер. Тому необхідна постійна, щогодинна, щоденна адаптація плану координації шляхом його підстроювання домінливих умов.

2.2 Визначення розподіл автомобілів у транспортній мережі

Відношення кількості машин підїхали на червоний сигнал $N_{\text{чер}}$ до кількості машин проїхали на зелений сигнал $N_{\text{зел}}$, характеризується коефіцієнтом $k = N_{\text{чер}} / N_{\text{зел}} = [1,4; 0,68; 0,9; 0,64; 0,77; 0,59; 1,29; 1,22; 0,61; 1,57]$ (табл. 2.1). Середнє значення за десять циклів $k_{\text{ср}} = 0,97$. Ситуація в наступних 10 циклах на даному світлофорному об'єкті збереглася. З цього випливає, що необхідно ввести зміщення так, щоб збільшити пропуск основної маси транспортних засобів за зелений сигнал.

Таблиця 2.1 – Розподіл кількості транспортних засобів у фазі по циклам

Номер цикла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_{\text{зел}}$	10	19	10	17	13	17	7	9	13	7
$N_{\text{чер}}$	14	13	9	11	10	10	9	11	8	11
k	1,4	0,68	0,9	0,64	0,77	0,59	1,29	1,22	0,61	1,57

Таким чином, критерієм необхідності нової підстроювання СФО є коефіцієнт k . І якщо цей коефіцієнт в певний момент часу починає перевищувати заздалегідь встановлений рівень, то необхідно провести корекцію в зсуві фаз СФО.

При створенні адаптивної системи управління дорожнім рухом необхідно дотриматися принципів збалансованості. Це включає в циклічній реалізації функцій наступне: збір інформації; вибір управляючих впливів; реалізацію керуючих впливів.

Всі ці функції повинні бути порівняні один з одним зарівнем якості, так як якість управління буде визначатися якістю найгіршою функції.

Пропонований в даній роботі спосіб адаптивної підстроювання СФО по магістралі крім функцій поліпшення якості раніше розрахованого плану координації, а також оперативного відстеження добових коливань транспортних потоків може бути використаний самостійно для отримання невідомого плану координації. Тобто метод дозволяє замінити розрахунковий план координації, заснований на інформації про відстані між СФО, на автоматичне отримання плану, який за точністю не поступається розрахунковому. У всіх випадках він краще розрахункового, так як дозволяє здійснювати адаптивні варіації.

2.3 Метод адаптивного налаштування системи

Сучасні детектори транспорту дозволяють фіксувати не тільки наявність транспортних засобів, а й підраховувати їх, фіксувати їх швидкість, а також склад транспортного потоку. Пропонований алгоритм поетапної настройки ґрунтується на побудові розподілу імпульсу інтенсивності в світлофорному циклі. Для цього алгоритму передбачається використання в якості детекторів транспорту системи детектування на основі відеокамер. Різні алгоритми цифрової обробки зображень такокомп'ютерного зору дозволяють на сьогоднішній день досить точно виявляти транспортні засоби та вимірювання характеристик транспортного потоку [6]. Застосування систем детектування в дорожніх контролерів дозволяє визначати щільність потоку транспортних засобів по смугах, швидкість і приналежність до певного класу, а також здійснювати відеоогляд з будь-якої обраної камери в реальному часі, проводити збір та обробку накопичених даних, управляти областями детектування.

Використання відео детектування забезпечує ефективне управління рухом транспортних і пішохідних потоків в містах за допомогою засобів світлофорної

сигналізації, відеоконтролю і реєстрації порушень на дорогах, контролю руху маршрутного транспорту.

Детектори транспорту за дискретні інтервали часу фіксують кількість проходить транспорту за світлофорний цикл. формується набір

$$\vec{N}_0 = \vec{N}_1 + \vec{N}_2, \quad (2.1)$$

де N_1 – набір значень інтенсивності, що характеризує розподіл імпульсу інтенсивності за дискретні інтервали часу dt за дозволяючий сигнал світлофора; N_2 - набір значень інтенсивності, що характеризує розподіл імпульсу інтенсивності за дискретні інтервали часу dt за заборонний сигнал світлофора.

Перший етап роботи алгоритму починається з досягнення таймером часу аналогічний тому, що і в багатопрограмному регулювання, тобто коли передбачається зміна транспортної ситуації (дані інтервали часу визначаються з передпроектного обстеження ділянки магістралі). На даному етапі визначається коефіцієнт

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} N_{2i}}{\sum_{i=1}^{n_1} N_{1i}}, \quad (2.1)$$

де n_1 - число вибірок на дозволяючий сигнал світлофора; n_2 - число вибірок на заборонений сигнал світлофора.

Цей коефіцієнт визначає ставлення інтенсивності на заборонний сигнал до інтенсивності на дозволяючий сигнал. Якщо цей коефіцієнт перевищує допустимий значення, визначене для цієї вулиці, тоді алгоритм переходить до другого етапу - алгоритму поетапної настройки. Даний коефіцієнт визначається для перехресть знаходяться на кордоні магістральної вулиці, які аналізують вхідний потік в систему координованих перехресть. Можливо обчислювати даний коефіцієнт для кожного перехрестя в системі і порівнювати отримане середнє значення.

На другому етапі починається поетапна настройка світлофорів по прямій хвилі. Для першого перехрестя в обраному напрямку визначається розподіл імпульсу інтенсивності N_1, N_2 .

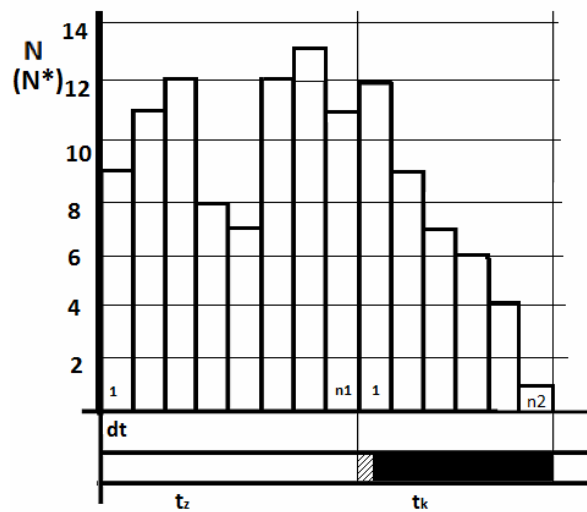


Рисунок 2.1 – Розподіл імпульсу інтенсивності напідході до перехрестя

2.4 Розрахунок розподілу імпульсу інтенсивності руху транспорту в циклі адаптивного регулювання

Для забезпечення умови ефективного пропуску транспортного потоку необхідно провести операцію центрування. Суть операції полягає в зміщенні циклу регулювання щодо вхідного потоку так, щоб середина розподілу імпульсу інтенсивності розташовувалася в центрі дозволяючого сигналу (зеленого сигналу світлофора). Для цього вводиться перехідний цикл для даного світлофорного об'єкта. Для того, щоб внести зміщення в існуючий план регулювання, тривалість перехідного циклу необхідно збільшити на розраховане значення t_0 . По завершенні цього перехідного циклу встановлюється режим регулювання СФО на основі існуючого плану координації.

Для розрахунку середини розподілу імпульсу інтенсивності щодо початку циклу регулювання можна використовувати формулу центру мас системи матеріальних точок [7]:

$$t_c = dt \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_1+n_2} N_{oi} \cdot i}{\sum_{i=1}^{n_2} N_{oi}} \right), \quad (2.3)$$

Отже, зміщення в циклі регулювання визначається (рис. 2.2):

$$t_0 = \left| \frac{t_z}{2} - t_c \right|, \quad (2.4)$$

де t_z - тривалість дозволяючого сигналу.

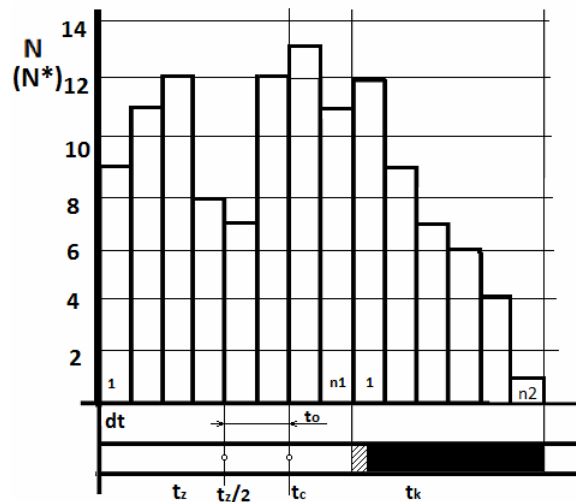


Рисунок 2.2 - Визначення зсуву в циклі регулювання

Відповідно, параметри перехідного циклу (T_{tr} , t_{ztr} , t_{ktr}) будуть обчислюватися за формулами (2.5) - (2.7).

Тривалість перехідного циклу T_{tr} :

$$T_{tr} = T_c + t_0, \quad (2.5)$$

де T_c - тривалість циклу встановлена на даному СФО, t_0 - зміщення в циклі регулювання, певне раніше.

Тривалість дозволяючого сигналу в перехідному циклі t_{ztr} :

$$t_{ztr} = \frac{t_0}{2} + t_z, \quad (2.6)$$

де t_z - тривалість дозволяючого сигналу розрахована для даного СФО.

Тривалість заборонного сигналу в перехідному циклі t_{ktr} :

$$t_{ktr} = \frac{t_0}{2} + t_k, \quad (2.7)$$

де t_k - тривалість заборонного сигналу розрахована для даного СФО.

Наступного світлофорний цикл перевіряється умова

$$t_c - \frac{t_0}{2} \leq e, \quad (2.8)$$

де e - достатня відхилення середини розподілу імпульсу, с.

Якщо умова не виконується, тоді необхідно виконати перерахунок інтервалу зміщення. При успішній налаштуванні даного світлофорного об'єкта на вхідний потік в обраному прямому напрямку, в наступній фазі алгоритму настає настройка наступного по порядку в прямому напрямку світлофора.

Таким чином, повсій магістралі налаштовуються всі світлофорні об'єкти в цьому напрямку.

На третьому етапі відбувається настройка світлофорних об'єктів по зворотній хвилі. Для цього розподіл імпульсу в світлофорному циклі замінюється сумарним розподілом по обох напрямках.

$$N^*_{1i} = \{N^f_{1i} + N^b_{1i}\}, \text{ при } i = \overline{1, n_1}, \quad (2.9)$$

Де N^*_{1i} – сумарний розподіл імпульсу інтенсивності на підході до перехрестя за розв'язний інтервал світлофорного циклу; N^f_{1i} – кількість транспортних засобів, які пройшли в прямому напрямку за i -й інтервал дозволяючого сигналу; N^b_{1i} кількість транспортних засобів, що пройшли в прямому напрямку за i -й інтервал дозволяючого сигналу.

Аналогічно обчислюється сумарний розподіл імпульсу на підході до перехрестя за забороняє інтервал світлофорного циклу N^* . Сумарне розподіл імпульсу інтенсивності:

$$N^*_0 = N^*_{1i} + N^*_{2i}, \quad (2.10)$$

Тоді середина сумарного розподілу імпульсу інтенсивності щодо початку циклу регулювання розраховується:

$$t_{c}^{*} = \frac{dt \cdot \sum_{i=1}^{n1+n2} N_{0i}^{*} \cdot i}{\sum_{i=1}^{n1+n2} N_{0i}^{*}}$$

Далі, аналогічно з налаштуванням по прямій хвилі, за формулами (2.4) - (2.8) розраховуються параметри перехідного циклу, тим самим налаштовується кожен світлофорний об'єкт по магі- стральній вулиці в зворотному напрямку і цим завершується етап настройки з даного алгоритмом.

Для алгоритму пофазної настройки після установки в стабільний режим також можна застосовувати алгоритми для корекції програми координації для подальшого використання детекторів в гнучкому регулюванні. Також можливе використання адаптивних алгоритмів стратегічного управління, заснованих на прогнозуванні характеристик транспортних потоків [8, 9], для більш точного визначення тривалості фаз уздовж магістралі. Комплексне використання адаптивного алгоритму стратегічного рівня і алгоритму поетапної настроювання фази дозволить значно поліпшити якість обслуговування на ділянці улічно- дорожньої мережі.

Отже, в умовах постійної автомобілізації населення та відповідно зростання навантаження на магістральні вулиці міста, а також в умовах постійно мінливих характеристиках транспортних потоків необхідне застосування систем координованого регулювання, які враховують найбільш точно параметри цих потоків. Багатопрограмне координоване регулювання частково вирішує проблеми добових коливань в характеристиках транспорт- них потоків. Але програми координації, встановлені на досить довгий період, устаре- ють і стають неефективними. Постійний перерахунок даних програм теж вимагає значних витрат часу і коштів. Потрібна установка систем, що використовують зворотний зв'язок з потоком, яка реалізується засобами детекторів транспорту.

Таким чином, розвиток технічної бази дозволяє удосконалювати алгоритми адаптивного управління і використовувати їх для більш ефективного вирішення транспортних проблем. Дана система повинна вирішувати

оптимізаційні задачі, використовуючи поточну інформацію про транспортний потік на основі координованого і адаптивного управління. Існуючі сучасні технології детектування дозволяють з достатньою точністю визначати параметри потоків.

3 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ МЕРЕЖАМИ

3.1 Визначення принципу функціонування оптико-електронної автоматизованої системи керування транспортними мережами

Принцип дії оптико-електронної автоматизованої системи керування транспортними мережами представлено на схемі, що наведено на рисунку 3.1.

