

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ  
ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»  
М. М. Чальцев  
20 р.

Кафедра «Транспортні технології»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ  
УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ»:  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 7.07010104, 8.07010104  
«ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»**

**16/96-2012-02**

«Рекомендовано»:  
Навчально-методична комісія  
факультету «Транспортні  
технології»  
Протокол № 9  
від 08.05.2012 р.

«Рекомендовано»:  
Кафедра «Транспортні  
технології»  
Протокол № 8  
від 18.04.2012 р.

Горлівка – 2012



УДК 656.13 + 656.039 (07)

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи управління дорожнім рухом» (для студентів спеціальностей 7.07010104, 8.07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху») [Електронний ресурс] / укладачі: А. В. Куниця В. Г. Обіщенко, А. В. Меженков, Д. М. Самісько. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2012. – 1 електрон. опт. диск (CD-R): 12 см. – Системні вимоги: Pentium; 32 MB RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 97–2000. – Назва з титул. екрану.

Наведено методики: збору й обробки даних з метою визначення основних параметрів транспортного потоку, використовуючи відеоматеріал про проведення транспортного обстеження ділянки вулично-дорожньої мережі за допомогою тест-автомобіля; розділення ділянки магістральної вулиці на типові елементи управління рухом і визначення керуючих впливів для кожного типового елемента управління рухом; обґрунтування рівня впровадження автоматизованої системи управління рухом; розрахунку режиму адаптивного світлофорного регулювання на примиканні з викликом зеленої фази на другорядному напрямку; техніко-економічного обґрунтування необхідності впровадження АСУДР.

Укладачі: Куниця А. В., д.т.н., проф.  
Обіщенко В. Г.  
Меженков А. В.  
Самісько Д. М.

Відповідальний за випуск: Куниця А. В., д.т.н., проф.

Рецензент: Толлок О. В., к.т.н., доц.

© Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут, 2012



## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	3
Практичне заняття № 1 «Збір і обробка даних з відеообстеження транспортного потоку за допомогою тест-автомобіля» .....	6
Практичне заняття № 2 «Розділення ділянки магістральної вулиці на типові елементи управління рухом» .....	13
Практичне заняття № 3 «Визначення рівня та структури впровадження АСУДР. Вибір периферійного й центрального обладнання АСУДР» .....	21
Практичне заняття № 4 «Розрахунок режиму адаптивного світлофорного регулювання на примиканні» .....	32
Практичне заняття № 5 «Техніко-економічне обґрунтування необхідності впровадження АСУДР» .....	44
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Промислово розвинені держави характеризує утворення регіонів з високою концентрацією промислових підприємств та населення, в Україні це: Донецька, Київська, Дніпропетровська та інші області. У таких регіонах дуже складно традиційними методами забезпечити ефективну організацію дорожнього руху. Тому необхідним є впровадження для цього автоматизованих систем управління дорожнім рухом.

Предметом навчальної дисципліни є застосування апаратурних засобів в автоматизованому управлінні дорожнім рухом, технологія автоматизованого управління дорожнім рухом та основи проектування автоматизованих систем управління дорожнім рухом.

Метою дисципліни є ознайомлення магістрантів із сучасними методами та засобами організації та управління дорожнім рухом, засобами програмного та технічного забезпечення цих процесів.

Завдання викладання дисципліни полягають в ознайомленні зі структурою автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР), основними функціональними задачами, способами управління транспортними процесами за допомогою АСУДР, принципом дії основних технічних засобів, алгоритмами роботи систем, а також у придбанні практичних навичок з встановлення характеристик об'єкта управління, типізації елементів управління, визначення керуючих впливів АСУДР для кожного типового елемента управління, розробки елементів АСУДР (вибір рівня та структури, вибір комплексу технічних засобів, техніко-економічне обґрунтування).

Вивчення відповідного курсу лекцій повинно завершитися виконанням практичних занять. Мета проведення практичних занять – закріпити на практиці знання, що були отримані на лекціях.

Завдання практичних занять: вивчити додатковий матеріал, не викладений у лекційному курсі; навчитися використовувати на практиці теоретичні знання; придбати практичні вміння з розробки елементів АСУДР.

У результаті виконання практичних занять магістранти повинні вміти:

- збирати й обробляти дані для визначення основних параметрів транспортного потоку;
- проводити розподіл ділянки магістральної вулиці на типові елементи управління рухом;
- визначати керуючі впливи для кожного типового елемента управління рухом;
- обґрунтовувати рівень впровадження автоматизованої системи управління рухом;

- складати структурну схему системи;
- здійснювати вибір периферійного й центрального обладнання системи;
- розраховувати режим адаптивного світлофорного регулювання;
- проводити техніко-економічне обґрунтування необхідності впровадження АСУДР.

Завдання виконуються індивідуально на практичних заняттях за варіантами. Кожне завдання студент повинен захистити. Результати захисту враховуються при міжсесійному контролі, модульно-рейтинговій оцінці та підсумковій атестації магістрантів.

При підготовці до практичних занять студенти повинні самостійно вивчити рекомендовану літературу. Практичні роботи студенти оформляють в зошиті. Звіт про виконання роботи включає: формулювання мети кожного завдання, номер варіанта, вихідні дані, порядок виконання завдання і проведення розрахунків відповідно до варіанта. За кожним завданням робляться висновки.

Відповідно до навчального плану спеціальності студенти повинні виконати практичні заняття, що вимагають правильного оформлення.

Рисунки підписують знизу в такий спосіб: Рисунок 3.1 – Схема розміщення... Таблиці підписують зверху: Таблиця 2.4 – Вихідні дані... Цифри 1 і 4 позначають порядкові номери відповідно до рисунка й таблиці, а цифри 3 і 2 – номери практичних занять, де розміщені ці ілюстрації. При переносі таблиці пишуть: «Продовження таблиці 2.4» і нумерують стовпчики таблиці.

Рисунки виконують чітко олівцем.

Формули в практичних заняттях нумерують. Номер формули складається з номера практичного заняття й порядкового номера формули в практичному занятті, розділених крапкою. Номер ставлять у правій стороні аркуша на рівні формули в круглих дужках, наприклад: (2.1) – перша формула другого практичного заняття.

Порядок обчислень за формулами наступний: формула – цифрові значення – відповідь – розмірність – кома, а нижче, після слова «де» (без двокрапки) виконується розшифровка кожної з величин, що входять у формулу в такій послідовності: символ величини – найменування – кома – розмірність – крапка з комою – обґрунтування прийнятого чисельного значення – позначення (символ) – знак рівності – чисельне значення – розмірність чисельного значення. Посилання на ілюстрації й формули в тексті виконують, наприклад, у такий спосіб: «... зазначено на рисунку 1.2», «... у таблиці 2.4», «... за формулою (2.1)».

## **Практичне заняття № 1**

### **«Збір і обробка даних з відеообстеження транспортного потоку за допомогою тест-автомобіля»**

**(3 години)**

**Мета:** навчитися збирати й обробляти дані для визначення основних параметрів транспортного потоку (інтенсивності, швидкості, часу проїзду на ділянці дороги), використовуючи відеоматеріал про проведення транспортного обстеження ділянки вулично-дорожньої мережі за допомогою тест-автомобіля.

### **Загальні відомості**

Транспортні обстеження представляють собою натурні експерименти, проведені на вулично-дорожній мережі з метою збору вихідних даних про параметри транспортного потоку. Збір вихідних даних необхідний для оцінки якості управління в існуючій системі організації й управління дорожнім рухом, а також для вибору складу алгоритмічного забезпечення, керуючих «установок» алгоритмів, розрахунку програм координованого регулювання й визначення етапів упровадження проектованої АСУДР.

Найважливішими параметрами, що підлягають виміру при проведенні транспортних обстежень, є: інтенсивність транспортних потоків; швидкість руху на перегонах вулиць і магістралей між перехрестями; час проїзду перегонів вулично-дорожньої мережі; час затримки автомобілів біля перехресть.

Широке поширення одержало використання в цих цілях випробного автомобіля (тест-автомобіля), у якому розташовуються спостерігачі. За допомогою тест-автомобіля виконуються виміри таких параметрів транспортного потоку, як час проїзду автомобіля, середня просторова швидкість (тобто середня швидкість  $n$  автомобілів, що знаходяться на заданій ділянці дороги у визначений момент часу), інтенсивність руху, затримки біля перехресть. Оцінка середньої просторової швидкості й затримки біля перехресть може бути отримана простим багаторазовим проїздом заданими ділянками вулиць з реєстрацією параметрів хронометражем.

Раціональна організація транспортного обстеження повинна забезпечити одержання максимуму інформації при мінімальних витратах часу й коштів, як на проведення натурних вимірів, так і на статистичну обробку результатів цих вимірів. Суттєвим етапом планування обстеження є визначення кількості вимірів (обсягу вибірки), що необхідна для статистичної оцінки досліджуваних параметрів транспортного потоку з потрібним ступенем точності.



З курсу математичної статистики відомо, що значення величини  $a$ , що вимірюється, з невідомим законом розподілу ймовірності, знаходиться в межах:

$$a = \bar{a} \pm I_p, \quad (1.1)$$

де  $\bar{a}$  – статистична оцінка математичного очікування величини  $a$ ;

$I_p$  – довірчий інтервал, на який величина  $a$  може відрізнятись від величини ( $\bar{a}$ ) з імовірністю  $P$ .

В якості величини  $a$  слід підставляти значення параметрів транспортного потоку, а саме: інтенсивності руху  $N$ , середнього часу проїзду за маршрутом  $t$  і середньої просторової швидкості руху на досліджуваному маршруті  $v$ .

Статистична оцінка математичного очікування величини  $a$  визначається за формулою:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{a}_i}{n}, \quad (1.2)$$

де  $\bar{a}_i$  – значення параметру транспортного потоку за  $i$ -й вимір;  
 $n$  – кількість вимірів.

Тобто величина  $\bar{a}$  тим точніше відображає значення величини  $a$ , чим менше величина довірчого інтервалу  $I_p$ , яка залежить від числа вимірів  $n$  наступним чином:

$$I_p = t_{p(n-1)} \sigma(\bar{a}), \quad (1.3)$$

де  $t_{p(n-1)}$  – значення коефіцієнта Стьюдента;

$\sigma(\bar{a})$  – середньоквадратичне відхилення оцінки величини  $\bar{a}$  (неточність виміру).

Таким чином збільшуючи кількість вимірів, можна зменшити величину довірчого інтервалу  $I_p$  до певної межі. Якщо задатися такою величиною ймовірності  $P$ , щоб величина  $a$  попала в потрібний довірчий інтервал, то для визначення кількості вимірів необхідно визначити середньоквадратичне відхилення оцінки величини  $\bar{a}$ . Для цього виконується попереднє транспортне обстеження, що містить незначну кількість вимірів, а надалі використовують метод експресного визначення помилки виміру на підставі обробки результатів попереднього обстеження [2, с. 114].

Середньоквадратичне відхилення оцінки величини  $\bar{a}$  визначається за формулою [2, с. 114]:

$$\sigma(\bar{a}) = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{d_n \sqrt{n}}, \quad (1.4)$$

де  $a_{\max}$  – найбільше значення вимірюваної величини;  
 $a_{\min}$  – найменше значення вимірюваної величини;  
 $d_n$  – коефіцієнт для оцінки середньоквадратичного відхилення вимірюваної величини; приймається згідно з [2, с. 114].