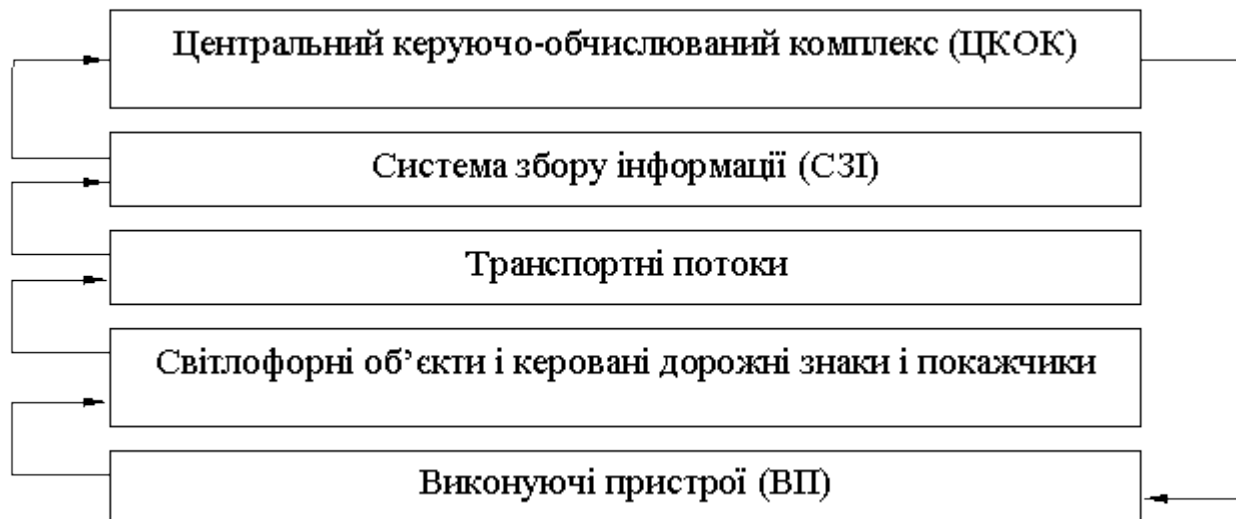


Рисунок 3.1 – Узагальнена структурна схема автоматизованої системи керування транспортними мережами

Перехрестя оснащуються системами збору інформації, що включають в себе транспортні детектори і телевізійні камери. СЗІ реєструють параметри транспортних потоків (інтенсивність, швидкість, затримки на пересіченнях, довжину черги перед світлофором). Ця інформація по каналах зв'язку передається в центральний керуючо-обчислюваний комплекс, де відбувається її аналіз і вибір програми світлофорного регулювання для кожного перехрестя із умови мінімальної сумарної затримки для всієї системи.

На основі розрахунку ЦКОК виробляє відповідну команду, яка по лініях зв'язку передається у виконуючі пристрої (контролери, сервомеханізми). Вони змінюють режим регулювання світлофору або (і) символ знаку. Зміна режиму регулювання приводить до зміни параметрів транспортних потоків, що реєструється СЗІ та передається в ЦКОК і т.д.

Контроль роботи системи, крім того, здійснюється візуально оператором за допомогою мнемосхеми. Мнемосхема являє собою крупну карту міста (району), на якій всі регульовані перехрестя позначені невеликими лампочками, послідовно з'єднаними з відповідними пристроями ЦКОК. Вони горять тільки тоді, коли світлофор знаходиться під управлінням центрального комплексу.

Інформація про параметри транспортних потоків, стан дороги, метеорологічні умови надходить в ЦКОК, обробляється на ЕОМ і передається водіям на світлофори, дорожні знаки й інформаційні табло із змінними повідомленнями. За нормальних умов руху знак не має повідомлень і його поле чисте (зеленого кольору). При зміні умов на знакові може з'явитися повідомлення “Обережно! Попереду повільний рух”, “Обмеження швидкості”, “Необхідність об’їзду дільниці” і інше.

Основна мета такої системи – забезпечення максимальної безпеки шляхом завчасного повідомлення водіїв про можливу небезпеку і затримки. Іншими словами, робота системи направлена на попередження попадання транспортного засобу в небезпечну ситуацію.

3.2 Структурна реалізація оптико-електронної системи для керування дорожнім рухом

Пристрій для контролю проходження дорожньо-транспортним засобом (ДТЗ) аварійно небезпечної ділянки (АНД).

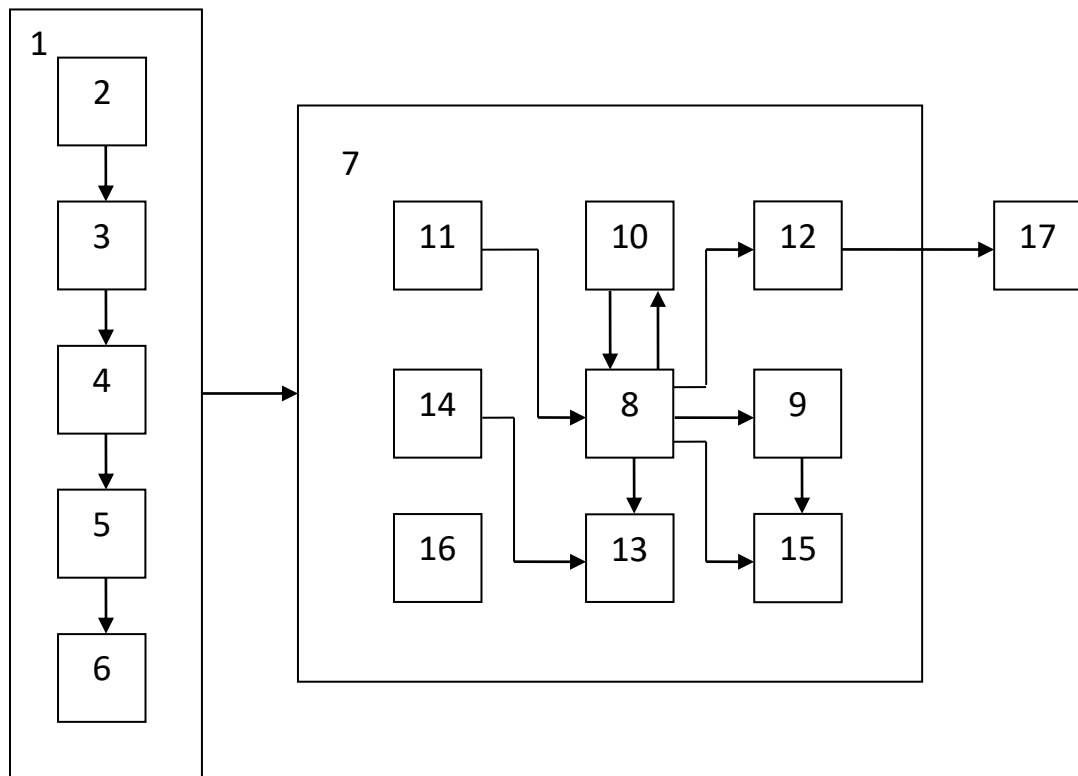


Рисунок 3.1 – Блок-схема пристрою для контролю проходження
дорожньо-транспортними засобами

На рис. 3.1 представлена блок-схема пристрою [2], де прийнято такі позначення: 1 - випромінювач радіохвиль у захисному корпусі, складається з наступних блоків; 2 - блок електроживлення; 3 - генератор; 4 - блок кодування номеру АНД; 5 - підсилювач імпульсів; 6 - антена; 7 - бортовий приймач радіовипромінювання, що складається з наступних блоків; 8 - блок управління; 9 - блок сигналізації; 10- вимірювач потужності радіосигналів; 11 - таймер; 12 - блок запису і зберігання інформації; 13 - блок дешифрування кодового сигналу; 14 - запам'ятовуючий блок; 15 - блок передачі інформації водію; 16 - блок електроживлення; 17 - переносний технологічний пульт, якій є окремий.

Пристрій виконує наступні функції : попереджує водія ДТЗ про наближення до АНД; забезпечує запис та зберігання міток часу t_i ; - виконує ідентифікацію номеру АНД та попередження водія ДТЗ про характеристику АНД та необхідних заходах по БДР; забезпечує періодичну технологічне пост

розшифрування, обробку та аналіз отриманих даних, розраховує графік швидкостей руху ДТЗ по АНД та порівнює з еталонним графіком.

3.2 Функціонування системи для регулювання руху транспортних засобів

Робота пристрою для систем регулювання руху транспортних засобів пояснюється схемою що показана на рис. 3.2.

Установка виконана на ділянці проїзної частини і містить: 1 - дорожнє покриття; 2 - смуги одного напрямку руху; 3 - лінії розмежування смуг; 4 - рухомі дорожні транспортні засоби. Конструктивно до складу установки входять: 5 - перший блок детекторів дорожніх транспортних засобів; 6 - другий блок детекторів дорожніх транспортних засобів; 7 - проміжний блок датчиків маси дорожніх транспортних засобів; 8 - електричні ланцюги; 9 - обчислювальний блок; 10 - одинична відстань установки блоків детекторів дорожніх транспортних засобів L .

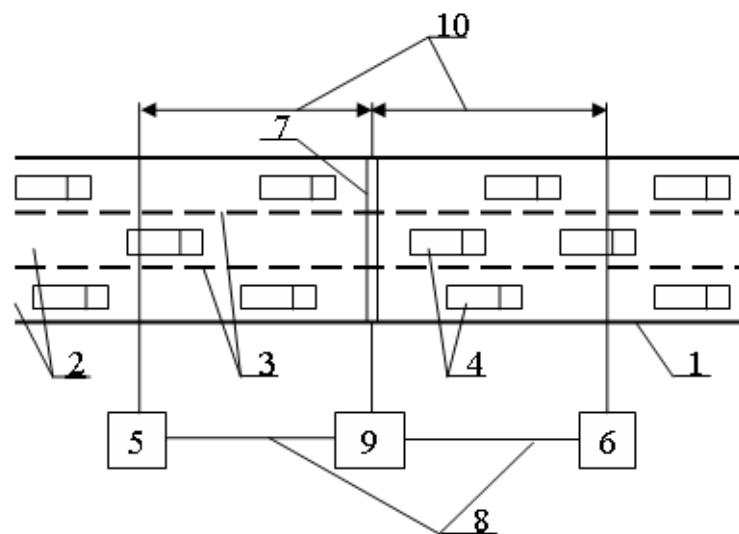


Рисунок 3.2 – Структурно-кінематична схема пристрою

Порядок роботи пристрою:

- рухомий дорожній транспортний засіб фіксується датчиком 5, при цьому починається відлік часу t_1 в обчислювальному блоці 9;

- рухомий дорожній транспортний засіб фіксується датчиком 6 і другий відлік часу у обчислювальному блоці 9 закінчується;

- обчислювальний блок 9 виконує наступні розрахунки:

а) значення швидкостей конкретних дорожніх транспортних засобів V_{1i} і V_{2i} визначаються по формулах:

$$V_{1i} = \frac{L}{t_{1i}}, V_{2i} = \frac{L}{t_{2i}}, \quad (3.1)$$

де L – шлях що пройшов транспортний засіб.

б) значення поточної кінетичної енергії конкретних дорожніх транспортних засобів K_{1i} і K_{2i} розраховуються по формулах:

$$K_{1i} = \frac{m_i \cdot V_{1i}^2}{2}, K_{2i} = \frac{m_i \cdot V_{2i}^2}{2}, \quad (3.2)$$

де m – маса автомобіля.

в) значення поточної кінетичної енергії потоку дорожніх транспортних засобів K_1 і K_2 розраховуються по формулах:

$$K_1 = \sum K_{1i}, K_2 = \sum K_{2i}. \quad (3.3)$$

г) зміна кінетичної енергії потоку дорожніх транспортних засобів у часі K_t дорівнює:

$$\Delta K_t = \frac{K_2 - K_1}{t_1 + t_2}. \quad (3.4)$$

д) зміна кінетичної енергії потоку дорожніх транспортних засобів по довжині пройденого шляху K_L дорівнює:

$$\Delta K_L = \frac{K_2 - K_1}{2 \cdot L}. \quad (3.5)$$

Світлофорні об'єкти додатково мають у своєму складі комутатор локальної мережі, електронний лічильник електроенергії, табло відліку часу фази світлофорної сигналізації. Дорожні контролери різних світлофорних об'єктів додатково з'єднані в групи. Детектори транспорту уявляють собою групи детекторів, з'єднаних в локальній мережі з контролерами керування. Міський центр керування містить комутатор локальної мережі, до якого приєднані пристрій резервного копіювання, пристрій безперервного живлення, автоматизовані робочі місця диспетчерів, технолога, адміністратора системи, мнемосхему міста з контролером, відеостіну з контролером, сервер гарячої заміни центрального комп'ютера. Міський центр керування з'єднаний з центральним комп'ютером та модемом бездротового каналу зв'язку.

3.3 Розробка комплексної інформаційної системи керування транспортними мережами

Комплексна система керування дорожнім рухом має структуру інформаційної системи і як інформаційна система характеризується наступними параметрами. Адаптивність – це здатність налаштовуватися при зміні конфігурації системи та її елементів. Відкритість – це здатність до модернізації без припинення функціонування. Міський центр керування, кожний периферійний об'єкт системи мають індивідуальний канал зв'язку та можуть налагоджуватися індивідуально. Використання бездротових каналів зв'язку дає можливість швидко змінювати конфігурацію системи. Враховуючи

незалежність периферійних об'єктів системи є можливість вибирати устаткування об'єктів з найкращим співвідношенням «якість-вартість».

Підсистеми взаємодіють з Internet - сервером обміну, а тому збої одних об'єктів системи не впливають на роботу інших. Збої транзитного серверу обміну страхуються сервером гарячої заміни, а збої центрального комп'ютера - сервером гарячої заміни центрального комп'ютера. Значне покращення життєздатності системи дає використання в складі міського центру керування блоку безперебійного живлення та пристрою резервного копіювання.