Знаючи значення  $n$  та  $\sigma(\bar{a})$ , можна визначити й потрібну кількість вимірів основного обстеження  $m$  за формулою [2, с. 114]:

$$m = \frac{(a_{\max} - a_{\min})^2 t_{p(n-1)}^2 (1 + \frac{1}{\sqrt{2n}})^2}{d_n^2 I_p^2}. \quad (1.5)$$

План проведення обстеження транспортного потоку на ділянці вулично-дорожньої мережі повинен містити в собі:

1. Виконання попереднього обстеження з кількістю проїздів  $n = 8 - 20$ .

Орієнтована кількість проїздів тест-автомобіля, необхідних для визначення параметрів транспортного потоку при заданій величині похибки виміру, може бути оцінена відповідно до даних таблиці 1.1 [2, с. 115].

Таблиця 1.1 – Визначення кількості проїздів тест-автомобіля, для розрахунку швидкості руху при заданій величині похибки виміру

Місця проведення вимірів	Кількість проїздів з	
	Похибкою 5 %	Похибкою 10 %
Двосмугові вулиці з рухом малої інтенсивності	30	8
Те ж, але вулиці з рухом високої інтенсивності	40	10
Багатосмугові вулиці з малоінтенсивним рухом	18	5
Те ж, але вулиці з рухом високої інтенсивності	50	13

2. Визначення середніх значень параметрів транспортного потоку для кожного з проїздів, а саме: інтенсивності руху  $N_i$ , середнього часу

проїзду за маршрутом  $t_i$  і середньої просторової швидкості руху на досліджуваному маршруті  $v_i$ .

3. Завдання точності виміру, тобто ймовірності  $P$  і величини довірчого інтервалу  $I_p$  для кожного з параметрів транспортного потоку.

4. Визначення істинної кількості вимірів основного обстеження  $m$ .

5. Збір інформації й обробку результатів основного обстеження.

Розглянемо основні моменти підготовки до обстеження та вимоги до техніки безпеки. Перед проведенням обстеження необхідно ретельно оглянути маршрут руху. Довжина маршруту не повинна перевищувати 1,5 км, а його початок і кінець повинні збігатися з основними перехрестями обстежуваної магістралі. У пунктах закінчення маршруту повинні бути зручні місця для розвороту тест-автомобіля. Технічне оснащення кожної бригади: легковий автомобіль, два секундоміра, журнал для запису результатів (форма запису даних буде розглянута нижче). Склад бригади: один водій і три спостерігачі. Усі обстежувані напрямки руху нумеруються послідовно з наростаючим підсумком, складається розклад руху тест-автомобіля.

Під час проведення обстеження водієві тест-автомобіля дається вказівка проїхати заданим маршрутом з визначеною постійною швидкістю руху спочатку в прямому, а потім у зворотному напрямку. Величина швидкості, що задається, вибирається, виходячи з умов руху на магістралі в межах від 30 до 50 км/год.

У складі бригади два спостерігачі є рахівниками автомобілів. Перший з них рахує кількість автомобілів, що рухаються в зустрічному напрямку. Другий підраховує кількість автомобілів, що випередили, а також кількість автомобілів, які обігнав тест-автомобіль. Підрахунок повинен виконуватися за видами автомобілів, роздільно для легкових, вантажних і автобусів (тролейбусів).

Третій спостерігач працює з секундомірами і журналом, в який він заносить сумарні результати хронометражних спостережень. Перший секундомір запускається на початку поїздки й з його допомогою реєструється час у різних контрольних точках уздовж маршруту й загальний час проїзду маршрутом тест-автомобіля. Другий секундомір використовується для виміру затримок під час зупинок біля світлофорів (реєструються час, місце й причина затримки).

При обстеженні вулиць з однобічним рухом поїздки в напрямку проти потоку неможливі. Тому відбуваються дві поїздки в напрямку руху потоку: одна з низькою швидкістю – 15–20 км/год, а друга з високою – 40–60 км/год.

## Порядок виконання роботи

1. За вказівкою викладача студенти поділяються на дві підгрупи, а в кожній з підгруп формуються в бригади спостерігачів з трьох чоловік, для подальшого збору вихідних даних про параметри транспортного потоку з використанням відеотехніки. Кожному спостерігачеві привласнюється номер. Бригада спостерігачів першої підгрупи студентів збирають вихідні дані про параметри транспортного потоку на підставі відеоспостереження ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенко (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно), бригада спостерігачів другої підгрупи студентів – від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у м. Горлівка

2. У кожній бригаді перший спостерігач, використовуючи відеоматеріал про проведення транспортного обстеження на екрані відеопроєктора, підраховує кількість автомобілів за видами, в зустрічному транспортному потоці –  $N_{zi}$ . Результати обстежень заносяться в таблицю 1.2.

У кожній бригаді другий спостерігач, використовуючи відеоматеріал про проведення транспортного обстеження на екрані відеопроєктора, підраховує кількість автомобілів, що випередили тест автомобіль (кількість автомобілів, що випередили –  $N_{vuni}$ ), і кількість автомобілів, яких він обігнав (кількість автомобілів, що відстали –  $N_{vidcmi}$ ) за видами. Результати обстежень заносяться в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати підрахунку кількості автомобілів першим і другим спостерігачем

Показник	Обстеження, $i$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість автомобілів у зустрічному транспортному потоці $N_{zi}$ , авт, у тому числі: – легкових автомобілів; – вантажних автомобілів; – автобусів								
Кількість автомобілів, що випередили тест-автомобіль $N_{vuni}$ , авт, у тому числі: – легкових автомобілів; – вантажних автомобілів; – автобусів								
Кількість автомобілів, які обігнав тест-автомобіль (кількість автомобілів, що відстають) $N_{vidcmi}$ , авт, у тому числі: – легкових автомобілів; – вантажних автомобілів; – автобусів								

У кожній бригаді третій спостерігач, використовуючи відеоматеріал про проведення транспортного обстеження на екрані відеопроєктора, за допомогою першого секундоміра виміряє загальний час проїзду тест-автомобіля по маршруту ( $t_{ni}$ ), за допомогою другого секундоміра проводить вимір затримок під час зупинок у світлофорів ( $t_{zi}$ ). Результати обстеження транспортного потоку третім спостерігачем заносяться в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати хронометражних спостережень третього спостерігача

Показник	Обстеження, $i$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Загальний час проїзду тест-автомобіля по маршруту в одному напрямку $t_{ni}$ , хв.								
Сумарні затримки тест-автомобіля на маршруті проходження під час одного проїзду $t_{zi}$ , хв.								

3. На основі даних таблиць 1.2 і 1.3 визначається умовна середня фізична інтенсивність руху  $\bar{N}_i$  для маршруту в одному напрямку, для кожного з обстежень за формулою [2, с. 117]:

$$\bar{N}_i = \frac{(N_{zi} + N_{vuni} - N_{vidctmi}) \cdot 60}{t_{ni}}, \text{ авт/год}, \quad (1.6)$$

де  $N_{zi}$  – кількість автомобілів у зустрічному транспортному потоці, авт.;

$N_{vuni}$  – сумарна кількість автомобілів, що випередили тест-автомобіль, авт.;

$N_{vidctmi}$  – сумарна кількість автомобілів, які обігнав тест-автомобіль (кількість автомобілів, що відстали), авт.;

$t_{ni}$  – час проїзду тест-автомобіля по маршруту в одному напрямку, хв.;

$i$  – номер обстеження.

4. Визначається умовний середній час проїзду за маршрутом для кожного з обстежень за формулою [2, с. 117]:

$$\bar{t}_i = t_{ni} - \frac{(N_{vuni} - N_{vidctmi}) \cdot 60}{\bar{N}_i}, \text{ хв.} \quad (1.7)$$

5. Визначається середнє значення швидкості руху для кожного з обстежень за формулою [2, с. 118]:

$$\bar{v}_i = \frac{l}{\bar{t}_i} \cdot 60, \text{ км/год}, \quad (1.8)$$

де  $l$  – довжина маршруту проїзду тест-автомобіля в одному напрямку, км; для ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) у місті Горлівка рекомендується прийняти  $l = 1,605$  км, від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у місті Горлівка рекомендується прийняти  $l = 1,200$  км.

Результати проведених розрахунків за кожним проїздом тест-автомобіля наводяться у формі таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати обробки даних

Показник	Обстеження, $i$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Середня інтенсивність руху $\bar{N}_i$ , авт/год								
Середній час проїзду по маршруту $\bar{t}_i$ , хв.								
Середнє значення швидкості руху $\bar{v}_i$ , км/год								

6. Визначається середнє значення затримки тест-автомобіля на маршруті проходження за формулою:

$$\bar{t}_3 = \frac{\sum_{i=1}^n t_{3i}}{n}, \text{ хв.} \quad (1.9)$$

7. Визначається статистична оцінка математичного очікування величини  $a$  для кожного з параметрів транспортного потоку за формулою (1.2). В якості величини  $a$  слід підставляти значення параметрів транспортного потоку, а саме: інтенсивності руху  $N$ , середнього часу проїзду за маршрутом  $t$  і середньої просторової швидкості руху на досліджуваному маршруті  $v$ .

8. Визначається середньоквадратичне відхилення  $\sigma(\bar{a})$  оцінки величини  $\bar{a}$  (неточність виміру), для кожного з параметрів транспортного потоку за формулою (1.4). У формулі (1.4) в якості найбільшого та найменшого значення вимірюваної величини, слід підставляти відповідні значення параметрів транспортного потоку, а саме: інтенсивності руху  $N$ , середнього часу проїзду за маршрутом  $t$  і середньої просторової швидкості

руху на досліджуваному маршруті  $v$ . Величина коефіцієнта  $d_n$  визначається залежно від кількості вимірів, для  $n = 8$  рекомендується прийняти  $d_n = 2,847$  [2, с. 114].

9. Визначається довірчий інтервал  $I_p$  за формулою (1.3) для кожного з параметрів транспортного потоку, а саме: інтенсивності руху  $N$ , середнього часу проїзду за маршрутом  $t$  і середньої просторової швидкості руху на досліджуваному маршруті  $v$ . Для  $n = 8$ , на рівні 90 % імовірності, рекомендується прийняти  $t_{p(n-1)} = 1,86$  [15].

10. Визначається середнє годинне значення інтенсивності руху  $N$ , середній час проїзду  $t$  й середня просторова швидкість руху  $v$  на досліджуваному маршруті за формулою (1.1).

11. Визначається необхідна кількість вимірів основного експерименту за формулою (1.5), з урахуванням довірчого інтервалу  $I_p$  на рівні 68 % імовірності, для параметрів транспортного потоку, а саме: інтенсивності руху  $N$ , середнього часу проїзду за маршрутом  $t$  і середньої просторової швидкості руху на досліджуваному маршруті  $v$ .

12. Використовуючи дані, що наведені в таблиці 1.2, за результатами всіх вимірів визначається у відсотках склад транспортного потоку в двох напрямках на ділянці вулиці, що розглядається.

13. Згідно з даними, що були отримані при проведенні експерименту, робиться висновок щодо оцінки інтенсивності та швидкості руху транспортного потоку на ділянці вулиці, що розглядається.

## Практичне заняття № 2

### «Розділення ділянки магістральної вулиці на типові елементи управління рухом»

(2 години)

**Мета:** навчитися проводити розділення ділянки магістральної вулиці на типові елементи управління рухом та визначати керуючі впливи для кожного з них.

### Загальні відомості

Класифікація типових елементів необхідна для визначення місць, що потребують керуючих впливів. Для кожного нижчепереліченого типового елемента АСУДР можна визначити відповідні йому керуючі впливи [1, с.12]:

1) великі перетинання й примикання в різних рівнях, на яких можлива зміна траєкторії руху основного потоку, – до керуючих впливів можна віднести управління зміною обсягу дорожнього руху за основним напрямком, шляхом розподілу інтенсивності руху й регулюванням в'їзду

потоків з другорядних напрямків на основну дорогу;

2) великі перетинання й примикання в одному рівні, на яких можлива зміна траєкторії руху основного потоку, – до керуючих впливів можна віднести зміну обсягу дорожнього руху при розподілі й регулюванні його інтенсивності руху на основній і другорядній дорозі;

3) перегони між великими перетинаннями, – до керуючих впливів можна віднести регулювання швидкостей та інтенсивності дорожнього руху, у тому числі й за погодними умовами;

4) перегони в населених пунктах, – до керуючих впливів можна віднести регулювання в'їзду транспортного потоку на основну дорогу й швидкостей їх руху, а також регулювання пішохідного руху за допомогою світлофора;

5) перехрестя, на яких можливий тільки в'їзд і з'їзд транспортного потоку із основної дороги, – до керуючих впливів можна віднести регулювання в'їзду й швидкостей руху по вливанню в транспортний потік на основній дорозі;

6) перетинання із залізницею в одному рівні, – до керуючих впливів можна віднести управління проїздом транспортного потоку за допомогою світлофорної сигналізації;

7) стоянки транспорту, – до керуючих впливів можна віднести управління виїздом автомобілів на основну дорогу;

8) місця відпочинку й площадки, – до керуючих впливів можна віднести управління виїздом автомобілів на основну дорогу;

9) місця інтенсивного пішохідного руху, – до керуючих впливів можна віднести регулювання переходу основної дороги в одному рівні за допомогою спеціальної світлофорної сигналізації.

Для здійснення управління рухом з використанням АСУДР на автомобільній дорозі (магістральній вулиці) остання може бути розчленована на типові елементи управління, з яких можна виділити дві групи: основні й другорядні [1, с. 13].

До першої групи відносяться:

- перетинання й примикання в різних рівнях;
- великі перетинання й примикання в одному рівні;
- перегони в населених пунктах, на яких можливе регулювання швидкостей і обсягів дорожнього руху.

До другої групи відносяться елементи, що входять повністю або частково в межі основних типових елементів:

- перехрестя, на яких можливий в'їзд або з'їзд із основної магістралі;
- перетинання із залізницею в одному рівні;
- стоянки транспорту;
- місця відпочинку й площадки, на яких можливе управління



в'їздом і виїздом автомобілів;

– місця інтенсивного пішохідного руху, на яких можливе регулювання взаємодії пішохідного й транспортного потоків.

Такий поділ обумовлений функціональними особливостями цих елементів. Перша група типових елементів управління дозволяє здійснювати стратегію управління в цілому, а друга – працює залежно від умов роботи основних елементів. Типізація елементів управління рухом і наведена класифікація дозволяють здійснювати автоматизацію проектування підсистеми збору інформації про умови руху, а також автоматизацію проектування підсистеми відображення інформації на дорозі, тобто керуючих впливів. Отже, вся автомобільна дорога (магістральна вулиця) представляється у вигляді набору основних типових елементів, що розміщені один за одним у певному порядку, на які накладаються другорядні типові елементи, що входять у границі перших, на основі потреби в них у тих або інших місцях дороги (рисунок 2.1) [1, с.15].

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити загальні відомості про класифікацію й типізацію елементів управління рухом.

2. Провести розділення об'єкта впровадження АСУДР на основні й другорядні типові елементи управління. Для виконання практичної роботи в якості об'єкта впровадження пропонується прийняти ділянку магістральної вулиці загальноміського значення по проспекту Леніна. Для першої підгрупи студентів приймається ділянка дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенко (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно), що наведена на рисунку 2.2. Для другої підгрупи студентів приймається ділянка дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у м. Горлівка, що наведена на рисунку 2.3.

3. Установити пікетажне розташування границь основних і другорядних типових елементів управління.

4. На підставі інформації щодо класифікації типових елементів управління, визначити й навести керуючі впливи для кожного з них на об'єкті впровадження АСУДР.

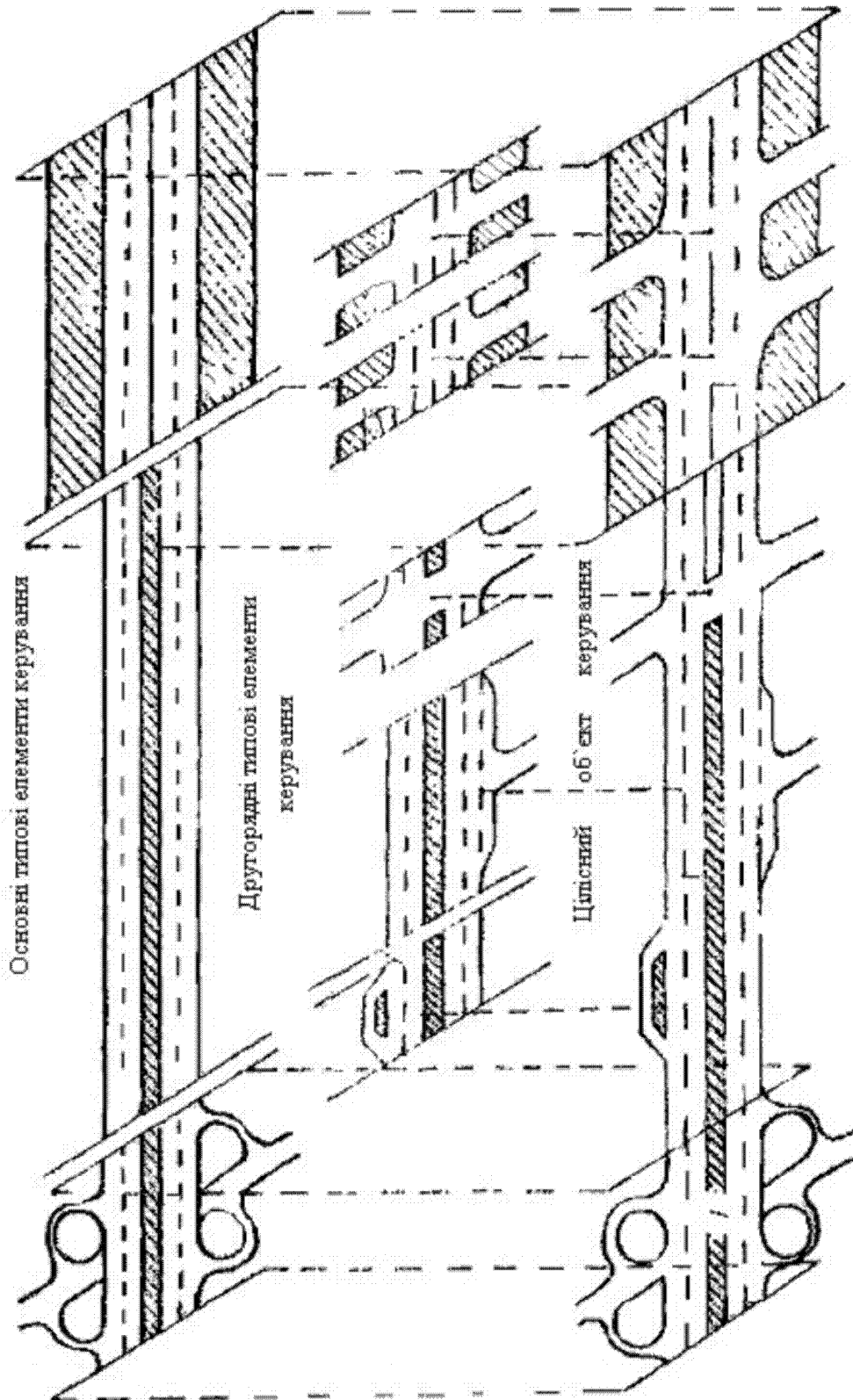


Рисунок 2.1 – Розділення цілісного об'єкта керування на основні й другорядні типові елементи

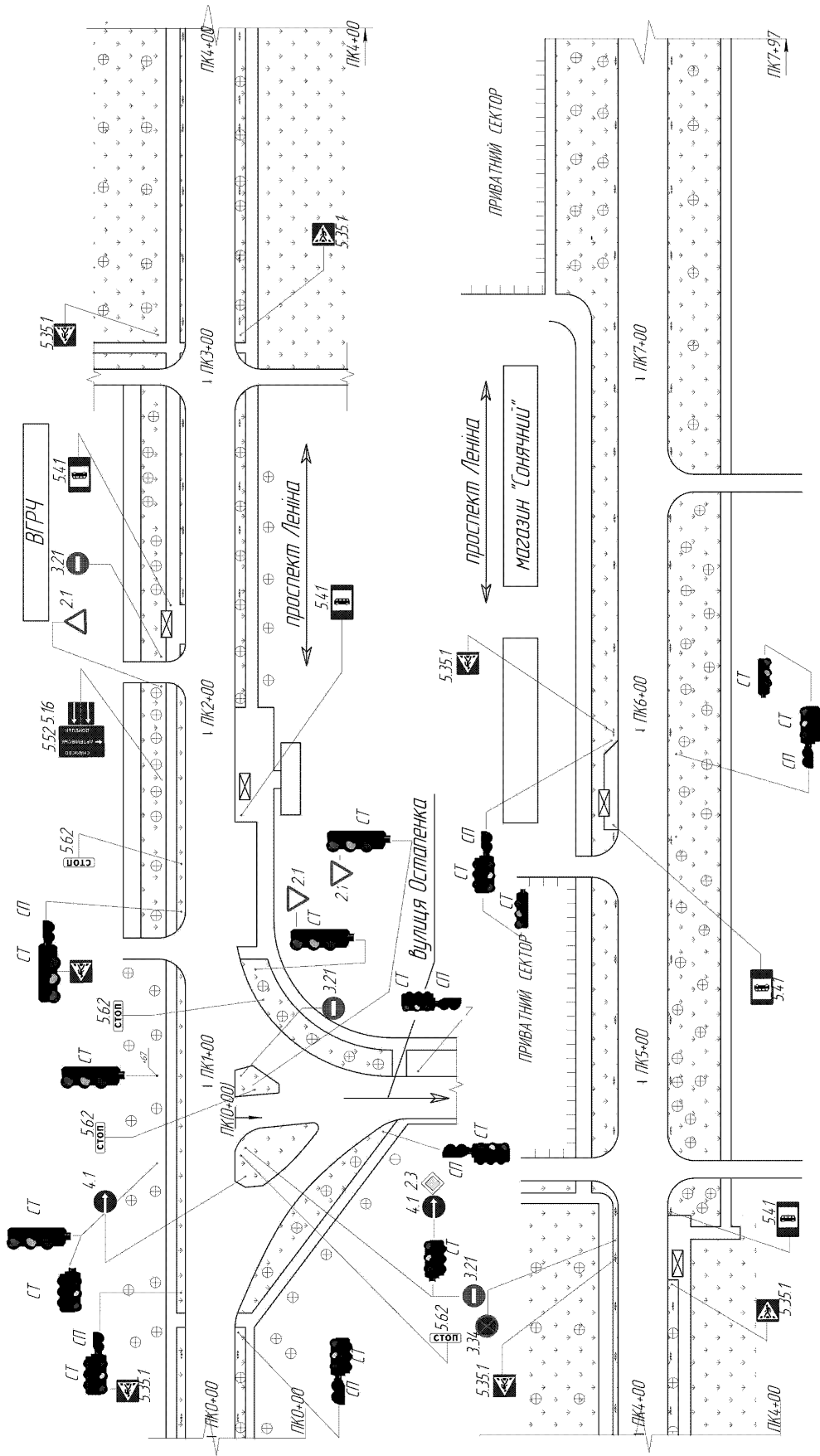
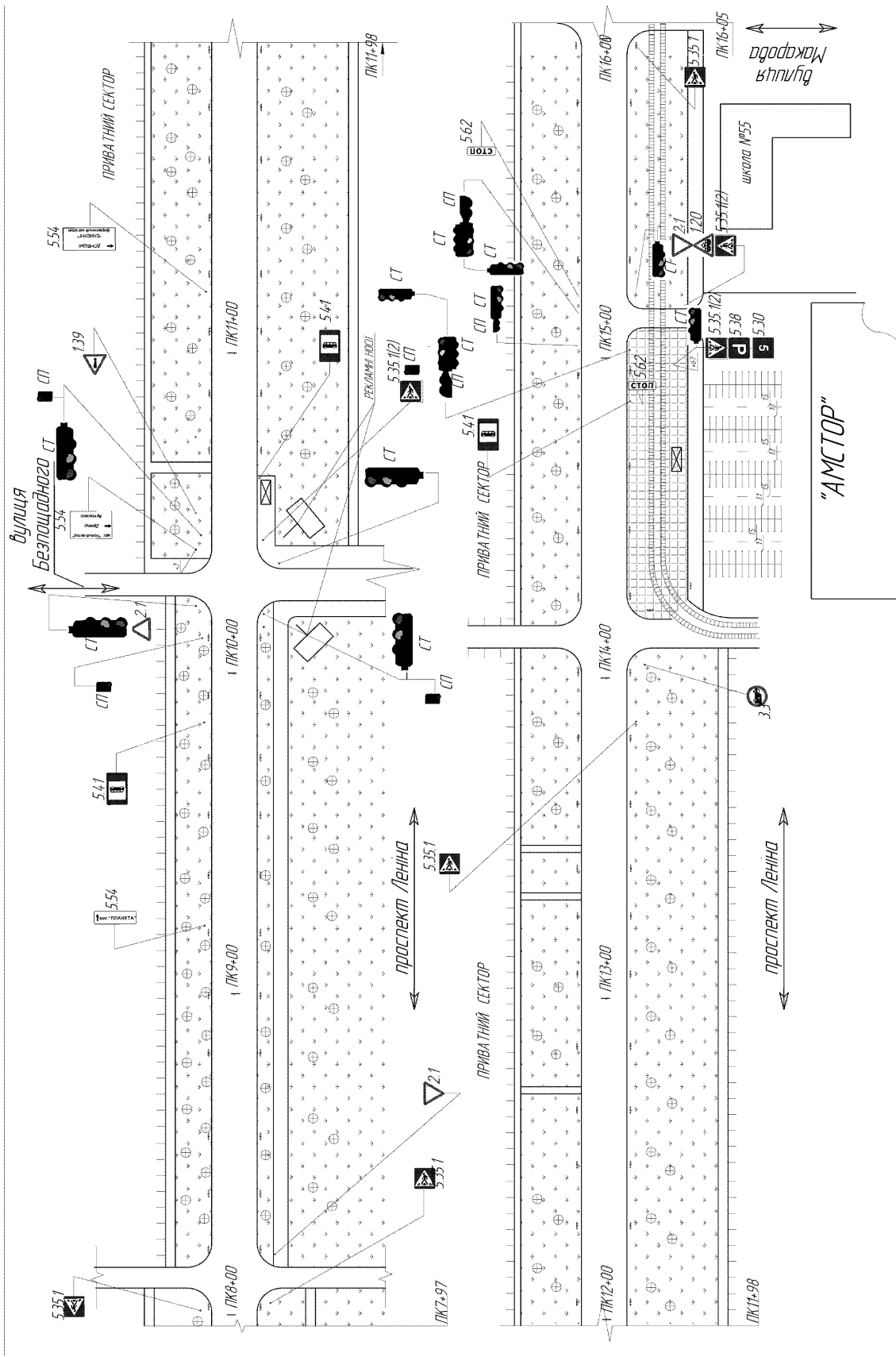