Структура комплексної системи керування дорожнім рухом приведена на рис. 3.3, та має у своєму складі такі основні складові частини [6]: - центральний комп'ютер; - модем швидкісного каналу зв'язку; - міський центр керування; - швидкісний канал зв'язку; - транзитний сервер обміну; - бездротовий канал зв'язку; - периферійні об'єкти: світлофорні об'єкти та об'єкти відеодетектування, детектори забруднення навколишнього середовища, інформаційні табло, керовані дорожні знаки, детектори транспорту.

Комплексна система керування дорожнім рухом, має центральний комп'ютер, до якого через канали зв'язку приєднані периферійні об'єкти, такі як світлофорні об'єкти, керовані дорожні знаки, детектори транспорту, детектори забруднення навколишнього середовища, відеокамери, інформаційні табло, приймальні пристрої абонентів, також система додатково містить міський та мобільний центр керування, транзитний сервер обміну, об'єкти відеодетектування, при цьому транзитний сервер обміну приєднаний до міського центру керування і центрального комп'ютера через модем швидкісного каналу зв'язку, до мобільного центру керування та периферійних об'єктів через модеми бездротового каналу зв'язку, а до приймальних пристроїв абонентів та зовнішніх інформаційних мереж через мережу Internet, крім того світлофорні об'єкти додатково мають у своєму складі комутатор локальної мережі, електронний лічильник електроенергії, табло відліку часу фази світлофорної

сигналізації, а детектори транспорту включають групу детекторів, з'єднаних у єдину локальну мережу з контролером керування [9].

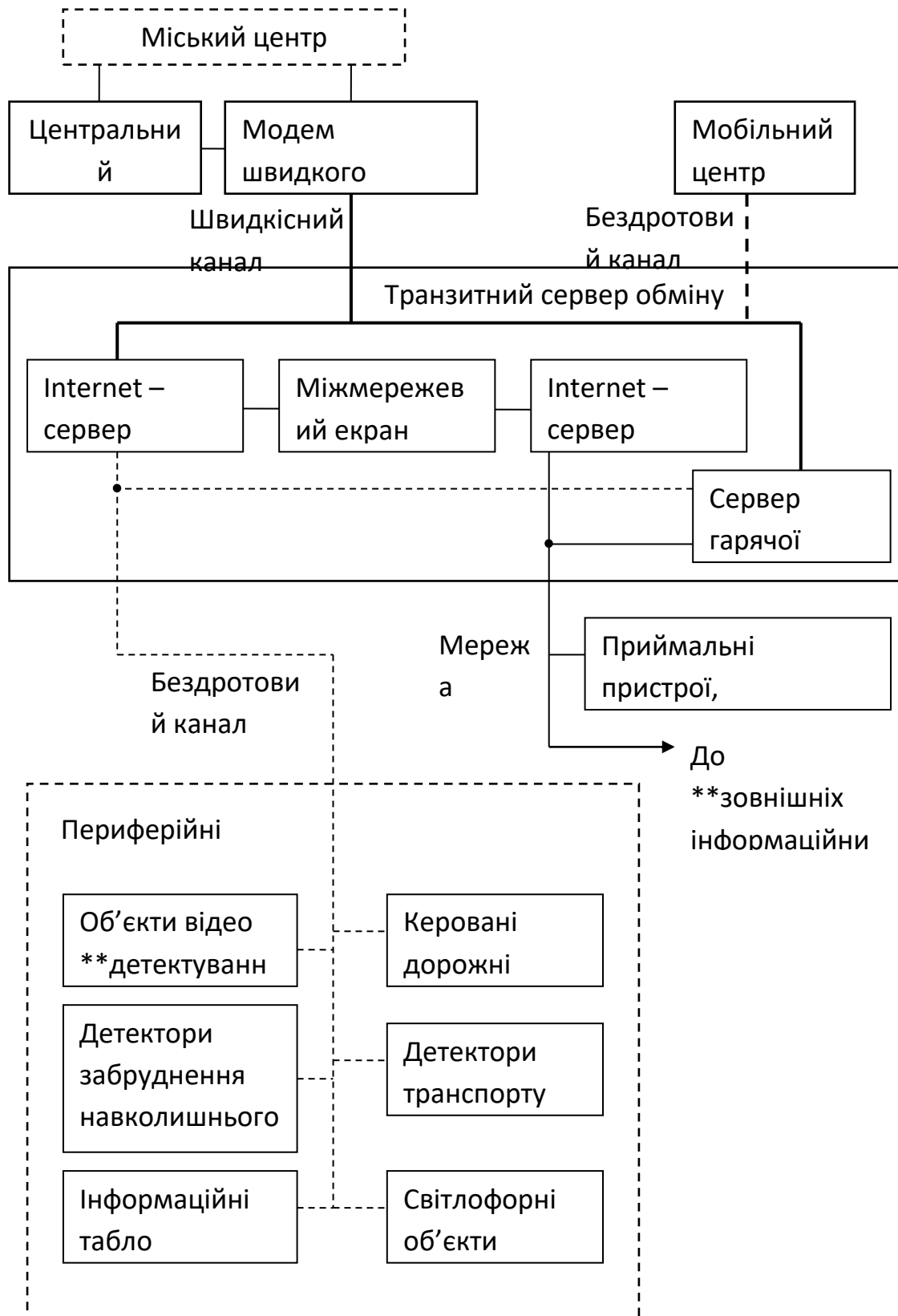


Рисунок 3.3 – Комплексна система керування дорожнім рухом

3.3 Структура міського центру керування адаптивної інформаційної системи

Міський центр керування містить комутатор локальної мережі, до якого приєднані пристрій резервного копіювання, пристрій безперервного живлення, автоматизовані робочі місця та приєднаний до центрального комп'ютера [10].

Транзитний сервер обміну містить Internet - сервер обміну, який з'єднує міський центр керування з периферійними об'єктами, Internet - сервер обміну, який з'єднує міський центр керування з зовнішніми інформаційними мережами та приймальними пристроями абонентів.

Об'єкти відеодетектування включають модем бездротового каналу зв'язку з Internet - сервером обміну, до якого приєднані відеокамери, відеоконтролери, вимірювачі швидкості, детектори забруднення навколишнього середовища, детектори транспорту [6]. Мобільний центр керування складається з мобільного комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням та модему бездротового каналу зв'язку [12].

Міський центр керування уявляє собою локальну мережу та має структуру приведену нарис. 3.4, містить [6]:

- автоматизовані робочі місця (далі - АРМи) технолога, диспетчерів, адміністратора системи. АРМи уявляють собою апаратно- програмні комплекси на основі комп'ютерів з відповідним програмним забезпеченням;

- мнемосхему міста з контролером мнемосхеми; - відеостіну з контролером відеостіни; - пристрій резервного копіювання; - блок безперебійного живлення; - сервер гарячої заміни центрального комп'ютера; - комутатор локальної мережі.

На екранах АРМів диспетчера/технолога у геоцентричних координатах зображається карта міста. На карті міста схематично зображаються об'єкти системи у вигляді спеціальних графічних символів - іконок. Кожному периферійному об'єкту системи ставиться у залежність база даних його

параметрів та іконка на екранах відеомоніторів АРМів. Взаємодія технолога (диспетчера) системи з периферійними об'єктами системи відбувається через іконки на карті міста.



Рисунок 3.4 – Міський центр керування

На своїх АРМах диспетчер (технолог) системи узгоджують параметри периферійних об'єктів з планами координації середньостатистичних параметрів транспортних потоків на центральному комп'ютері. Розраховані параметри передаються до периферійних об'єктів через канали зв'язку. Для додаткового відображення функціонування системи міський центр керування містить мнемосхему міста. Мнемосхема міста уявляє собою жорстку копію карти міста. Мнемосхема міста керується контролером мнемосхеми. Контролер мнемосхеми взаємодіє з центральним комп'ютером. На мнемосхемі так як і на екранах АРМів диспетчера (технолога) розташовуються об'єкти системи у вигляді дискретних

повнокольорових світлодіодів. Колір світлодіодів в кожен момент часу залежить від технічного стану периферійного об'єкта. Наприклад: зелений - робочий режим, червоний – аварійний режим, жовтий - світлофорні об'єкти у режимі «жовтого миготіння», синій - немає зв'язку з периферійними об'єктом. Мнемосхема синхронно з картою міста на відео-моніторах АРМів відображає функціонування системи [6].

Для відображення інформації одержаної з відеокамер встановлених на вулицях міста у приміщенні міського центру керування встановлюється відеостіна, яка керується контролером відеостіни. Контролер відеостіни взаємодіє з центральним комп'ютером [10].

Пристрій резервного копіювання отримує інформацію від центрального комп'ютера і зберігає її на термін зазначений адміністратором системи. Блок безперервного живлення забезпечує функціонування міського центру керування у випадку короткострокового припинення електропостачання.

Сервер гарячої заміни центрального комп'ютера вмикається при збоях центрального комп'ютера та забезпечує функціонування міського центру керування у випадках збоїв центрального комп'ютера [10].

Мобільний центр керування складається з мобільного комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням та модему бездротового каналу зв'язку з мережею Internet та забезпечує [6]:

- настройку параметрів периферійних об'єктів системи на місцевості;
- настройку параметрів світлофорного керування до реальних умов дорожньо-транспортної ситуації.

Канал зв'язку має складові частини [6]:

- швидкісний канал зв'язку між модемом швидкісного каналу зв'язку та транзитним сервером обміну. Тип каналу зв'язку повинен гарантувати

інформаційний обмін на швидкостях до 100Мбіт/с за умови інформаційного обміну з наявністю відеоінформації та телеметричних даних,

- бездротовий канал зв'язку транзитного сервера обміну з периферійними об'єктами системи та мобільним центром керування. Різні периферійні об'єкти системи можуть мати різні бездротові канали зв'язку.

Функції міжмережевого екрану пов'язані з інформаційною безпекою системи, а саме: - визначення бази даних користувачів, об'єктів системи та порядок їх аутендіфікації; - забезпечення виконання правил фільтрації інформації та користувачів відповідно з політикою безпеки системи; - визначення об'єктів системи, взаємодія яких регламентується правилами фільтрації; - визначення мережевих сервісів для кожного абонента мережі.

Internet - сервер обміну, Internet - сервер обміну, міжмережовий екран з одного боку та сервер гарячої заміни з іншого боку, функціонують на різних комп'ютерах та знаходяться у місцезнаходженні провайдера Internet - послуг чи оператора мобільного зв'язку. У плановому режимі функціонують Internet - сервер обміну та Internet - сервер обміну. У випадку їх збою вмикається сервер гарячої заміни [6].

3.4 Блок відеофіксації і керування транспортними мережами

Для вирішення поставленого завдання пропонується комплекс відеофіксації і вимірювання швидкості руху і координат транспортних засобів (Додаток В), що складається з відеоблока 1, до складу якого входять ширококутний об'єктив 2, відеокамера 3 з високою роздільною здатністю, модуль 4 управління і модуль 5 індикації, багатоцільового радара 6 і процесорного блоку 7 з програмним забезпеченням для обробки одержуваної інформації, розпізнавання знаків державної реєстрації та формування фотокадрів з вимірюваними швидкостями і номерними знаками. Поле зору

відеокамери 3 погоджено з зоною контролю радару 6. Відеокамера 3 і радар 6 взаємопов'язані з процесорним блоком 7. Процесорний блок 7 включає в себе вимірювальний модуль 8, взаємопов'язані з ним модуль 9 управління і пристрій 10 зберігання, і модуль 11 зв'язку, взаємопов'язаний з модулем 9 управління.. На відміну від прототипу радар виконаний з можливістю одночасного вимірювання швидкостей та координат всіх транспортних засобів, що знаходяться в зоні контролю відеокамери, процесорний блок виконаний з можливістю автоматичного розпізнавання зображень, отриманих з відеокамери, одночасно з вимірюваннями радару, причому зона контролю відеокамери охоплює не менше чотирьох смуг руху, а зображення містить не менше N пікселів по ширині, де N визначається за формулою

$$N = \frac{U}{S}$$

де U - геометрична ширина транспортного засобу; S - геометрична ширина ліній, якими виконано зображення контуру.

У кращому варіанті розміри світлочутливого сенсора відеокамери, його дозвіл, фокусна відстань об'єктива і відстань до об'єкта зйомки обрані виходячи зі співвідношення

$$N > \frac{f \cdot U \cdot Q}{2m \cdot R}$$

де f - фокусна відстань об'єктива; U - геометрична ширина; Q - дозвіл сенсора по горизонталі; R - відстань до об'єкта зйомки; $2m$ - ширина робочої зони світлочутливого сенсора.

Відеокамера може бути виконана з можливістю забезпечення спостереження за транспортним засобом на довжині пробігу L , більшою мінімально можливою довжини пробігу L_0 транспортного засобу в зоні контролю, необхідної для автоматичного розпізнавання номерного знака транспортного засобу, де L_0 визначається за формулою

$$L_0 = \frac{M \cdot V}{F}$$

де M - кількість фотозображень автомобіля в зоні контролю; V - швидкість автомобіля, м / с; F - частота кадрів відеокамери, кадр / с.

Світлочутливий сенсор відеокамери переважно розміщений під кутом до її оптичної осі, причому кут нахилу розрахований за формулою

$$\theta \approx \frac{f}{H} \cdot \cos \beta$$

θ - кут між нормаллю до площини світлочутливого сенсора і оптичною віссю об'єктива, радий; f - фокусна відстань об'єктива; H - висота установки камери над дорогою;

Довжина L пробігу автомобіля в зоні контролю на першій (четвертій) смузі визначається при цьому виразом

$$L = a \cdot \left[\operatorname{tg} \gamma + \frac{1}{\operatorname{tg}(\gamma - \alpha)} \right] - \frac{d}{\cos \gamma}$$

$$a = \frac{\sin(\gamma - \alpha)}{2 \cdot \sin \gamma} \cdot [(D + d) \cdot \sin(\gamma + \alpha) - W \cdot \cos \gamma]$$

A - кут між проекцією оптичної осі об'єктива на площину дороги і напрямком руху транспорту, γ - кут нахилу оптичної осі об'єктива до площини дороги, $2n$ - висота робочої зони світлочутливого сенсора, W_p - ширина однієї смуги руху на дорозі, n - кількість смуг на проїзній частині дороги. Комплекс має бути забезпечений інтерфейсом користувача для налаштування положення відеокамери.