Рисунок 2.2 – Об'єкт впровадження АСУДР (магістральна вулиця загальнономіського значення по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Осташенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) у місті Горлівка)



Продовження рисунка 2.2

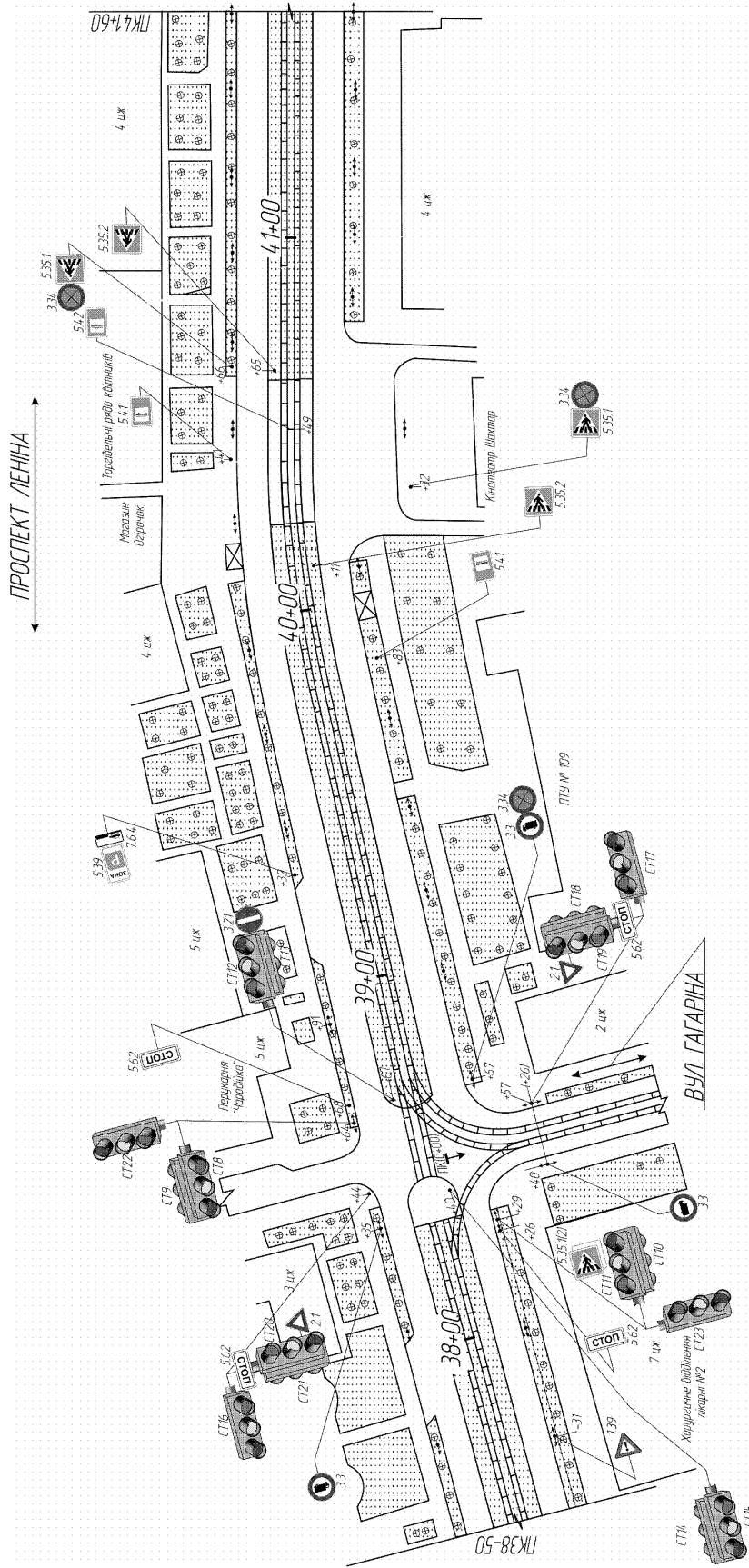


Рисунок 2.3 – Об'єкт впровадження АСУДР (магістральна вулиця загальноміського значення по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у місті Горлівка)



**Практичне заняття № 3**  
**«Визначення рівня та структури впровадження АСУДР. Вибір**  
**периферійного й центрального обладнання АСУДР»**  
**(5 годин)**

**Мета:** навчитися проводити обґрунтування рівня впровадження автоматизованої системи управління рухом, складати структурну схему АСУДР, здійснювати вибір та складати специфікацію периферійного і центрального обладнання системи.

**Загальні відомості**

*Контури автоматичного управління АСУДР*

При практичному проектуванні АСУДР реалізується кілька контурів автоматичного управління.

У контурі локального жорсткого управління, що є найнижчим, управління рухом здійснюється в зоні одного перехрестя за жорсткою, заздалегідь заданою, програмою. Програма розраховується за статистичними даними про рух. У деяких випадках може бути кілька програм, що включаються в різний час доби.

У контурі локального гнучкого управління здійснюється управління рухом не тільки на магістралі, а також у межах одного перехрестя, а тривалість сигналів світлофорів визначається за вимірюваними в реальному режимі масштабу часу параметрами транспортного потоку.

У контурі жорсткого координованого управління здійснюється синхронізація світлофорних сигналів на магістралі або в невеликому районі за жорсткою, заздалегідь заданою, програмою координації «зелена хвиля». Може бути розраховано кілька програм координації для різного часу доби. Вибір їх здійснюється або автоматично за допомогою реле часу, або диспетчером систем. Програма координації, що розраховується за статистичними даними про рух транспорту (інтенсивністю й швидкістю), орієнтована на оптимізацію показників якості функціонування транспортних потоків – на зниження затримок транспорту, зменшення кількості зупинок автомобілів, тощо.

У контурі гнучкого координованого управління здійснюються вибір і корекція програм координації за реальними параметрами транспортних потоків, що забезпечує найкраще наближення режимів функціонування АСУДР відповідно до реальних транспортних умов.

Контури ручного й диспетчерського управління реалізуються в непередбачених ситуаціях, незапрограмованих у контурах автоматичного управління. Ручне управління застосовується в зоні перехрестя постовим зі спеціальних виносних пультів. Диспетчерське управління здійснює

дистанційне управління виконавчими органами АСУДР у зоні одного перехрестя або одночасно на декількох перехрестях. Диспетчерське управління рухом на декількох перехрестях виконується, наприклад, з метою безупинного пропускання спеціальних автомобілів у так званому режимі «зелена вулиця». На підставі інформації, що надходить диспетчеру по рації або від спеціальних детекторів, про місце знаходження спеціального автомобіля й напрямок його руху, автоматично визначається час включення світлофорних сигналів, що дозволяють йому рух.

Для утворення АСУДР не обов'язкова наявність усіх відзначених комплексів і контурів управління. Компонування АСУДР залежить, насамперед, від виду об'єкта управління, а також від наявності в системі контурів управління.

### *Класифікація АСУДР*

Класифікація АСУДР, що наведена нижче, здійснюється за двома ознаками.

Перша ознака класифікації – область застосування – розрізняє системи трьох рівнів.

АСУДР першого рівня (АСУДР 1) управляють рухом на окремих перехрестях. У них можуть бути задіяні контури локального, жорсткого й гнучкого управління, а також контур ручного управління.

АСУДР другого рівня (АСУДР 2) управляють рухом на ділянці дорожньої мережі (магістралях і в невеликих районах). Крім контурів АСУДР 1, в АСУДР 2 діють контур жорсткого координованого управління, а також може бути реалізований контур диспетчерського управління.

АСУДР третього рівня (АСУДР 3) управляють рухом у великих міських районах зі складними шляхово-транспортними умовами. Як правило, у них реалізовані всі згадані вище контури управління. Частина контурів може працювати спільно, наприклад, контури гнучкого координованого управління й локального гнучкого управління. Частина контурів може бути резервними – контури жорсткого координованого й локального управління.

Друга ознака класифікації – складність функціонування – відбиває наявність у системах основних контурів управління.

За даною ознакою розрізняють наступні типи системи.

1. У системах першого рівня (АСУДР 1) – з локальним жорстким однопрограмним управлінням (АСУДР 1-1); з локальним гнучким управлінням (АСУДР 1-2); з локальним багатопрограмним управлінням (АСУДР 1-3).



2. У системах другого рівня (АСУДР 2) – із жорстким координованим управлінням (АСУДР 2-1) і з контуром диспетчерського управління (АСУДР 2-2).

3. Системи третього рівня не підрозділяють за типами, так як вони в обов'язковому порядку можуть реалізовувати всі вказані контури управління.

Відзначені вище типи систем реалізуються за допомогою набору засобів автоматизації управління дорожнім рухом, що компонуються в залежності від області застосування АСУДР. В АСУДР використовуються засоби, розроблені спеціально для даного типу систем, і засоби загальнопромислового застосування.

### *Основні складові АСУДР*

Основні складові АСУДР можна розділити на два великих комплекси:

- 1) комплекс технічних засобів;
- 2) програмні засоби.

Комплекс технічних засобів, у свою чергу, включає у свій склад наступне обладнання:

а) периферійне, що установлюється на вулично-дорожній мережі, у тому числі: детектори транспорту (ДТ), що забезпечують визначення первинної інформації про характеристики транспортних потоків (інтенсивність руху, швидкість, щільність потоків, тощо), а також виявлення в контрольованій зоні спеціального автомобіля, що оснащений пересувним комплектом апаратури пріоритетного пропуску; дорожні контролери (ДК), що призначені для перемикання світлофорної сигналізації, керованих знаків і показчиків швидкості; центральні й периферійні пристрої (блоки) обміну інформацією між ДК і пристроями керуючих пунктів (відповідно БОЩ та БОП); допоміжне й кінцеве устаткування, що включає керовані знаки (КЗН), показчики швидкості (ПШВ), пристрої для втручання людини в процес управління – табло виклику зеленого сигналу пішоходом (ТВП), виносний пульт управління світлофорною сигналізацією на перехресті для інспектора ДАІ (ВПУ);

б) пристрої керуючих пунктів (КП), призначені для організації автоматичного й диспетчерського перемикання світлофорної сигналізації, у тому числі: пульти диспетчерського контролю й управління (ПКУ), координатори (КР), що забезпечують диспетчерське й жорстке координоване управління, керовані обчислювальні комплекси (КОК), що є основним елементом у контурі гнучкого координованого управління, мнемосхеми (МнСх), що відображають процес функціонування систем;

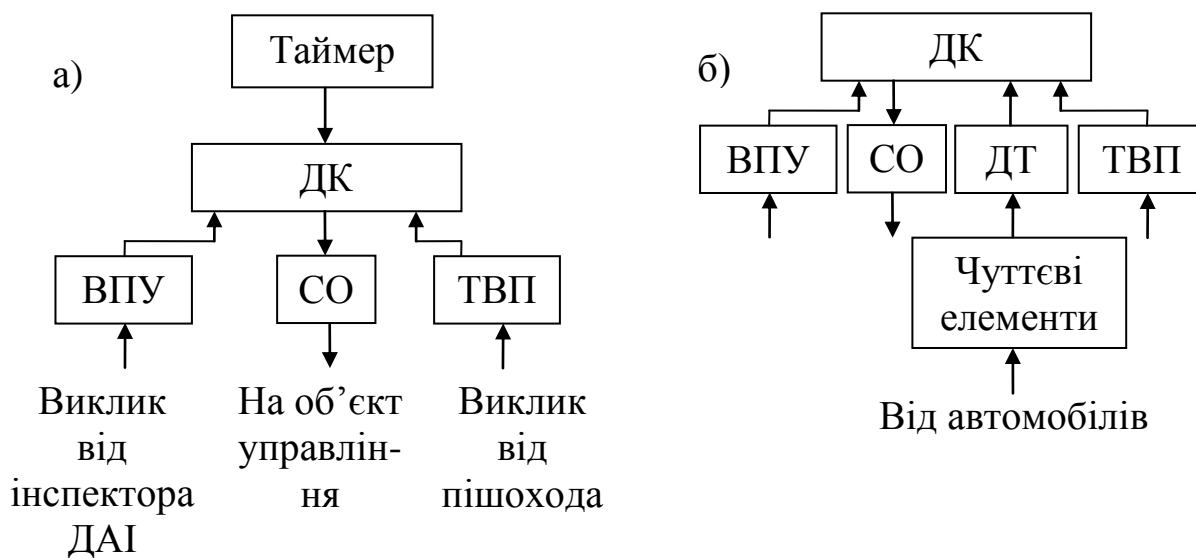
в) контрольно-діагностична апаратура (КДА), необхідна для

перевірки правильності функціонування пристроїв системи й пошуку несправності при їхніх відмовленнях.

### Структурні схеми АСУДР

Структури АСУДР розглянутих вище типів в загальному вигляді наведені на рисунках 3.1 – 3.6. Практично кожна структура вищого рівня містить у собі цілком структури нижчого рівня, що полегшує розвиток систем при ускладненні об'єкта управління. Однак можливість розвитку реалізована тільки в агрегатній системі засобів управління дорожнім рухом (АСЗ УДР).

Системи першого рівня (рисунок 3.1) виконуються на базі дорожніх контролерів (ДК) УК1, УК2 (АСУДР 1-1), лічильно-вирішуючого пристрою СПРУТ-1М, викличного пристрою управління (ВПУ) моделі УВП-2М, пішохідного викличного пристрою ПВП-2М (АСУДР 1-2). З нових систем АСЗ УДР освоєні АСУДР 1-1 на базі дорожнього контролера локального (ДКЛ), АСУДР 1-2 на базі дорожнього контролера ДКМ 4-4.



а) АСУДР 1-1; б) АСУДР 1-2

Рисунок 3.1 – Структурні схеми АСУДР

Системи, виконані на базі старих контролерів, характерні тим, що в них реалізована невелика кількість фаз переключення світлофорної сигналізації (до трьох), і зміна фаз здійснюється шляхом формування заздалегідь заданих тактів роботи світлофорів. Системи на базі АСЗ УР відрізняються можливістю багатофазного регулювання, гнучким формуванням проміжних тактів при зміні фаз.

Системи другого рівня з погляду побудови структури поділяються

на дві групи – безцентрові й з керуючим пунктом. Безцентрові системи реалізують тільки контур жорсткого програмного координованого управління зі зміною програм координації протягом доби, тобто являють собою систему АСУДР 2-1.

Існують два варіанти їхньої реалізації.

За першим варіантом синхронізація дорожніх контролерів відповідно до діючої програми координації здійснюється координатором, що функціонує в режимі, який не обслуговується. Подібним чином реалізовані телемеханічні системи координованого управління ТСКУ-4 (рисунок 3.2).

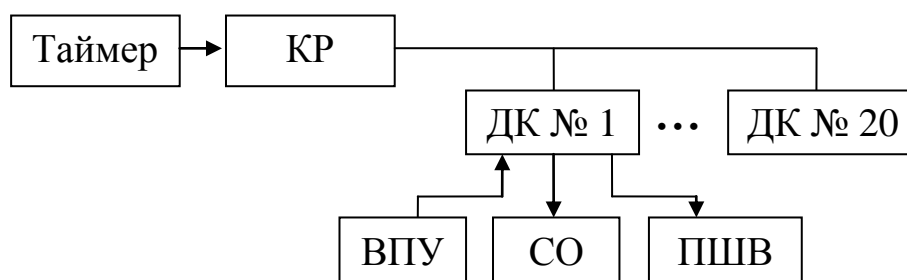


Рисунок 3.2 – Структурна схема АСУДР 2-1 на базі ТСКУ 4

За другим варіантом реалізується взаємна синхронізація дорожніх контролерів за діючою програмою координації. Другий варіант забезпечує велику надійність функціонування системи, тому що вихід одного з її елементів не призводить до втрати координації у всьому районі. За даним варіантом побудовані АСУДР 2-1 на базі дорожніх контролерів АСЗ УДР (рисунок 3.3).

Системи з керуючим пунктом додатково реалізують контур диспетчерського управління, тобто належать до типу АСУДР 2-2. У нашій країні застосовуються в цей час три типи систем другого рівня.

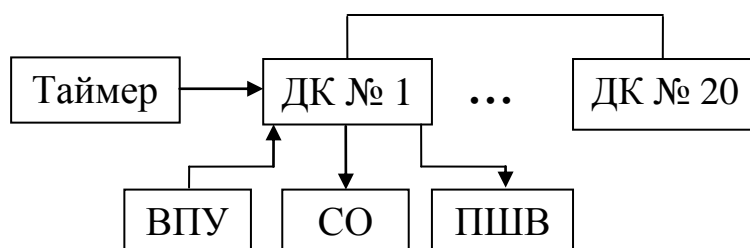


Рисунок 3.3 – Структурна схема АСУДР 2-1 на базі ДК АСЗ УДР

1. Телемеханічна система координованого управління ТСКУ-3М з диспетчерським пунктом (ДП) (рисунок 3.4). Вона забезпечує жорстке координоване управління за трьома програмами координації зі зміною їх у часі доби на магістралях або в невеликих районах, що включають у себе

до 20 перехресть. Додатково, за допомогою показників швидкості, система дозволяє інформувати водіїв про швидкість, що рекомендується при включенні «зеленої хвилі». Диспетчер з пульта управління (ПУ) може вручну зробити зміну програм координації, включити режими «зелена вулиця» на магістраль, «жовте миготіння», вимкнути світлофори.

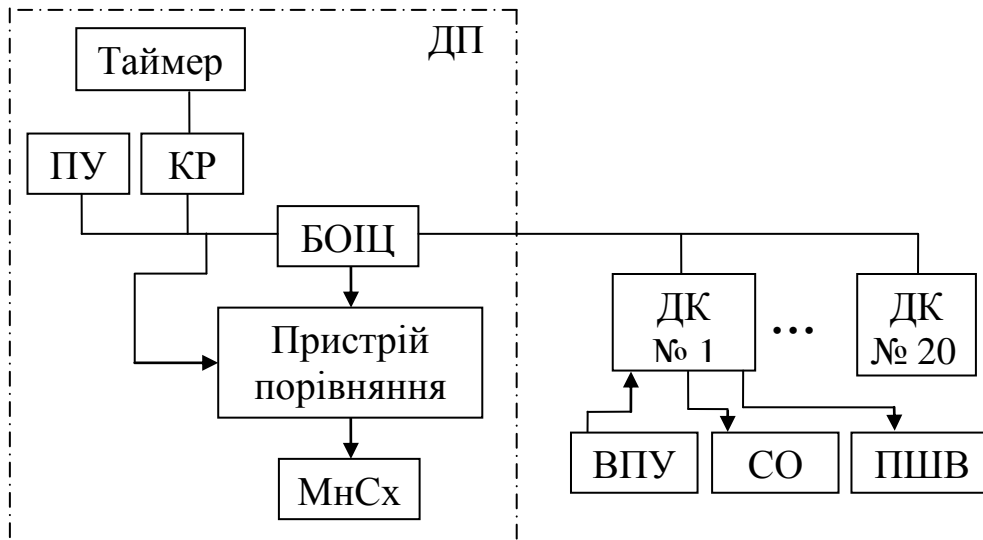


Рисунок 3.4 – Структурна схема АСУДР 2-2 на базі ТСКУ-3М

2. Автоматизована система координованого управління на групі магістралей (АСКУ). АСКУ також забезпечує жорстке координоване управління, але на декількох магістралях, причому на кожній з них може діяти своя, автономна, одна з п'яти програм координації. Вибір програм координації може здійснюватися диспетчером за часом доби або автоматично відповідно до показань детекторів транспорту, що визначають транспортне завантаження в характерних перетинах магістралей.