Технічним результатом є забезпечення можливості визначення параметрів руху (швидкості і координат) транспортних засобів, які перебувають в зоні контролю на дорозі з кількістю смуг не більше чотирьох. Вибір параметрів комплексу відповідно до запропонованих аналітичними виразами дозволяє при скороченні споживаних енергетичних, комп'ютерних ресурсів і габаритів підвищити достовірність розпізнавання.

4 МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЮ МЕРЕЖЕЮ

4.1 Визначення об'єктів моделювання

Виходячи з принципів побудови візуальних об'єктних систем, необхідно провести статичну декомпозицію об'єктів для моделі дорожнього руху. Основним компонентом верхнього рівня візуального розміщення імітаційної моделі є карта основних автомагістралей України, що у свою чергу розкладається на множину інших компонентів, кожний із яких являє собою карту міста або карту заміських доріг. Кожний компонент міського розміщення може бути розчленований на компоненти, які відображають усілякі фрагменти міської мережі доріг (районів). Ті, у свою чергу, поділяються на різноманітні ділянки доріг: перетинання, лінійні ділянки, ділянки з круговим рухом, нахили, підйоми, ділянки з поворотами, ділянки з тунелями, ділянки з обмеженням за висотою (проїзди під мостами), ділянки з зупинками громадського транспорту, ділянки з обмеженнями вантажності (мости, естокади).

Відмінністю моделі, що розроблена, від інших їй подібних аналогів, перерахованих вище, є те, що імітаційна модель створюється автоматично для тієї ділянки дорожнього руху, яка відображається на екрані дисплея. Такий підхід не вимагає побудови повної вичерпної імітаційної моделі і її збереження в пам'яті комп'ютера, тобто використовується принцип "що відображаю, те і моделюю". Як найменший відображуваний елемент моделювання був узятий домен [2], що являє собою односмугову регульовану або нерегульовану ділянку дороги. Передбачається, що ширина смуги достатня для розміщення автомобіля будь-якої ширини, але не більш одного автомобіля за шириною. Ділянки доріг розділяються надомени так, щоб світлофори, знаки, переходи, розгалуження, консолі доріг були на кінцях доменів. Таким чином, домен - це елементарна односмугова ділянка дороги, протягом якої автомобілі не зустрічають перешкод крім інших

автомобілів. Наприкінці такої ділянки по ходу руху автомобіля можуть знаходитися перешкоди: світлофор, знак, перехід, дороги, що перетинаються з ділянкою, розгалуження доріг. Очевидно, що будь-яка ділянка дороги може бути розбита на домени, причому на розглянутій ділянці реальної дороги можуть знаходитися одночасно декілька доменів, як показано на рис. 4.1.

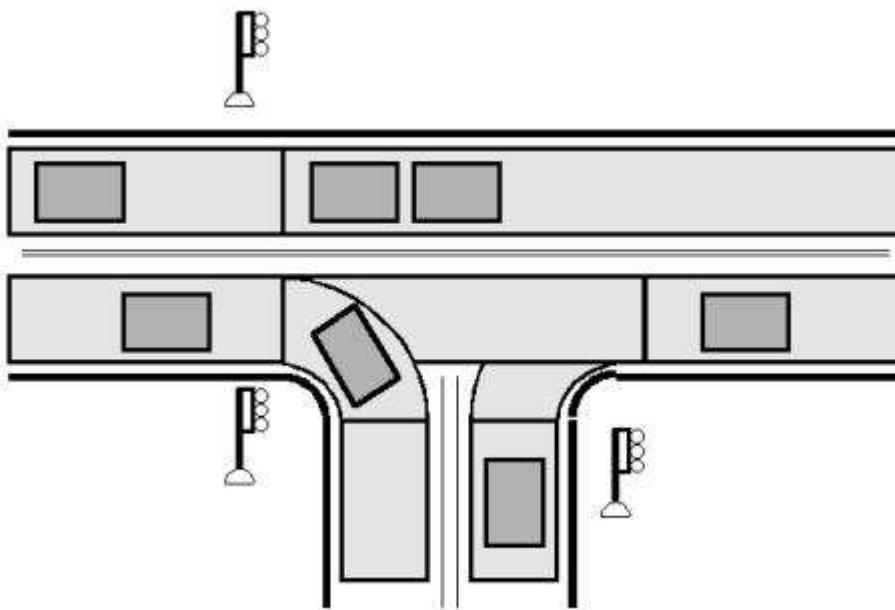


Рисунок 4.1 - Ділянка транспортної мережі розбита на домени

У залежності від ділянок доріг, на які накладаються домени, динамічний об'єкт домен характеризується різною довжиною та кількістю автомобілів на ньому. Домени містять у собі динамічні об'єкти автомобілі. Об'єкт автомобіль використовується для моделювання руху автотransпортного засобу. Він створюється на ділянці дороги для позначення конкретного транспортного засобу з його характеристиками. Транспортний засіб може належати до одного з таких типів: мотоцикл, легковий або вантажний автомобіль, пасажирський транспорт, спеціальний транспорт (міліція, пожежна служба, швидка допомога) та інші.

4.2 Представлення динамічних тастатичних об'єктів моделі

Динамічний об'єкт автомобіль у залежності від транспортного засобу, що він відображає, має різноманітні характеристики, що включають: негативне мінімальне прискорення (гальмування), позитивне максимальне прискорення (розгін), довжину, висоту, ширину і повну масу автомобіля (маса спорядженого транспортного засобу з вантажем і пасажирами), пріоритет, що може встановлюватися для громадського транспорту і спеціального транспорту.

Об'єкт автомобіль може входити в об'єкт домен, пересуватися в ньому, зупинятися, ставати до черги і покидати його. Попадаючи в якийсь визначений домен, "поведінку" автомобіля визначають параметри домену (максимальна дозволена швидкість, знаки та інше).

У моделі повинні відтворюватися особливі ситуації, що можуть бути активізовані в будь-який час. Під особливими ситуаціями припускається затор на трасі, аварія, ефект поперечного звуження та інші. Інцидент може бути генерований стохастичним або детермінованим засобом. Детерміновані інциденти повинні визначатися користувачем. Стохастичні інциденти створюються для кожної ділянки дороги відповідно до заданого ймовірнісного розподілу.

Для імітації дорожнього руху необхідно мережне уявлення ділянок доріг (граф), організація керування потоком автомобілів, відтворення особливих ситуацій, маршрутизація транспортних засобів і їх переміщення.

Деталізація імітаційної моделі повинна змінюватися в залежності від рівнів візуального відображення, визначуваних користувачем, що дає можливість моделювати як окремі транспортні засоби, так і потоки автомобілів.

Для імітатора дороги представляються зв'язками, вузлами мережі і доменами. Дані, що описують модельовану мережу, читаються з мережної бази даних, яка може бути легко створена, використовуючи інтерактивний графічний редактор мережі доріг, розроблений для імітатора. Мережна база даних (БД) включає опис усіх мережних об'єктів, з'єднання ділянок доріг, пріоритет

використання траси, регулювання розворотів і переміщень на перетинаннях (наприклад, заборона лівих поворотів і розгортання) і керуючих пристроїв (світлофорів).

Вузол може бути або перетинанням окремих доріг, або джерелом, або стоком, де потоки руху вводяться або покидають мережу, що імітується. Кожний вузол представляється такими елементами даних:

- тип вузла, який визначає, чи є вузол перетинанням, джерелом або стоком;
- код вузла: це - унікальний пізнавальний номер для вузла;
- ім'я вузла - може використовуватися довільне ім'я вузла, щоб маркірувати вузол у графічному вікні і звіті моделювання.
- Зв'язки - протяжні ділянки доріг без перетинань, що з'єднують вузли. Кожний зв'язок може складатися з однієї або більшої кількості ділянок дороги і характеризується:
 - типом зв'язку, що може бути автострадою, ухилом, міським проїздом, тунелем;
 - кодом зв'язку: код зв'язку - пізнавальний номер, призначений для кожного зв'язку;
 - стартовими і кінцевими вузлами для з'єднання зв'язків;
 - число доменів наділянці;
 - число смуг на ділянці дороги (кількість паралельних смуг одного напрямку руху).

Вхідні і вихідні зв'язки вузлів з'єднуються, якщо існують, принаймні, одне з'єднання шляху між цими двома зв'язками. Обмеження перебудовань з одного зв'язку в інший, подається в таблиці, яка містить список обмежень на виконання перебудовань, для кожної визначеної пари.

Імітатор представляє мережу на рівні доменів, що накладаються на смуги ділянок доріг. Кожний домен описаний двома елементами даних: 1) кодом домену, тобто унікальним пізнавальним кодом; і 2) маршрутом, який змінює

напрямок і код пріоритету використання траси, визначальний за деякими правилами.

Домен має такі атрибути: номер; довжину; логічну функцію умов дозволу покинути автомобілю домен; максимальну дозволену швидкість на домені, яка залежить від кривизни ділянки дороги або обмежується знаками; упорядкований список автомобілів, що знаходяться на домені; час останнього відновлення атрибутів домену.

Домен моделює стан ділянки дороги і має метод оброблювача домену, який обчисляє предикат дозволу автомобілю покинути домен, і, у залежності від результату, планує поведінку автомобілів на даному домені. Функція - оброблювач визначає час настання такої події. Під подією розуміється зміна логічної умови, зміна прискорення будь-яким автомобілем (гальмування, зупинка, початок руху, досягнення максимальної або заданої швидкості), прибуття або вибуття автомобіля на (із) домен. Особливо розглядається перший у списку автомобіль. Тільки він може покинути домен під час обробки однієї події. Можливість покинути першим автомобілем домен залежить від умов: чи досяг він кінця ділянки, від його швидкості і прискорення; чи дозволено йому покинути домен; яке положення, швидкість і прискорення останнього автомобіля натакій ділянці.

Рух наступних автомобілів залежить тільки від їхнього положення на домені, швидкості, прискорення і таких же характеристик для попереднього автомобіля.

Наприкінці обробки з усіх можливих подій вибирається найближча і заноситься в таблицю подій, що призначена для керування процесом моделювання рухом автомобілів у імітаційній моделі.

Дані щодо мережної геометрії необов'язкові і необхідні тільки, якщо потрібно графічний інтерфейс для користувача. Ці дані визначають геометрію з двох основних ліній (ліві і праві смуги з обмеженнями) для кожної ділянки дороги.

Перетинання шляхів з круговим рухом функціонує як односпрямована система, яка циркулює навколо центральної ізольованої ділянки, де керування відбувається за маркіруванням і пріоритетом руху на шляху з круговим рухом.

Уявлення динамічних об'єктів

Обробка динамічних об'єктів імітаційної моделі руху складається з циклу звертання до набору модулів у певні інтервали часу або при створенні деяких подій (дискретний подійний підхід).

4.3 Визначення параметрів моделювання і статичних компонент транспортної мережі

Моделювання починається за визначеним сценарієм зі завантаження параметрів моделювання і статичних компонент мережі доріг. Потім ініціюється ітераційна процедура зі заданим розміром кроку. Завдання, що виконуються усередині кожної ітерації, включає:

1. Модифікацію стану сигналів руху, ознак і особливих ситуацій.
2. Модифікацію самих коротких шляхів і таблиць маршрутів.
3. Читання нових місць призначення, початку координат таблиці маршрутів і відповідне місце транспортних засобів у віртуальних чергах.
4. Завантаження транспортних засобів із віртуальних черг у мережу.
4. Модифікація можливостей прискорення транспортних засобів і перевірка, чи повинні вони змінювати смугу або допустимі інтервали для бажаної зміни смуги.
6. Відповідно до нових позицій транспортних засобів модифікуються їхні швидкості. Нові дані (швидкість, розміщення й інші) записуються модулем системи спостереження. Наприкінці ділянки дороги транспортний засіб або віддалиться з мережі (якщо він досягає свого місця призначення) або поміщається на наступну ділянку походу дороги.
7. Модифікується відображення на дисплеї, якщо допускається графічний інтерфейс користувача.

8. Обчислюються міри ефективності або передається стан мережі зовнішньому графічному інтерфейсу користувача або модулям.

9. Модифікується моделювання і повернення до наступної ітерації.

Імітатор використовує підхід моделювання з часовим поділом для обробки переміщень транспортних засобів. У відповідь на зміну смуги й одержання інформації від попередніх автомобілів, пов'язаних зі зміною смуги, тобто викликаються функції розрахунку динамічних параметрів для кожного транспортного засобу кожні w секунд. Швидкості і позиції транспортних засобів модифікуються кожний t секунд. Розмір кроку повинний бути в розрахунковому модулі більшим, ніж w або дорівнює розміру кроку t . Цей фіксований розмір кроку прийнятий для загального керування потоком даних. Для індивідуальних транспортних засобів розмір кроку для виклику визначених функцій моделювання може змінюватися як час реакції водія, що зустрічає специфічні умови, наприклад, різке скорочення відстані між транспортними засобами й інше.