У названих вище системах зв'язок між ДК і керуючим пунктом (КП) в АСУДР 2-2, а також між ДК в АСУДР 2-1 здійснюється магістральним каналом – телефонною лінією, що не комутується, довжиною до 15 км, що створює в ряді випадків додаткові зручності при будівництві системи.

3. АСУДР 2-2 на базі АСЗ УДР (рисунок 3.5) є подальшим розвитком систем другого рівня й у той же час перехідним ступенем до систем третього рівня. Дані АСУДР здійснюють координоване управління в районі, що включає до 90 перехресть, за сімома планами координації зі зміною їх вручну або автоматично за часом доби.

Диспетчер має можливість здійснювати управління рухом окремо на будь-якому перехресті, включати режим «зелена вулиця» на восьми маршрутах, причому на кожному з маршрутів «зелена вулиця» включається ділянками. У системі є можливість диспетчерського управління вісьмома позиційними дорожніми знаками.

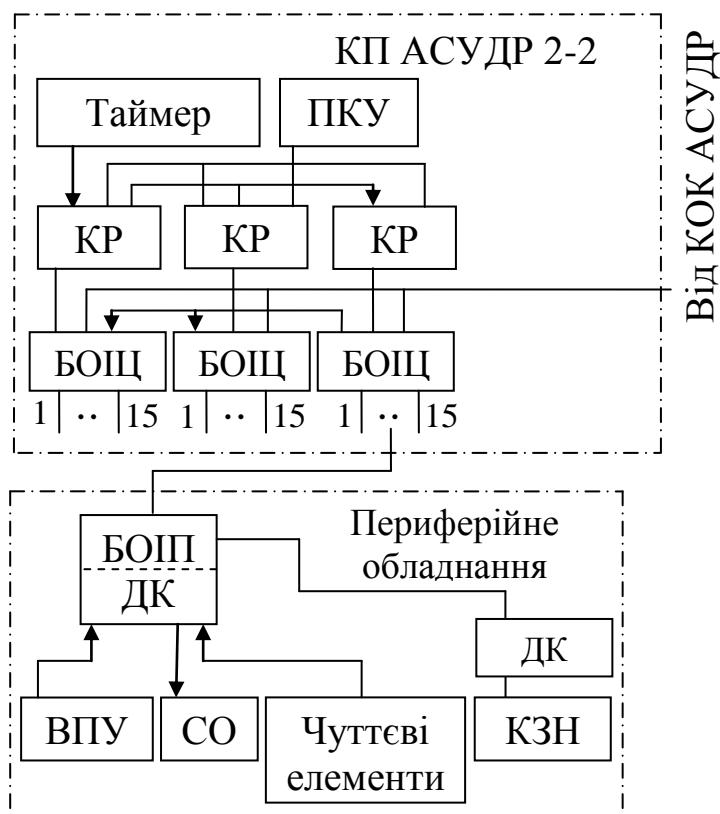


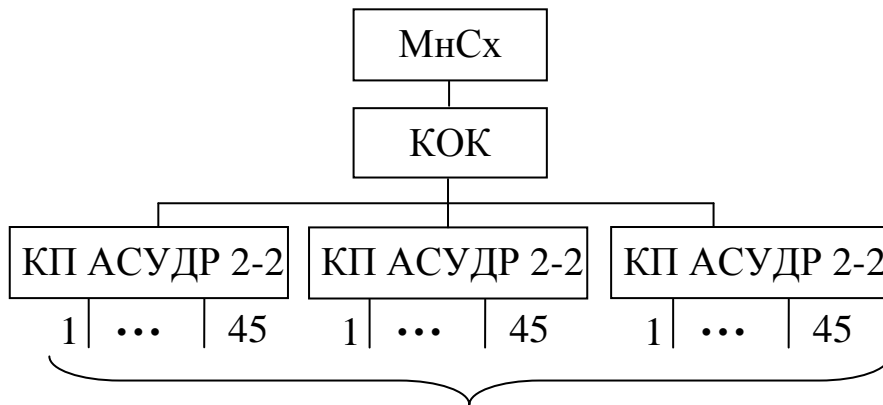
Рисунок 3.5 – Структурна схема АСУДР 2-2 на базі АСЗ УДР

Крім інформації про справність технічних засобів системи, до диспетчера доводяться відомості про перегорання червоних ламп світлофорів або конфліктних ситуацій у роботі світлофорної сигналізації. Характерна риса АСУДР 2-2 на базі АСЗ УДР – можливість одночасного функціонування двох контурів управління: основного – жорсткого координованого й допоміжного (коригувального) – локального гнучкого на кожному перехресті.

Зв'язок між керуючим пунктом і дорожніми контролерами здійснюється за радіальними каналами зв'язку – телефонними лініями довжиною до 25 км. До кожної телефонної лінії можуть бути підключені до двох ДК, або один ДК і два КЗН, або чотири КЗН.

АСУДР 2-2 на базі АСЗ УДР побудована за модульним принципом. Кожний координатор здійснює управління за 15 каналами зв'язку (до 30 ДК). Три координатори підключені до одного пульта. При необхідності координатори синхронізуються між собою.

Системи третього рівня структурно відрізняються від АСУДР 1 і АСУДР 2 наявністю в контурі гнучкого координованого управління керуючого обчислювального комплексу (КОК) (рисунок 3.6).



На периферійне обладнання АСУДР 2-2 і апаратуру пріоритетного пропуску

Рисунок 3.6 – Структурна схема АСУДР 3

Застосування керуючого обчислювального комплексу (КОК) дозволяє відмовитися від ряду спеціалізованих пристроїв керуючого пункту (координатора (КР), пульта управління (ПУ)), реалізувавши їхні функції програмним забезпеченням і типовими пристроями зв'язку з оператором. Однак така структура має великий недолік: відсутність резерву контурів гнучкого координованого й диспетчерського управління призводить до великих втрат в ефективності управління при відмовленнях КОК. Тому загальноприйнятою в АСУДР 3 є структура, де пульт диспетчерського управління й координатор утворюють незалежні контури управління, що дозволяє при відмовах КОК зберігати визначений рівень ефективності функціонування системи.

Таким чином, типова структура АСУДР 3 є природним розвитком АСУДР 2-2, шляхом рівнобіжного включення КОК у контур управління. Особливість структури АСУДР 3 – широке використання мнемосхем у контурі диспетчерського управління. Мнемосхема (МнСх) підключається до КОК і являє собою схему району управління АСУДР із установленими індикаторами режимів функціонування світлофорної сигналізації на перехрестях і завантажень транспортом вулиць і магістралей. Інша особливість АСУДР 3 – можливість введення в неї контуру автоматичного включення режиму «зелена вулиця». Ця можливість реалізується включенням у структуру апаратури пріоритетного пропуску, що складається із двох частин – пересувного (ПКА) і стаціонарного (СКА) комплектів апаратури. ПКА встановлюється на спеціальному автомобілі й при перетинанні їм контрольованого перетину вулиці передає сигнал індуктивним каналом зв'язку на СКА. Далі інформація надходить, як і від звичайного ДТ, через пристрої обміну інформацією в КОК, що автоматично включає «зелену вулицю» на ділянці виявлення спеціального автомобіля. Особливості структури АСУДР 3, розглянуті вище, характерні

для всіх типів систем, розроблених у нашій країні.

При проектуванні АСУДР використовуються базові моделі, що дозволяють створити на основі технічних засобів, що випускаються серійно, системи різної конфігурації з урахуванням характеристик конкретної вулично-дорожньої мережі й транспортних потоків.

### *Попереднє визначення рівня впровадження АСУДР*

Визначення доцільного рівня управління здійснюється за методикою НВО «Автоматика» м. Омськ на підставі таких статистичних показників як чисельність населення міста  $x_1$ , кількість транспортних засобів у місті  $x_2$ , добова інтенсивність транзитного руху через місто  $x_3$ , структура ВДМ міста. Значення існуючих параметрів використовуються для прогнозу значень цих параметрів на рік впровадження АСУДР [6].

Прогнозовані показники підраховуються за формулами:

$$x_1(t) = x_1(0)(1+l)^t, \quad (3.1)$$

$$x_2(t) = x_2(0)(1+l+p)^t, \quad (3.2)$$

$$x_3(t) = x_3(0)(1+j)^t, \quad (3.3)$$

де  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ ,  $x_3(t)$  – прогнозовані показники на рік впровадження  $t$ ;  
 $x_1(0)$ ,  $x_2(0)$ ,  $x_3(0)$  – існуючі показники за попередній рік;

$l$  – частка приросту населення в рік; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $l = 0,004$ ;

$p$  – частка приросту кількості автомобілів на 1000 мешканців; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $p = 0,002$ ;

$j$  – показник приросту інтенсивності руху на в'їздах у місто; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $j = 0,041$ ;

$x_1(0)$  – населення міста, млн чол.; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $x_1(0) = 0,29$  млн чол.;

$x_2(0)$  – кількість зареєстрованого транспорту, тис. прив. од; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $x_2(0) = 50$  тис. прив. од.;

$x_3(0)$  – сумарна добова інтенсивність руху на основних в'їздах міста, тис. прив. од/доб; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $x_3(0) = 35$  тис. прив. од/доб;

$t$  – час, на який прогнозуються показники, років; для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $t = 5$  років.

На основі обстеження середніх та малих міст була визначена емпірична залежність  $Z$ , яку доцільно використовувати для попереднього

визначення рівня АСУДР [6]:

$$Z = (0,45 + 0,35 \cdot \arctg 80^0 \cdot (x_1 - 0,04))^2 \cdot \frac{(12 + 43 \cdot x_1^{1,3} \cdot e^{(6,5 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 + \rho \cdot x_3)} \cdot (1 - 0,11 \cdot x_1^2))^2}{1000 \cdot x_1}, \quad (3.4)$$

де  $\rho$  – коефіцієнт, що враховує структуру міської мережі; для прямокутної структури міської мережі рекомендується прийняти 0,015, для лінійної – 0,01, для радіальної – 0,005, для вільної – 0,0025.

Якщо в результаті проведеного розрахунку значення  $Z \leq 2$ , то необхідно прийняти рівень АСУДР 1, якщо  $2 < Z \leq 6,5$  – рівень АСУДР 2 (якщо отримане значення  $2 < Z \leq 3,5$ , то пропонується в рамках рівня впровадження АСУДР 2 прийняти тип АСУДР 2-1, якщо  $3,5 < Z \leq 6,5$ , то – АСУДР 2-2), якщо  $Z > 6,5$ , то необхідно вибрати рівень АСУДР 3, відповідно до [6].

За формулою (3.4) робиться попереднє визначення рівня АСУДР, доцільність такого рівня впровадження АСУДР, повинна бути підтверджена розрахунками техніко-економічного обґрунтування необхідності впровадження АСУДР.

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з загальними відомостями щодо: визначення рівня та структури впровадження АСУДР, складу периферійного й центрального обладнання АСУДР.

2. Для об'єкта проектування (для першої підгрупи – ділянки вулиці по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) у місті Горлівка, для другої підгрупи – ділянка дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у м. Горлівка, що розглядалися в попередніх практичних роботах) визначити рівень впровадження автоматизованої системи управління рухом.

3. На підставі визначеного рівня впровадження АСУДР скласти попередню структурну схему системи.