Модель вибору маршруту використовується, щоб фіксувати рішення про вибір маршруту водієм у відповідь на інформацію про трафік руху. У залежності від доступу до інформації в імітаторі прийняті два типи водіїв: поінформовані і не поінформовані. Оскільки водій вибирає маршрут, то обчислюється можливість вибору вихідного зв'язку для кожного перетинання доріг. У даний час імітатор використовує модель логічного багаточлена і розглядає тільки затримку в часу руху при виборі маршруту (див. рис. 2):

$$p(l | j, t) = \frac{\exp(u_l(t))}{\sum_{m \in L_j} \exp(u_m(t))}$$

де $p(l | j, t)$ - можливість вибору зв'язку l для транспортного засобу, що очікує прибуття у вузол j у момент часу t ; L_j - множина виходів із зв'язку вузла j ; $u_l(t)$ - вигода вибору наступного зв'язку маршруту після зв'язку l , що визначається так

$$u_l = \alpha \cdot c_l(t) + \beta \cdot C_k(t + c_l(t))$$

де $c_1(t)$ - очікуваний час для транспортного засобу, щоб перетнути зв'язок 1, що вводить цей зв'язок під час t ; $C_k(t+c_1(t))$ - очікуваний час переміщення для самого короткого шляху з вузла k (що знаходиться до вузла зв'язку 1) до місця визначення транспортного засобу, який досягає вузла j під час t ; a, b - модельні параметри.

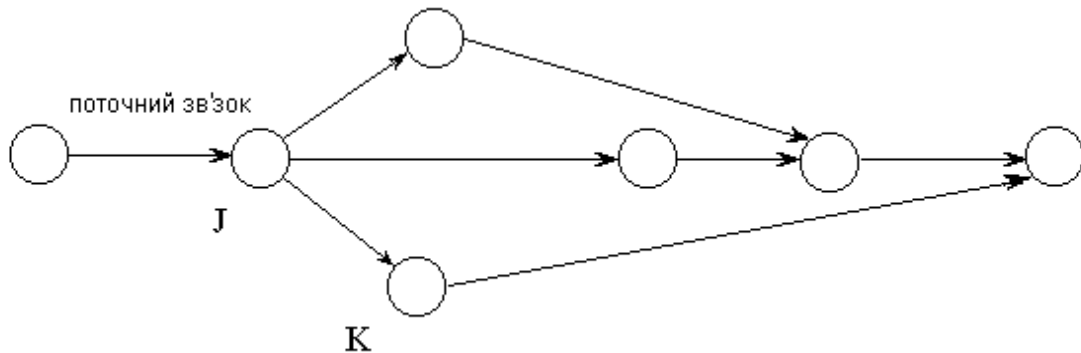


Рисунок 4.2 - Побудова графу перехідних станів системи

Множина вибору L_j , включає все з'єднання вихідних зв'язків, що знаходяться далі по ходу поточного зв'язку вузла, які можуть вибрати транспортні засоби ближче до його місця призначення. Таким чином, зв'язок повинний задовольняти обмеженню $C_k(t+c_1(t)) < C_j(t)$, щоб бути включеної до набору вибору маршруту. Це обмеження також запобігає транспортним засобам від вибору такого шляху, який містить цикли.

Можуть також використовуватися більш складні моделі, що включають інші алгоритми вибору маршруту. Модульна конструкція імітатора враховує просту заміну заданих заумовчанням моделей.

4.4 Визначення основних блоків програмна реалізації

Імітатор дорожнього руху нижнього рівня (далі LLS - Low Level Simulator) складається з таких трьох основних компонентів:

1. Ядро імітатора (LLS Core) - основний компонент системи, який робить усі обчислення й управляє самим процесом моделювання. Графічна підсистема (LLS Graphic Engine) призначена для візуального відображення процесу моделювання. Вона реалізована у вигляді Java додатку, що виконується Віртуальною Ява Машиною, що входить до складу сучасних програм-броузерів (Netscape Navigator і Internet Explorer). Використання технології Java наділяє імітаційний проект декількома важливими якостями: розвинуті графічні можливості (прорисовування об'єктів у тривимірному просторі) і незалежність від програмної платформи.

2. Мережна реляційна система керування базами даних, підтримуюча структуровану мову запитів SQL (DBMS with SQL-server), наприклад, Interbase, MySql, PostgreSQL. БД служить для зв'язку ядра і графічної підсистеми імітатора.

Об'єкт класу домен, представляє основні параметри ділянки дороги, такі як тип покриття, довжина домену. Клас містить покажчик на список машин, що знаходяться на цьому домені. Цей клас також клас містить ряд службових функцій: `drive` - основна логіка керування автомобілями. На кожному циклі перераховується координати автомобілів, а також змінюється (за деяким алгоритмом) параметри автомобілів (прискорення) у залежності від обстановки, `car_in` - функція, що вводить у домен новий автомобіль, `domain_exit_blocked` - функція, що визначає можливість покинути домен.

```
class domain
{
    uint len;
    int uklon;
    int cover_type; // тип покриття ( асфальт, ґрунт, ями)
    int code; // номер домену
public:
    int domain_exit_blocked();
    clist *car_list; // список машин
    void car_in( car * ); // новий автомобіль
```

```
}
```

По приходу сигналу від таймера функція диспетчер запускає функцію `drive` для кожного домену із списку.

Алгоритм роботи функції `drive` можна звести до наступного:

1. Перерахунок координат і швидкостей автомобілів, на основі їхніх властивостей.

2. Зміна параметра прискорення, на основі дорожньої обстановки.

Для вхідних доменів можуть бути створені примірники класу `Generator`, що здійснюють створення об'єктів-автомобілів за заданою закономірністю, з визначеними характеристиками і здійснює їх включення в домени.

Клас `автомобіль` представляє прообраз реальних автомобілів. Об'єкт класу містить покажчик на домен, до якого він належить, основні поточні характеристики автомобіля (швидкість, прискорення, позиція в домені), покажчик на об'єкт класу `car_type`, що визначає деякі загальні властивості, характерні для автомобіля даного типу.

```
class car
{
    int type; car_type *characteristics;
    domain *parent;
    int speed, acc; // поточні характеристики
    int x_position; // координати передньої частини машини в домені
}
```

Клас `car_type` визначає основні властивості автомобіля. Набір класів типу `car_type` складає бібліотеку типів автомобілів. Основні властивості, такі як максимальна швидкість, прискорення розгону і гальмування, швидкість, що є найбільш жадану, прискорення гальмування, ширина, довжина, маса, колір і тип кузова.

```
class car_type
{
    uint width, len;
    int max_speed, max_acc, max_deacc;
    int prf_speed, prf_deacc; // швидкість, що є найбільш жадана
}
```

```
char color; // колір
char body_type;
}
```

Службовий клас `stype` - це інтерфейс для створення упорядкованих списків об'єктів. Він є аналогом компонента `Tlist` у системі Delphi.

```
class clist;
{ car *first;
int item_number;
public:
    int max_car_num ();
    car *get_by_num ( int index );
}
```

Аналіз транспортного потоку виробляється шляхом багаторазового визначення стану всіх автомобілів, що рухаються в потоці і зміни цих станів при настанні певної сукупності подій. Роботу моделі можна розділити на етапи.

Етап I. Розробка структури даних, що використовуються в моделі.

Етап II. Розробка переліку станів, в яких може бути кожен агрегат і схеми переходів агрегатів.

Етап III. Розробка тимчасових співвідношень, які використовуються при переходах автомобілів в новий стан.

Етап IV. Розробка алгоритму імітаційної моделі

Етап V. Розробка програмної моделі.

При цьому дуже складно врахувати всі можливі комбінації взаємодії автомобілів в системі. Навіть після отримання задовільних результатів моделювання слід залишити в програмі контроль конфліктних ситуацій. Аналіз результатів істотно спрощується, якщо вони представлені не тільки в чисельному вигляді, а й у вигляді графіків схематичного розташування автомобілів в потоці через певні проміжки часу .

5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

5.1 Розроблення компонентів для побудови оптико-електронної системи відтворення зображень

Для побудови системи відтворення зображень найбільш перспективними є вироби на основі світлодіодів. В останні роки досягнуто великих успіхів щодо збільшення їхньої яскравості і довговічності, розширенню спектрального діапазону. Стимує поширення даного типу відеоекранів відносно велика ціна світлодіодів. Існує багато розробок телевізійних світлодіодних відеоекранів, в яких функцію пам'яті введено безпосередньо в комірку відображення, що містить світлодіод та певну схему управління. В якості останньої застосовують тригери [127], паралельні [121] або зсувні регістри [125, 126]. Недоліком таких відеоекранів є велика кількість вертикальних шин ($n \times N$) та виводів формування напівтонів (n), що суттєво ускладнює виконання матричного відеоекрана в набірно-інтегральному варіанті.

Аналіз принципів структур сучасних світлодіодних відеоекранів набірно-модульної конструкції дозволяє поділити останні на три групи:

- у першій групі комірку зображення утворюють елемент індикації (світлодіод) та один тригер паралельного регістру;
- у другій – комірку зображення утворюють елемент індикації (світлодіод) та два тригери зсувного і паралельного регістрів;
- в третій – комірку зображення утворюють елемент індикації (світлодіод) та зсувний або паралельний регістр і схема декодування інформації регістру.

В основу роботи розроблених матричних екранів відтворення напівтонових зображень для відеоінформаційних систем закладено метод

логіко-часових перетворень. Кожному цифровому коду яскравості елемента зображення (вхідний сигнал) відповідає адекватна тривалість збудження комірки зображення в діапазоні від нуля до тривалості періоду кадру (вихідний логіко-часовий сигнал). Конструктивною основою розроблених матричних екранів слугують матричні модулі зі світловипромінювальними елементами у виді над'яскравих світлодіодів.

На рис. 5.1 зображено структурну схему матричного екрану, яку отримано на основі досліджень, наведених у розділі 2 і яку захищено патентом України [134]. Даний відеоекран відноситься до світлодіодних відеоекранів набірно-модульної конструкції першої групи.

Матричний екран для відтворення напівтонових кольорових зображень (рис. 3.1) містить $M \times N$ комірок зображення $KZ_{i,j}$. Кожна комірка зображення $KZ_{i,j}$ містить D-тригер T з інформаційним входом D і тактовим входом C . Вихід Q D-тригера T з'єднаний зі входом елемента комутації K , вихід якого з'єднаний з світловипромінювальним елементом HL . Входи комірок зображення $KZ_{i,j}$ з'єднані таким чином: тактові входи $C_{i,j}$ з'єднані за рядками і утворюють горизонтальну шину $ГШ_i$, інформаційні входи $D_{i,j}$ з'єднані за стовпчиками і утворюють вертикальну шину $ВШ_j$.

Конструктивно кожні три комірки зображення $KZ_{i,j}$ кожного рядка, починаючи з першої, утворюють кольоровий піксел. Наприклад, комірки $KZ_{1,1}$, $KZ_{1,2}$, $KZ_{1,3}$ утворюють перший піксел першого рядка пристрою, комірки $KZ_{1,4}$, $KZ_{1,5}$, $KZ_{1,6}$ утворюють другий піксел першого рядка пристрою, комірки $KZ_{2,1}$, $KZ_{2,2}$, $KZ_{2,3}$ утворюють перший піксел другого рядка пристрою і так далі до комірок $KZ_{M,N-2}$, $KZ_{M,N-1}$, $KZ_{M,N}$, які утворюють останній піксел останнього (M -го) рядка пристрою (рис. 3.5). Тобто кількість комірок у рядку кратне числу три.

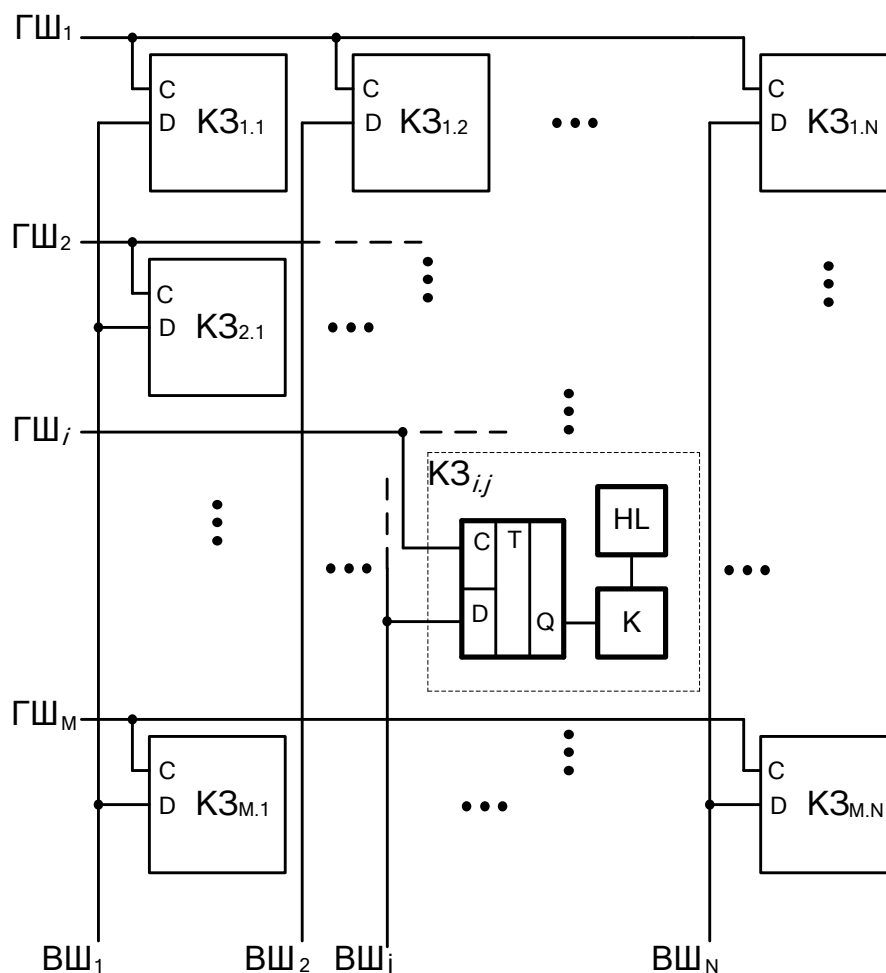


Рисунок 5.1 – Структурна схема матричного екрана набірно-модульної конструкції першої групи

Крім того, кольори випромінювання світловипромінювальних елементів HL кожного пікселя є червоним, зеленим та синім, тобто піксель є повнокольоровим (повнокольоровий піксель – це піксель, який відтворює повну гаму кольорів за рахунок відповідної суміші трьох основних кольорів, наприклад, червоного, зеленого та синього). З'єднані за стовпчиками і утворюють вертикальні шини ВШ_j саме інформаційні входи D D-тригерів T комірок K3_{i,j} однакового кольору.