4. На підставі загальних відомостей про склад периферійного й центрального обладнання системи здійснити вибір сучасної апаратури для реалізації координованого управління світлофорними об'єктами на ділянці вулиці, що розглядається. Вибір апаратури здійснити на підставі



інформації, що розміщують виробники технічних засобів АСУДР в інформаційній мережі «Internet». Пропонується звернути увагу на сайти наступних підприємств – виробників технічних засобів АСУДР:

- а) НВП «Система + Сервіс» – <http://www.komkon.ua>;
- б) ТОВ «КБ Спецтехніка» – <http://www.kb-spectech.ru>;
- в) ЗАТ «Спеценерготехніка» – <http://www.setech.ru>;
- г) АТ «Электромеханика» – <http://www.elmeh.ru>;
- д) АК «Росток-Элеком» – <http://rostok-elekom.com>;
- е) ТОВ «НПО «Автоматика-Д» – <http://avtomatika-d.omskcity.com>.

Скласти специфікацію периферійного й центрального обладнання АСУДР із вказівкою параметрів роботи й основних технічних характеристик вибраної апаратури у формі таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Специфікація периферійного й центрального обладнання АСУДР

№	Тип технічного засобу АСУДР	Назва моделі	Найменування функцій	Основні характеристики	Потужність енергоспоживання, кВт/год	Кількість, од.	Вартість, грн
Центральне обладнання АСУДР							
1							
...							
Периферійне обладнання АСУДР							
1							
...							

5. На підставі попередньо складеної структурної схеми системи і специфікації периферійного й центрального обладнання системи скласти остаточну структурну схему АСУДР.

6. Відобразити місця дислокації з вказівкою пікетажного положення периферійного обладнання системи АСУДР на схемі ділянки вулиці, що розглядається.

7. Після визначення рівня та структури впровадження АСУДР, вибору периферійного й центрального обладнання АСУДР для ділянки вулиці, що розглядається, зробити висновки щодо:

- визначеного рівня впровадження АСУДР;
- переваг та недоліків складеної структурної схеми АСУДР;
- загальної вартості периферійного та центрального обладнання АСУДР;
- загального енергоспоживання периферійного та центрального обладнання АСУДР.

**Практичне заняття № 4**  
**«Розрахунок режиму адаптивного світлофорного регулювання на примиканні»**  
**(4 години)**

**Мета:** освоїти методику розрахунку режиму адаптивного світлофорного регулювання на примиканні.

**Загальні відомості**

При організації в'їзду на автомобільну дорогу із примикань варто мати на увазі, що будь-який керуючий вплив у вигляді світлофорних сигналів або примусового зниження швидкості транспортного потоку на автомобільній дорозі в зоні примикань призводить до збільшення транспортних затримок і зниження рівня безпеки руху. Тому, управління рухом на в'їздах в АСУДР варто вводити лише в тому випадку, коли можливості саморегулювання руху транспортних засобів на в'їзді повністю вичерпані. Критерієм необхідності введення регулювання руху на в'їздах будуть певні, критичні значення інтенсивності конфліктуючих транспортних потоків на дорозі та її примиканні згідно з ДСТУ 4092–2002 «Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки» [10].

Спостережувана протягом доби зміна інтенсивності руху вимагає відповідної зміни тривалості циклу й сигналів дозволу. У протилежному випадку затримка транспортних засобів невиправдано зростає. Багатопрограмне жорстке управління сприяє зниженню затримки, однак не є оптимальним. Воно не здатно враховувати короточасні випадкові коливання в кількості автомобілів, що підходять до перехрестя.

Параметри управління повинні враховувати як добову зміну інтенсивності, так і її коливання в період часу, що розглядається (випадкове прибуття транспортних засобів до перехрестя). Це можливо при використанні адаптивного управління, що має зворотний зв'язок із транспортним потоком. Безперервний збір інформації про параметри транспортного потоку реалізується за допомогою детекторів транспорту, що розташовані у зоні перехрестя.

За способом переробки цієї інформації для локального управління одержали поширення алгоритми пошуку розриву в транспортному потоці, в напрямку дії сигналу дозволу при фіксованих значеннях керуючих параметрів (час, що визначає розрив у потоці, мінімальна й максимальна тривалість сигналу, що дозволяє рух). Сигнал дозволу перемикається на заборонний при виявленні тимчасового інтервалу між автомобілями, що прибувають до перехрестя, більшого або рівного заданому. У протилежному випадку тривалість сигналу дозволу продовжується на тривалість заданого

інтервалу.

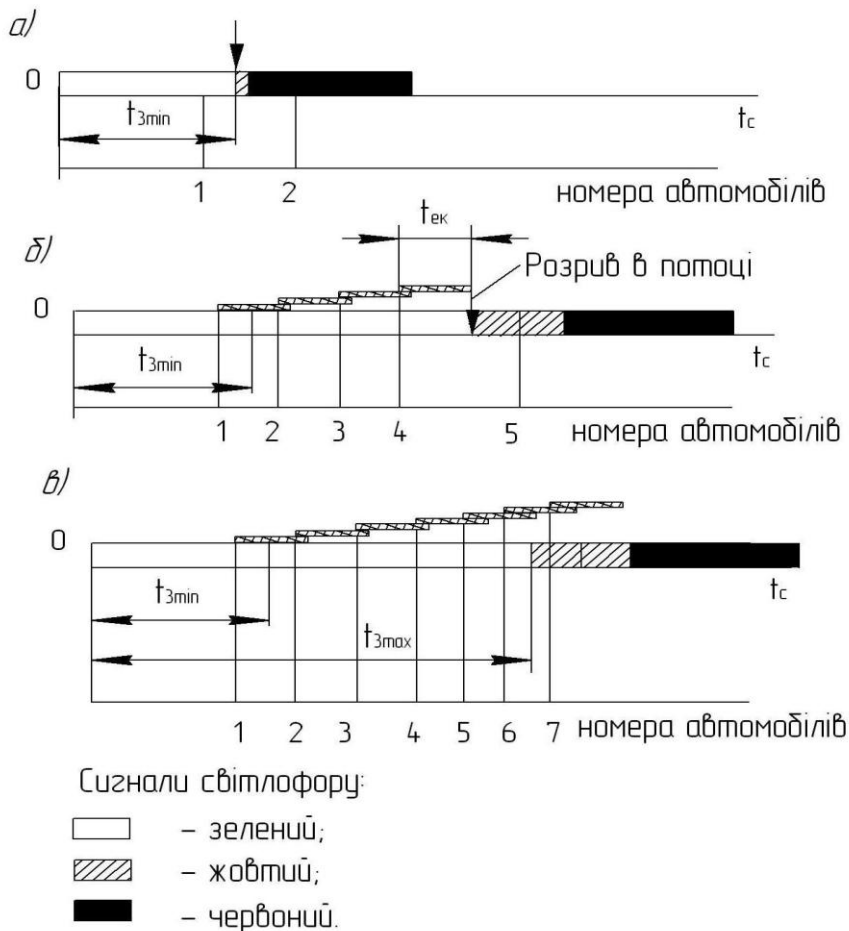
Для відпрацювання алгоритму пошуку розриву в транспортному потоці в напрямку дії сигналу дозволу при фіксованих значеннях керуючих параметрів потрібно мінімум інформації про параметри потоку. У будь-який момент часу важливий лише факт наявності або відсутності транспортних засобів на підході до перехрестя. При цьому інформація не накопичується: із прибуттям до перехрестя чергового автомобіля інформація про попередній автомобіль не потрібна. З врахуванням цього робота із зазначеного алгоритму менше піддана впливу погрішності детекторів транспорту (немає нагромадження помилок). Один детектор може бути використаний для декількох смуг, призначених для руху в певному напрямку. До переваг алгоритму відноситься також забезпечення необхідного рівня безпеки руху, тому що з появою розриву в потоці в момент вимикання сигналу дозволу є гарантія відсутності автомобіля в зоні перехрестя.

З урахуванням широкого застосування на практиці алгоритму пошуку розривів, розглянемо його більш докладно.

Основними параметрами управління, що використовуються в рамках даного алгоритму, є: мінімальна тривалість горіння зеленого сигналу світлофору,  $t_{3\min}$ ; максимальна тривалість горіння зеленого сигналу світлофору,  $t_{3\max}$ ; екіпажний час (інтервал, що визначає розрив у потоці),  $t_{ек}$ . Ці параметри заздалегідь визначають розрахунком. На всіх підходах до перехрестя встановлюють детектори транспорту. Відстань від місця їхньої установки до відповідних стоп-ліній, залежно від швидкості автомобілів знаходиться в межах 30–50 м [11].

При включенні сигналу дозволу на початку відпрацьовується тривалість  $t_{3\min}$ . Це час, необхідний для пропуску транспортних засобів, що очікували сигналу дозволу й перебували між стоп-лінією й детектором транспорту. Крім того,  $t_{3\min}$  повинно забезпечити пішоходам можливість переходу проїзної частини (мінімум до вісьової лінії).

Якщо до закінчення часу  $t_{3\min}$  у зоні детектора не з'явиться жодного автомобіля, сигнали дозволу перемикаються на заборонні (рисунок 4.1, а), тобто відбувається перехід до наступної фази регулювання. Якщо до закінчення часу  $t_{3\min}$  у зоні детектора з'явиться автомобіль, сигнал дозволу продовжується на час  $t_{ек}$ , що дозволить цьому автомобілю пройти відстань від детектора до стоп-ліній. Якщо до закінчення екіпажного часу в зоні детектора з'явиться ще один автомобіль (відсутність розриву в потоці), то починається відлік нового  $t_{ек}$  тощо. Таким чином, кожний наступний автомобіль, що проїжджає в зоні детектора до закінчення попереднього часу  $t_{ек}$ , продовжує дію сигналу дозволу. Зміна фаз відбудеться в тому випадку, коли часовий інтервал між двома автомобілями, що слідують один за одним виявиться більше екіпажного часу  $t_{ек}$  (рисунок 4.1, б).



а) зміна фаз при відсутності автомобілів протягом  $t_{3\min}$ ; б) зміна фаз при наявності розриву в потоці більше  $t_{ек}$  до закінчення  $t_{3\max}$ ; в) зміна фаз при відсутності розриву в потоці протягом  $t_{3\max}$ ; 1 – 7 – номери прибуття автомобілів в перетин дороги, де розміщені чуттєві елементи детекторів транспорту.

Рисунок 4.1 – Випадки реалізації пошуку розривів

При значній інтенсивності потоку, що прибуває до перехрестя, тимчасові інтервали між автомобілями можуть бути менше екіпажного часу протягом досить великого періоду. Це викличе невиправдане, стосовно конфліктуєчого напрямку, збільшення сигналу дозволу. Тому його тривалість не повинна перевищувати  $t_{3\max}$ . Таким чином, якщо в напрямку дії сигналу дозволу протягом  $t_{3\max}$  не буде виявлений розрив у потоці, відбувається зміна фаз (рисунок 4.1, в).

Очевидно, що при високій інтенсивності руху на всіх підходах до перехрестя (відсутність розривів у потоках) на перехресті автоматично відбудеться перехід до жорсткого регулювання з основними тактами, рівними відповідній тривалості  $t_{3\max}$ .

Даний алгоритм реалізується як при пофазному керуванні, так і при керуванні рухом за окремими напрямками незалежно від кількості смуг,

призначених для руху в певному напрямку. При пофазному керуванні, коли тривалість основного такту  $t_0$  є однаковою для всіх напрямків цієї фази, він продовжується або обмежується до  $t_{зmax}$ , якщо навіть у якомусь одному з напрямків цієї фази не виявлений розрив у потоці.

Істотного поліпшення умов руху на основному напрямку можна домогтися, використовуючи керований знак (КЗН) обмеження максимальної швидкості, як показано на рисунку 4.2 [12].