Таким чином матричний екран для відтворення напівтонових кольорових зображень набірно-модульної конструкції першої групи містить $M \times N/3$ повнокольорових пікселів зображення і має M горизонтальних (рядкових) шин

татригруппи по $N/3$ вертикальних (стовпчикових) шин (всього N шин). Усі шини з визначеної групи вертикальних шин з'єднані тільки з інформаційними входами D комірок $KZ_{i,j}$, які мають однаковий колір випромінювання.

5.2 Розрахунки кількості знаків на екрані системи

Розрахунки кількості знаків, які можна сформувати на екрані засобу відображення інформації:

$$N_{ЭВ} = \frac{Z \cdot (1 - \alpha_K) \cdot \beta_B}{l} = \frac{1780 \cdot (1 - 0.08) \cdot 0.8}{2} = 655$$

де Z – кількість телевізійних рядків; α_K – коефіцієнт зворотного ходу кадрового розгорнення; β_B – коефіцієнт використання растра по вертикалі; l – кількість телевізійних ліній в одному елементі зображення.

Розрахунки кількості текстових рядків:

$$N_{ТС} = \frac{N_{ЭВ}}{h'_3 + h'_n} = \frac{655}{64 + 4} = 9.6$$

де h'_3 – висота знака; h'_n – висота проміжку між знаками.

Розрахунки кількості елементів у текстовому рядку:

$$N_{ЭС} = N_{ЭВ} \cdot k_\phi \cdot \frac{\beta_\Gamma}{\beta_B} = 655 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{0.9}{0.8} = 982$$

де k_ϕ – коефіцієнт форми екрана, для стандартного телевізійного екрана $k_\phi = 4:3$; β_B – коефіцієнт використання растра по вертикалі; β_Γ –

коефіцієнт використання растра по горизонталі.

Розрахунки кількості знаків у текстовому рядку:

$$N_{\text{этс}} = \frac{N_{\text{эс}}}{b'_z + b'_n} = \frac{655}{3+7} = 65,5$$

де b'_z – ширина знака; b'_n – ширина проміжку між знаками.

Розрахунки кількості знаків у кадрові:

$$N_{\text{эж}} = N_{\text{этс}} \cdot N_{\text{тс}} = 65,5 \cdot 9,6 = 628,8$$

Розрахунки частоти тактового генератора

Час розгорнення одного елемента:

$$T_{\text{э}} = \frac{T_z \cdot (1 - a_z) \cdot \beta_r}{N_{\text{эс}}} = \frac{9,3 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0,18) \cdot 0,9}{982} = 6,9 \cdot 10^{-9} \text{ с,}$$

де: $T_z = \frac{1}{f_k \cdot Z} = \frac{1}{60 \cdot 1780} = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ з}$ - період рядкового розгорнення

$$f_{\text{тг}} = \frac{1}{T_{\text{э}}} = \frac{1}{6,9 \cdot 10^{-9}} = 140 \text{ МГц}$$

Розрахунки верхньої граничної частоти в смузі пропускання:

$$f_{\text{вс}} = \frac{1}{2T_{\text{э}}} = \frac{1}{2 \cdot 6,9 \cdot 10^{-9}} = 70 \text{ МГц}$$

Коди символів у буферному запам'ятовувальному пристрої (БЗП) розташовуються в тому порядку, у якому вони будуть виводитися.

Вихідні дані для розрахунків:

число текстових рядків $N_{\text{тс}}=9,6$;

число знаків у текстовому рядку $N_{\text{зтс}}=65,5$;

підстава коду алфавіту $N_a=30$;

Знаходимо необхідну розрядність БЗП

$$n_{БЗУ} = n_a + n_n,$$

де $n_a = \log_2 N_a$ – розрядність забезпечення алфавіту; $n_n = \log_2 N_n$ – розрядність забезпечення ознак.

Вибираємо необхідне число адресних розрядів.

Адресація двох координатна: молодші розряди адреси надходять від лічильника знаків маркера (регенерації); старші розряди адреси надходять від лічильника текстових рядків маркера (регенерації).

$$r = [\log_2 N_{ЗТС}] = \log_2 65,5 = 6$$

r – кількість молодших розрядів адреси

$$(k - r) = [\log_2 N_{ТС}] = \log_2 9,6 = 3,2$$

$(k - r)$ – кількість старших розрядів адреси.

мінімальне число адресних розрядів ДО=12.

Розрахунки числа комірок пам'яті БЗУ

Кількість комірок пам'яті визначається по наступній формулі:

$$N_{БЗУ} = 2^r N_{ТС} = 2^7 \cdot 9,6 = 1229$$

Отже:

$$C_{БЗУ} = 1229 \times 10 \text{ біт}$$

Визначимо необхідна швидкодія БІС БЗУ щодо адреси:

$$t_{\text{ВБЗУ}} \leq \frac{(b'_3 + b'_\Pi)}{f_{\text{ТГ}}} - t_{\text{ВПЗУ}} = \frac{(8+3)}{140 \cdot 10^6} - 50 \cdot 10^{-9} = 8,201^{-9} \text{ (s)}.$$

По швидкодії, інформаційній ємності, і організації має інформаційну ємність $C_{\text{БИС}} = 8 \text{ до} \times 8$, $\text{НБИС} = 8k$, $\text{пбис} = 8$. Така організація забезпечує мінімальне число інтегральних схем у модулі при мінімальній надмірності. Особливістю цієї мікросхеми є двунправлений вхід-вихід із трьома стійкими станами.

Визначаємо струмову I_{DL} і I_{DH} і ємнісі C_{d} навантаження для схем уведення інформації в ОЗУ по формулах ($m_c = 1$ – число рядів матриці, $p = 2$ – загальне число мікросхем):

$$I_{\text{DL}} = m_c \cdot I_{\text{IDL}} + p \cdot I_{\text{IL}} = 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot 1,6 = 3,6 \text{ (mA)};$$

$$I_{\text{DH}} = m_c \cdot I_{\text{IDH}} + p \cdot I_{\text{IH}} = 1 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,04 = 0,12 \text{ (mA)};$$

$$C_{\text{D}} = m_c \cdot C_{\text{ID}} + p \cdot C_{\text{I}} + C_{\text{m}} = 1 \cdot 4 + 2 \cdot 10 + 20 = 44 \text{ nF}$$

Розрахунки блоку формування маркера оптико-електронної системи відтворення інформації

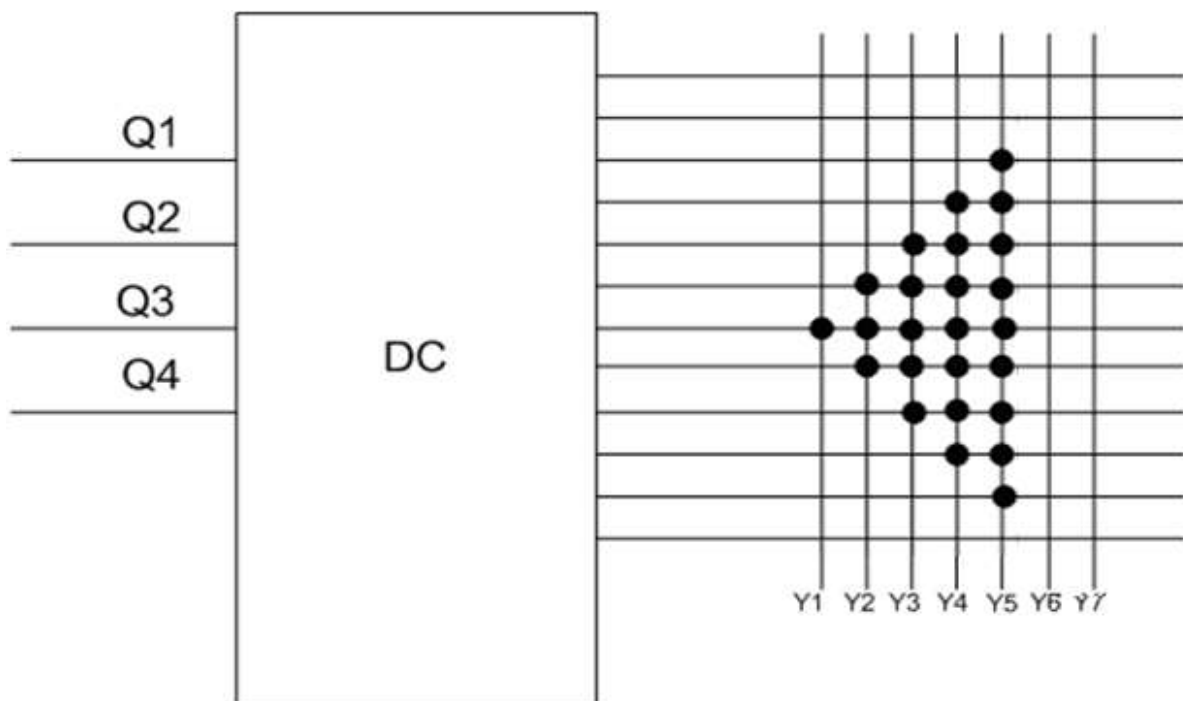


Рисунок 5.2 – Формамаркерай дешифратор

Числознаків у рядку $N_{зтс}=65,5$

Числотекстових рядків $N_{тс}=9,6$

Матриця знака 7×10

Інтервали між знаками й текстовими рядками $b'_{п} = 3, h'_3 = 10,$

Коефіцієнт використання телевізійного растра по горизонталі й вертикалі
($\gamma=0,9$; ($\beta=0,8$;

Коефіцієнт зворотного ходу рядкової й кадрової розгорнень

$$d_z = 0,18 \quad d_k = 0,08$$

Тривалість прямого ходу розгорнення в безрозмірній формі

$$n_{np} = \frac{T_{пр}}{T_{зн}} = \frac{N_{зтс}}{\beta_{\gamma}} = \frac{65,5}{0,9} = 72,7$$

Період рядкового розгорнення

$$n_z = \frac{T_{пр}}{T_{зн}} = \frac{n_{np}}{1-d_z} = \frac{64}{1-0,18} = 78$$

Для зручності одержання коефіцієнта розподілу приймемо

$$n_z = 64 \qquad n_{пр} = 80$$

Із цих величин для затемнення з лівої й правої сторін екрана виділяємо по 5 знакомест. Початок відліку взятий з першого знакоместа, що входить в інформаційне поле.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка оптико-електронної системи керування дорожньою інфраструктурою, яка дозволить підвищити ефективність систем для ефективного керування транспортними потоками за рахунок використання оптоелектронної елементної бази, удосконалення їх топології та введення пристроїв керування транспортними засобами.

Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних експертів: Багрій Дмитро Анатолійович – лікар першої категорії, спеціалізується в сфері кардіології, Данильчук Ігор Віталійович -кардіолог вищої категорії, кандидат медичних наук, Якименко Ганна В'ячеславівна – лікар першої категорії, спеціалізується в галузі пульмонології та кардіології. За допомогою таблиці 6.1 за п'ятибальною шкалою використовуючи 12 критеріїв оцінки комерційного потенціалу розробки експерти надали свої оцінки.

Таблиця 6.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання табали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів

			аналогів		
--	--	--	----------	--	--

Продовження табл. 6.1

4	Технічні та споживчі властивості продукту значногірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значнокращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значновищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати нарівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше

		10-ти років	окупності інвестицій більше 5-ти років	окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	3-х років
--	--	-------------	--	--	-----------

Продовження табл. 6.1

12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту
----	---	--	---	--	---

Таблиця 6.2 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0-10	Низький
11-20	Нижче середнього
21-30	Середній
31-40	Вище середнього
41-48	Високий

В таблиці 6.3 наведено результати оцінювання експертами комерційного потенціалу розробки.

Багрій Дмитро Анатолійович – лікар першої категорії, спеціалізується в сфері кардіології, Данильчук Ігор Віталійович -кардіолог вищої категорії, кандидат медичних наук, Якименко Ганна В'ячеславівна

Таблиця 6.3 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Багрій Д. А.	Данильчук І. В.	Якименко Г. В.
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	3

2	3	2	2
3	2	4	3
4	4	3	2
5	2	2	4
6	3	2	3
7	4	1	2
8	1	3	2

Продовження таблиці 6.3

9	3	2	4
10	2	4	2
11	1	3	2
12	4	3	4
Сумабалів	СБ ₁ =31	СБ ₂ =31	СБ ₃ =33
Середньоарифметична сумабалів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{31 + 31 + 33}{3} = 32$		

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів склала 32, що згідно таблиці 6.2 вважається, що рівень комерційного потенціалу розробки є вище середнього.

Проведемо порівняння нової розробки з аналогами, які існують на ринку. В якості аналога для розробки було обрано продукцію фірми Світоформ, а саме динамічне інформаційне табло і знаки інформації на автодорозі «АЛМАТИ-ХОРГОС».

Спеціалізовані компанії «Світоформ» випустили, закріпили та запустили в експлуатацію ZPI PH16-RGB 960 × 960 - 48 штук і ДІТ PH20-3Y 5760 × 960 - 12 штук в Казахстані, на автодорозі «Алмати-Хоргос» Міжнародний транзитний коридор «Західна Європа - Західний Китай».

Технічні характеристики ДІТ PH20-3Y:

Розмір табло - 5760 × 960 мм.

Розмір активної ділянки - 288 x 48 пікселів

Структура пікселя - 3Y (3 жовтих світлодіода)

Обслуговування - з фронтальної сторони

Технічні характеристики ZPI PH16-RGB:

Розмір табло - 960 × 960 мм.

Розмір активного наряду - 60 x 60 пікселів

Структура пікселя - 1R1G1B

Обслуговування - з фронтальної сторони

Основними недоліками аналога є відсутність можливості проводити оцінку транспортного потоку і адаптивного керувати ним. Також до недоліків можна віднести - висока ціна та відсутність зворотнього зв'язку. У розробці дана проблема вирішується наявністю обладнання для керування транспортним потоком.

В таблиці 6.4 наведені основні техніко-економічні показники аналога і нової розробки.

Таблиця 6.4 – Основні технічні показники аналога і нової розробки

Показники	Аналог	Нова розробка	Відношення параметрів нової розробки до параметрів аналога
Роздільна здатність	95	98	1,03
Інформативність	55	85	1,55
Швидкість	70	90	1,29
Інтерфейс	90	70	0,77

Виходячи з даних таблиці видно, що аналог має гірші показники, а саме в швидкості та точності діагностування, крім того мобільність аналога також потребує вдосконалення.

Проведемо оцінку якості продукції, яка є найефективнішим засобом забезпечення вимог споживачів та порівняємо її з аналогом.

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру за формулами (6.1) та (6.2) і занесемо їх у відповідну колонку табл. 6.5.

$$Q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Bi}} \quad (6.1)$$

або

$$q_i = \frac{P_{Bi}}{P_{Hi}} \quad (6.2)$$

де P_{Hi} , P_{Bi} – числові значення i -го параметру відповідно нового і базового виробів.

Таблиця 6.5 – Основні параметри нової розробки татовару-конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)		
1	2	3	4	5
Роздільна здатність	95	98	1,03	20%
Інформативність	55	85	1,55	35%
Швидкість	70	90	1,29	25%
Інтерфейс	90	70	1,29	20%

$$q_1 = \frac{98}{95} = 1,03;$$

$$q_2 = \frac{85}{55} = 1,55;$$

$$q_3 = \frac{90}{70} = 1,29;$$

$$q_4 = \frac{90}{70} = 1,29.$$

Відносний рівень якості нової розробки визначаємо за формулою:

$$K_{я.в.} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (6.3)$$

$$K_{я.в.} = 1,03 \cdot 0,2 + 1,55 \cdot 0,35 + 1,29 \cdot 0,25 + 1,29 \cdot 0,2 = 1,33$$

Відносний коефіцієнт показника якості нової розробки більший одиниці, отже новарозробка якісніший базового товару-конкурента.

Наступним кроком є визначення конкурентоспроможності товару. Конкурентоспроможність товару є головною умовою конкурентоспроможності підприємстванаринку і важливою основою прибутковості йогодіяльності.

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками найчастіше вважають нормативні та технічні параметри, а також ціну придбання тавартість споживання товару.

Приблизна ціна нового товару складе 15000 грн. Занесемо ці та інші показники (взяті з попередніх розрахунків) до табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Нормативні, технічні та економічні параметри інноваційногорішення і товару-виробника

Показники	Варіанти	
	Базовий (товар- конкурент)	Новий (інноваційне рішення)
1	2	3
1. Нормативно-технічні показники		
Роздільназдатність	95	98
Інформативність	55	85
Швидкість	70	90
Інтерфейс	90	70
2. Економічні показники		
Цінапридбання, грн	21000	15000

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційногорішення (K) з урахуванням вищезазначених груп показників можна визначити за формулою:

$$K = \frac{I_{m.n.}}{I_{e.n.}}, \quad (6.4)$$

де $I_{m.n.}$ – індекс технічних параметрів; $I_{e.n.}$ – індекс економічних параметрів.

Індекс технічних параметрів є відносним рівнем якості інноваційного рішення. Індекс економічних параметрів визначається за формулою (6.5)

$$I_{e.n.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hei}}{\sum_{i=1}^n P_{Bei}}, \quad (6.5)$$

де P_{Hei} , P_{Bei} – економічні параметри (ціна придбання та споживання товару) відповідно нового та базового товарів.

$$I_{e.n.} = \frac{15000}{21000} = 0,71;$$

$$K = \frac{1,33}{0,71} = 1,87.$$

Зважаючи на розрахунки, можна зробити висновок, що нова розробка буде конкурентоспроможнішою, ніж конкурентний товар.

6.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

1. Основна заробітна плата – винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці. Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців. Стаття «Основна заробітна плата робітників» містить витрати на виплату основної заробітної плати робітникам, зайнятим виробництвом продукції.

Основна заробітна плата кожного із розробників (дослідників) Z розраховується за формулою:

$$Z = \frac{M}{T_p} \cdot t, [\text{грн.}] \quad (6.6)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника.

T_p – число робочих днів, $T_p = 22$;

t – число днів роботи розробника.

Розрахунки основної заробітної плати зведемо в таблицю 6.7:

Таблиця 6.7 – Розрахунок основної заробітної плати розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник	10000	456.5	5	2273
Інженер	6000	272.7	45	12273
програміст	8000	363.6	6	2182
Всього				16727

2. Основна заробітна плата робітників Z_p розраховується за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n t_i \cdot C_i, \quad (6.7)$$

де n – число робіт по видах та розрядах;

t_i – норма часу на виконання конкретної операції, годин;

C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує певну роботу, грн./год.:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}}, \quad (6.8)$$

де M_m – мінімальна місячна оплата праці, грн.;

K_i – тарифний коефіцієнт робітника даного розряду;

T_p – число робочих днів в місяці ($T_p = 21 \dots 23$ дні);

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин ($T_{зм} = 8$ годин).

Мінімальна місячна оплата праці робітника з 01.01.2019 року складає 4173,00 грн.

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду. Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 6.8:

Таблиця 6.8 – Тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду

Розряд	K_i
1	1,00
2	1,09
3	1,18
4	1,27

5	1,36
6	1,45
7	1,54
8	1,64

Інформацію про основну заробітну плату заносимо до таблиці 6.9

Таблиця 6.9 – Основна заробітна плата робітників

Найменування робіт	Трудовісткість, нормо-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1	2	3	4	5
1. Підготовчі	47.4	1	23,7	2371,0
2. Монтажні	77.5	2	25,8	2326,0
3. Складальні	60.2	4	30,1	1355,0
6. Налагоджувальні	167.9	3	28,0	979,2
5. Випробувальні	96.7	5	32,2	644,9
Всього				449.8

3. До статті «Додаткова заробітна плата» відносяться витрати на виплату виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати за працю понад установлені норми, заохочувальні виплати за поточну виробничу діяльність, компенсаційні виплати тощо. Звичайно, ці витрати встановлюються у відсотках до основної заробітної плати на підставі відповідних розрахунків на підприємстві:

$$Z_d = 11\% \cdot Z_z, \quad (6.9)$$

$$Z_d = 11\% \cdot (16727 + 449.8) = 1889,48 (\text{грн.}).$$

6. Витрати на соціальні заходи виникають внаслідок здійснення обов'язкової сплати єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Відрахування на соціальні заходи здійснюється від суми всіх витрат на оплату праці робітників, зайнятих безпосередньо виробництвом продукції:

$$B_{\text{сз}} = (3_{\Sigma} + 3_{\delta}) \cdot \frac{\beta}{100\%}, \quad (6.10)$$

де β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

З 1.01.2016 року ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування встановлена залежно від класу професійного ризику виробництва і для бюджетної сфери $\beta = 22,0\%$.

$$B_{\text{сз}} = (16727 + 449,8 + 1889,48) \cdot \frac{22,0\%}{100\%} = 4194,64 \text{ (грн.)}$$

5. У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування у загальному можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot T}{T_{\text{кор}} \cdot 12} \text{ [грн]}, \quad (6.11)$$

де $Ц$ – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

$T_{\text{кор}}$ – час користування;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Згідно пункта 137.3.3 Податкового кодекса амортизація нараховується на основні засоби вартістю понад 2500 грн.

Всі проведені розрахунки амортизаційних відрахувань заносимо в табл. 6.10.

Таблиця 6.10 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання, приміщень	Балансова вартість, грн.	$t_{\text{кор}}$ (р)	Термін використання міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
1. Комп'ютер	12000	2	2	1000.00
2. Програматор	3000	4	1	62.50
3. Пристрій для відтоварення інформації	12000	4	1	250.00
6. Блок керування	8000	4	1	166.67
Всього				1479.17

6. Норма витрат матеріалу – це плановий показник, який визначає максимально допустимі затрати відповідних ресурсів на виробництво одиниці продукції в умовах певного рівня техніки і організації виробництва.

Витрати на матеріали M , що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i - \sum_1^n V_i \cdot C_v \quad \text{грн.}, \quad (6.12)$$

де H_i – витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i – вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1,1 \dots 1,15)$;

V_i – маса відходів матеріалу i -го найменування, кг;

C_v – ціна відходів матеріалу i -го найменування, грн/кг;

n – кількість видів матеріалів.

Інформацію про використані матеріали подано у вигляді табл. 6.11.

Таблиця 6.11 – Матеріали, що використані на розробку

Найменування матеріалу	Витрачено	Ціна за одиницю, грн.	Вартість витраченого матеріалу, грн
Стеклотекстоліт СФ2-1-0.35 (листів)	1.0	36	36
Припой ПОС-61 (кг)	0.5	71	35,5
Флюс КСП	0.4	8	3,2
Каніфоль (кг)	0.3	15	4,5
Болтикріплення	100	0.05	5
Планкакріплення	5	6.7	23,5
Всього			107,7
З врахуванням коефіцієнта транспортування			118,47

6. Витрати на комплектуючі вироби, які використовують при виготовленні одиниці продукції, розраховуються, згідно їх номенклатури, за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.13)$$

де H_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i – покупна ціна комплектуючих i -го найменування, грн.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат (1,1...1,15);

Таблиця 6.12 – Комплектуючі, що використані на розробку

Найменування	Ціна, грн.	Витрачено, шт.	Вартість, грн.
Мікросхема i82544EI	1	11899,91	11899.91
Мікросхема AT93C46	1	184,64	186.64
Мікросхема AT49LV040	1	185,02	185.02
Мікросхема DS1858	1	124,72	126.72
Мікросхема MAX3735	1	11670,79	11670.79
Конденсатори	81	8,96	725.76
Резистори	22	3,82	86.04
Плата	1	47,55	47.55
Оптичний кабель (м)	5000	1,5	7500
Датчик ЕКГ	10	1050	10500
Всього (з врахуванням транспортних витрат)			47216.67

8. До статті «Паливо та енергія на технологічні цілі» відносяться витрати на всі види палива й енергії, що безпосередньо використовуються у процесі виробництва продукції. У даному випадку будемо враховувати лише витрати на електроенергію. Витрати на енергію визначаються на основі витрат на одиницю продукції та тарифів на енергію за допомогою залежності:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (6.14)$$

де V – вартість 1 кВт енергії, грн. $V = 8,44$ грн/кВт*год;

P – установлена потужність обладнання, кВт. При паянні використовується паяльник потужність $P = 500$ Вт або $P = 0,5$ кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, год. $\Phi = 200$ год;

K_{π} – коефіцієнт використання потужності, $K_{\pi} = 0,65$.

$$V_e = 8,44 \cdot 0,5 \cdot 200 \cdot 0,65 = 548,6 (\text{грн}).$$

9. Інші витрати B_{in} охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо.

Інші витрати B_{in} можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників таробітників, які виконували дану МКНР, тобто:

$$B_{in} = (1..3) \cdot (Z + Z_p). \quad (6.15)$$

$$B_{in} = 1 \cdot (16727 + 449,8) = 17177,1 (\text{грн.})$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати, які безпосередньо стосуються даного розділу МКНР

$$B = 16727 + 449,8 + 1889,48 + 4194,64 + 1479,17 + 118,47 + 47214,67 + 548,6 + 17177,1 = 89799,1 \text{ грн.}$$

Загальна вартість всієї МКНР визначається за формулою:

$$B_{заг} = \frac{B}{\alpha} \quad (6.16)$$

$$B_{заг} = \frac{89799,1}{0,8} = 112248,92 (\text{грн.})$$

Прогнозування загальних втрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної МКНР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B}{\beta}, \quad (6.17)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує стадію виконання даної НДР.

Оскільки, робота знаходиться на стадії розробки дослідного зразка, то коефіцієнт $\beta = 0,6$.

Звідси:

$$ЗВ = \frac{112248,92}{0,4} = 280622 \text{ (грн.)}$$

6.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

У даному підрозділі кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$, для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, заформулюю

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_0 \cdot N + \Pi_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (6.18)$$

де $\Delta\Pi_0$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році.

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки:

Π_0 – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки:

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку надодану вартість. Ставка податку надодану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$.

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. $\rho = 0,25$;

ν – ставка податку на прибуток. У 2019 році – 18%.

Припустимо, що при впровадженні результатів наукової розробки покращується якість, що дозволяє підвищити ціну його реалізації на 1000 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року на 130 шт., протягом другого року – на 190 шт., протягом третього року на 250 шт. Реалізація продукції до впровадження розробки складала 50 шт, а її ціна 15000 грн. Розрахуємо прибуток, яке отримає підприємство протягом трьох років.

$$\Delta\Pi_1 = [1000 \cdot 50 + (15000 + 1000) \cdot 130] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 363860 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta\Pi_2 = [1000 \cdot 50 + (15000 + 1000) \cdot (130 + 190)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 924632 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta\Pi_3 = [1000 \cdot 50 + (15000 + 1000) \cdot (130 + 190 + 250)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 1607938 \text{ (грн.)}$$

6.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахуємо основні показники, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Теперішню вартість інвестицій PV , що вкладаються в наукову розробку приймемо рівну загальним витратам $PV = ЗВ = 280622$ грн.

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$ згідно наступної формули:

$$E_{абс} = (ПП - PV) \tag{6.19}$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки, грн;

$$ПП = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta\Pi_t}{(1 + \tau)^t}, \tag{6.20}$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДЦКР, грн;

T – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

t – період часу (в роках).

$$ПП = \frac{363860}{(1+0,2)^1} + \frac{924632}{(1+0,2)^2} + \frac{1607938}{(1+0,2)^3} = 1880169,86(\text{грн.}).$$

$$E_{\text{абс}} = (1880169,86 - 280622) = 1599547,57(\text{грн.}).$$

Оскільки $E_{\text{абс}} > 0$ то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_s . Для цього користуються формулою:

$$E_s = \sqrt[T_{\text{жс}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (6.20)$$

$T_{\text{жс}}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_s = \sqrt[3]{1 + \frac{1599547,57}{280622}} - 1 = 0,89 = 89\%$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (6.21)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2018 році в Україні $d = (0,14 \dots 0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05...0,1)$.

$$\tau_{\min} = 0,18 + 0,05 = 0,23$$

Так як $E_g > \tau_{\min}$ то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g} \quad (6.22)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,89} = 1,1 \text{ (роки)}$$

Так як $T_{ок} \leq 3...5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

6.5 Висновки до економічного розділу

В даному розділі було оцінено економічний потенціал оптико-електронної системи керування дорожньою інфраструктурою, який виявився на вищому середньому рівні. Порівняння нової розробки з аналогом показало, що новий виріб буде набагато краще за аналог потехнічним та економічним показникам.

Оцінка якості і конкурентоспроможності показали, що нова розробка є більш якісною і конкурентноспроможнішою ніж аналоги, які існують на ринку.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 89799,1 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 112248,92 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 1,1 роки при прогнозованому прибутку 1880169,86 грн. за три роки.

ВИСНОВКИ

У першому розділі проаналізовано тенденції розвитку і рівень сучасних науково-технічних проблем в системах керування транспортними потоками, описано функції сучасних ГІС.

У другому розділі розглянуто декілька видів алгоритмів пошуку оптимального шляху до кінцевого пункту призначення, а саме методи перетину ліній, методи наваженому графі, обмеження області пошуку, поділ простору на комірки та обмеження переміщень на гранях. Далі було проведено математичне моделювання транспортних потоків і визначено, що найбільш ефективним є алгоритм Дейкстри, за яким можна знайти мінімальний шлях до кінцевої точки.

Було розглянуто побудову топології магістралі та основні її типи, а також розроблено структурну схему магістралі для побудови оптико-електронної інформаційно-енергетичної структури. Дана система дозволить забезпечити водіїв транспортних засобів оперативною інформацією про технічний стан магістралей, перевантаження трафіку, доступність транзитних шляхів для вільного і оптимального вибору маршруту.

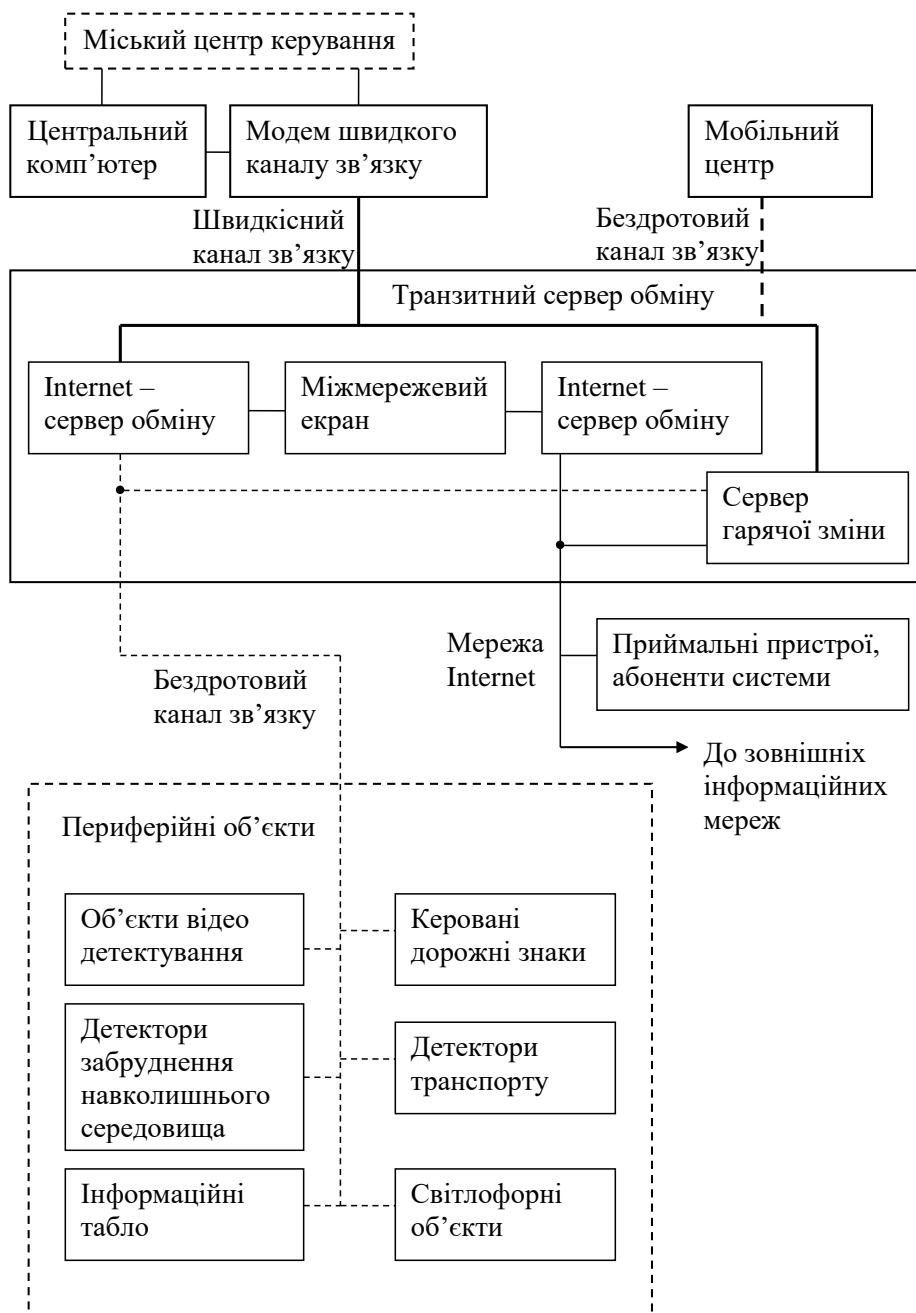
Було розглянуто метод моделювання геоінформаційних даних та проведено імітаційне моделювання оптико-електронної інформаційної системи контролю за переміщенням транспортних засобів за допомогою якого ми можемо прогнозувати та оптимізувати розподіл транспортного потоку. В роботі було розроблено блок-схему алгоритму та основні програмні блоки реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.О. Світличний С.В. Плотницький Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред.О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
2. С. Н. Сербенюк. Картография и геоинформатика - их взаимодействие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 159 с.
3. А. В. Кошкарев, Программы, проекты, базы и банки данных географических и картографических автоматизированных информационных систем // Картография и геоинформатика. Итоги науки и техники (Сер. «Картография»). – М.: ВИНТИ АН СССР, 1991. – Т. 14. – С. 118-176.
4. Волчко П.І., Іванов В.І., Корольов В.М. та інші "Вимоги до характеристик навігаційної інформації і систем навігації наземних рухомих об'єктів у сучасному штатному процесі", - Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, №5, стор. 280-283, Ліга-Прес, Львів, 2000.
5. Волчко П.І., Корольов В.М., Макаревич В.Д. та інші "Місце геоінформаційних технологій на базі навігаційної інформації в системах управління взаємодією у підрозділах сухопутних військ", - III Міжнародна науково-технічна конференція "Гіротехнологія, навігація, керування рухом і конструювання рухомих об'єктів", стор. 187-192, Київ, 2001.
6. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Кібець О. Г., Рябчій В. В. Функції та геоінформаційне забезпечення інтелектуальних транспортних систем. //Вісник геодезії і картографії. – 2004. – № 3.– С. 71–79.
8. “Концепция географической информационной системы для органов государственной власти Пермской области” (утверждена постановлением губернатора Пермской области от 22.03.1999 № 93).
9. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики. Книга 2. Учебное пособие / М: “Академия”, 2004 (стр. 372-380).
10. Салищев К.А., Картоведение / М: Изд.МГУ, 1990 (стр. 388-390).

11. Радиотехнические системы. Под ред. Казаринова Ю.М. М.: Высшая школа, 1990.
12. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. М.: Эко-Трендз, 2000.
13. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. М.: ИПРЖР, 1998.
14. Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга, 2001.
15. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. М.: КНИЦ ВКС, 1995.
16. Радиотехнические системы. Под ред. Казаринова Ю.М. М.: Высшая школа, 1990.
17. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. М.: Эко-Трендз, 2000.
18. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. М.: ИПРЖР, 1998.
19. Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга, 2001.
20. Кузьмин И.В., Кедрус А.В. Основы теории информации и кодирования. - Киев: Высшая школа, 1977. - 278 с.
21. Кузьмин И.В. Оценка эффективности автоматических систем контроля и управления. - М.: Советское радио, 1971. - 296 с.
22. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. М.: КНИЦ ВКС, 1995.

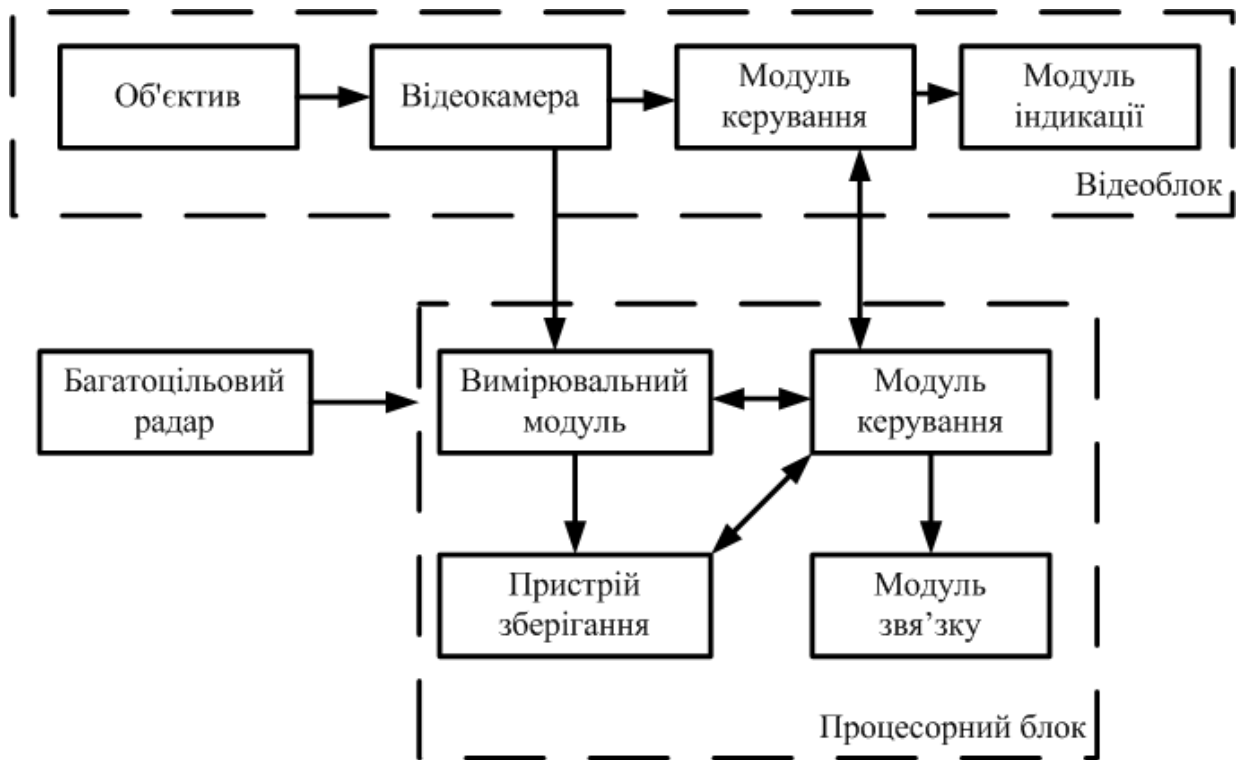
Додаток Б– Структурна схема системи керування дорожнім рухом місту



Додаток В – Структурна схема системи керування транспортною мережею



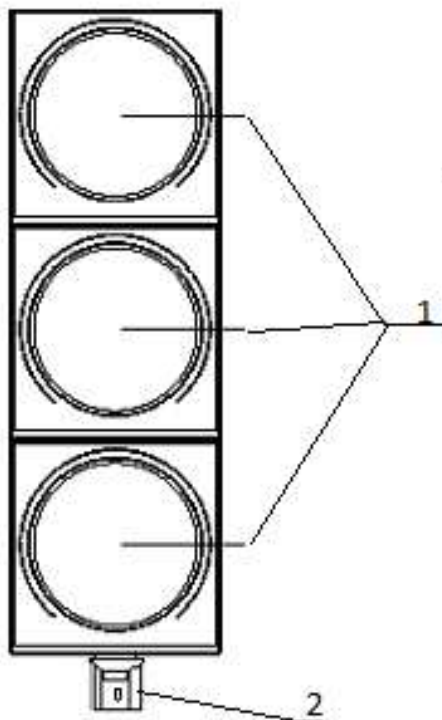
Додаток Г – Структурна схема фоторадарного блоку системи



Додаток Д – Блок-схема алгоритму роботи адаптованої системи керування



Додаток Е – Зовнішній вигляд світлофорного об'єкту з модулем відеозахвату
інформації



- 1 - світлофорний об'єкту
- 2 - модулем відеозахвату