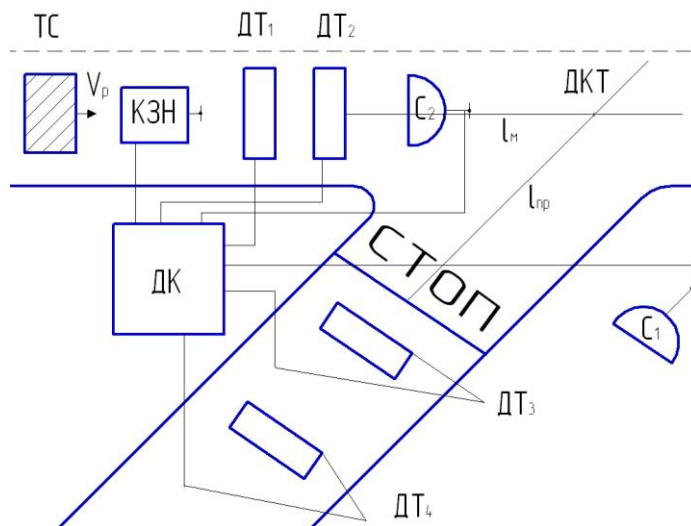


Рисунок 4.2 – Організація в'їзду з впливом на транспортний потік, що рухається в головному напрямку

При цьому детектор ДТ<sub>1</sub> служить ініціатором пошуку розриву в транспортному потоці при підході до лінії «СТОП» першого транспортного засобу. У випадку, коли досить щільний потік на основному напрямку руху й детектор ДТ<sub>1</sub> не виявляє в ньому розриву, більшого  $t_{ек}$  протягом часу  $t_{зmax}$ , контролер ДК на КЗН устанавлює обмеження швидкості руху, менше величини  $V_{рек}$ . Це приводить до того, що транспортні засоби, що пройшли цей знак з великою швидкістю, створюють штучне розрядження в ТП на основному напрямку з наступним ущільненням потоку за рахунок ефекту дії КЗН. Детектор ДТ<sub>2</sub> фіксує інтенсивність руху безпосередньо перед перехрестям і при її зменшенні до певного значення, контролер ДК включає зелений сигнал світлофора С<sub>1</sub>. Включення зеленого сигналу світлофора С<sub>2</sub> відбувається в момент часу, коли детектор ДТ<sub>2</sub> зафіксує збільшення інтенсивності руху.

Перевага такого методу регулювання – незначний вплив на потік на основній магістралі, тому що у випадку, коли обмеження швидкості менше середнього значення швидкості транспортного потоку, то її значення змінюється досить незначно.

У випадку високої інтенсивності руху на примиканні, яка визначається за допомогою ДТ<sub>3</sub>, пропонується метод регулювання в'їзду,

з використанням штучно створюваних розріджень, ущільнень транспортного потоку на основній дорозі, може не забезпечити необхідну пропускну здатність в'їзду. При цьому на примиканні утвориться черга на виїзд, що поступово буде збільшуватись. Для контролю довжини черги використовується детектор ДТ<sub>4</sub>, за сигналом якого на певний час включається червоний сигнал світлофора С<sub>2</sub>, а також зелений сигнал світлофора С<sub>1</sub>. Відбувається роз'їзд черги із примикання й збільшується затримка транспортних засобів на основному напрямку. Після роз'їзду черги схема знову працює за алгоритмом пошуку розривів у транспортному потоці на основному напрямку руху.

В якості керованих дорожніх знаків можуть використовуватися технічні засоби агрегатної системи засобів управління дорожнім рухом (АСЗ УДР). У цей час розроблені два типи керованих дорожніх знаків: трипозиційний – КЗН1 і семипозиційний КЗН2. Керовані дорожні знаки застосовуються разом із дорожнім контролером ДК 7.

Крім того, при виборі типу контролера для управління в'їздом на дорогу за алгоритмом пошуку розривів у транспортному потоці рекомендується використовувати контролери системного підпорядкування (наприклад, ДКМ 6-4, ДКМ 6-8) тому, що при цьому можливо включення локального контуру регулювання.

Алгоритм пошуку розривів у потоці, в порівнянні із жорстким управлінням, забезпечує зниження затримки на 10 – 60 %. Це багато в чому визначається завантаженням перехрестя. Висока ефективність алгоритму спостерігається при малоінтенсивному русі на всіх напрямках перехрестя, що досягається за рахунок зниження числа ненасичених напрямків руху.

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити загальні відомості щодо розрахунку режиму адаптивного світлофорного регулювання на примиканні з викликом зеленої фази на напрямку, що примикає.

2. Для ділянки дороги (в'їзд на стоянку біля магазину «Амстор» по проспекту Леніна в місті Горлівка), використовуючи план примикання (рисунок 4.3), накреслити можливі траєкторії руху транспортних засобів. Відмітити конфліктні точки пересічення траєкторій руху транспортних засобів за всіма дозволеними напрямками руху на примиканні. Визначити максимальну відстань від лінії «СТОП» основної магістралі до дальньої конфліктної точки ( $l_m$ ), а також максимальну відстань від лінії «СТОП» на примиканні до дальньої конфліктної точки ( $l_{np}$ ).



3. Визначити та обґрунтувати кількість фаз світлофорного регулювання на ділянці дороги, що розглядається, з урахуванням основних принципів пофазного роз'їзду [11, с. 47]:

- а) прагнути до мінімального числа фаз у циклі регулювання;
- б) урахувати, що допускається сполучати в одній фазі лівоповоротний потік, який конфліктує з зустрічним потоком прямого напрямку, що визначає тривалість фази, якщо інтенсивність лівоповоротного потоку не перевищує 120 авт/год;
- в) забезпечувати безконфліктний пропуск пішоходів; у крайньому випадку пішохідний і конфліктуючі з ним транспортні потоки, що повертають, можна пропускати в одній фазі, якщо інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 чол/год, а транспортних потоків, що повертають, – не перевищує 120 авт/год;
- г) не випускати з однієї й тієї ж смуги транспортні засоби, рух яких передбачено в різних фазах, тобто смуги руху закріплюють за певними фазами;
- д) прагнути до рівномірного завантаження смуг;
- е) при широкій проїзній частині (три смуги руху й більше в одному напрямку) і наявності острівців безпеки варто розглядати можливість поетапного переходу пішоходами вулиці протягом двох наступних фаз регулювання.

4. Розрахувати тривалість проміжного такту у фазах пропуску транспортних засобів відповідно на дорозі  $t_{np}^{mpm}$  й на примиканні  $t_{np}^{mpnp}$  [11]:

$$t_{np}^{mpm} = t_p + \frac{v_p}{2a} + \frac{l_m + l_a}{v_p}, \text{ с}, \quad (4.1)$$

$$t_{np}^{mpnp} = t_p + \frac{v_p}{2a} + \frac{l_{np} + l_a}{v_p}, \text{ с}, \quad (4.2)$$

де  $t_p$  – час реакції водія, с;  $t_p = 0,8 - 1,2$  с [11];

$v_p$  – розрахункова швидкість руху, м/с; приймається згідно з даними, що були отримані в практичній роботі № 1; для виконання практичної роботи в якості розрахункової швидкості руху на примикання пропонується прийняти розрахункову швидкість руху на основній магістралі;

$a$  – прискорення транспортних засобів, м/с<sup>2</sup>;  $a = 2,5 - 3,0$  м/с<sup>2</sup> [11];

$l_m$  – максимальна відстань від лінії «СТОП» основної магістралі до дальньої конфліктної точки, м;

$l_{np}$  – максимальна відстань від лінії «СТОП» на примиканні до



дальньої конфліктної точки, м;

$l_a$  – довжина «приведеного» автомобіля, м;  $l_a = 5$  м [7, с. 155].

Оскільки величини  $l_m$  і  $l_{np}$  звичайно досить великі, то при реально спостережуваних швидкостях руху значення  $t_{np}^{mpm}$  і  $t_{np}^{mpnp}$  набагато більші, ніж дозволені тривалості горіння жовтого сигналу  $t_{жс}$ . У цьому випадку для забезпечення безпечних розрахункових значень  $t_{np}^{mpm}$  і  $t_{np}^{mpnp}$  за умови збереження дозволеної тривалості горіння жовтого сигналу світлофора  $t_{жс} = 3 - 4$  с організують перехідні інтервали. Сутність перехідного інтервалу полягає в більш ранньому включенні червоного сигналу на раніше дозволеному напрямку й штучному подовженні червоного сигналу на раніше забороненому напрямку.

Розрахувати тривалість проміжного такту, необхідного для закінчення руху пішоходів через проїзну частину:

$$t_{np}^{niu} = \frac{B_{niu}}{4v_{niu}}, \text{ с,} \quad (4.3)$$

де  $v_{niu}$  – розрахункова швидкість руху пішоходів, м/с;  $v_{пш} = 1,3$  м/с [11, с. 57];

$B_{niu}$  – ширина проїзної частини, яку перетинають пішоходи в  $i$ -й фазі регулювання, м. За розрахункове значення приймається найбільша ширина проїзної частини, яку перетинають пішоходи в  $i$ -й фазі.

Якщо було прийнято рішення пропускати пішохідний і конфліктуючий з ним транспортний потік, що повертає, в одній фазі, то в якості розрахункового проміжного такту вибирають найбільше значення з  $t_{np}^{niu}$  та  $t_{np}^{mpi}$ . В якості значення  $t_{np}^{mpi}$  приймають значення тривалості проміжного такту для транспорту, що рухається на дорозі або на примиканні в даній фазі.

5. Визначити загублений час у циклі:

$$L = \sum_{i=1}^n (t_{np}^i - 1), \text{ с,} \quad (4.4)$$

де  $t_{np}^i$  – тривалість проміжного такту в  $i$ -й фазі, с;

$n$  – число фаз регулювання;

$i$  – номер фази.

6. Визначити величини потоку насичення  $M_n$  для кожної смуги руху на примиканні, що розглядається.

Для транспортного потоку, що рухається в прямому напрямку при

ширині проїзної частини  $H < 5,4$  м, для визначення величини потоку насичення користуються таблицею 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення величини потоку насичення від ширини смуги руху

$H, \text{ м}$	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
$M_n, \text{ од/год}$	1850	1875	1950	2075	2475	2700

Якщо рух на перехресті багатосмуговий, то  $M_n$  визначається для кожної смуги руху окремо відповідно до таблиці 4.1.

Якщо поворот праворуч або ліворуч виконується безконфліктно з окремої смуги,  $M_n$  залежить від радіуса повороту.

$$M_n = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{r}}, \text{ од/год}, \quad (4.5)$$

де  $r$  – радіус повороту (радіус повороту може бути приблизно визначений за планом пересічення, накресленого у масштабі), м [11 с. 54].

Якщо поворотні маневри виконуються із загальної смуги руху й частка транспортних засобів, що повертають більше 10 %, величину потоку насичення визначають за формулою:

$$M_n^* = \frac{M_n \cdot 100 \%}{\alpha + 1,75\beta + 1,25\gamma}, \text{ од/год}, \quad (4.6)$$

де  $M_n$  – значення потоку насичення, розраховане для прямого напрямку, од/год;

$\alpha$  – транспортні засоби, що рухаються прямо, %;

$\beta$  – транспортні засоби, що рухаються ліворуч, %;

$\gamma$  – транспортні засоби, що рухаються праворуч, %.

7. Використовуючи дані про розподіл інтенсивностей руху (рисунок 4.4) на примиканні (в'їзд до магазину «Амстор» по проспекту Леніна в місті Горлівка) розрахувати фазові коефіцієнти для кожної смуги руху:

$$y_i = N_i / M_{ni}, \quad (4.7)$$

де  $N_i$  – інтенсивність транспортного потоку, од/год.

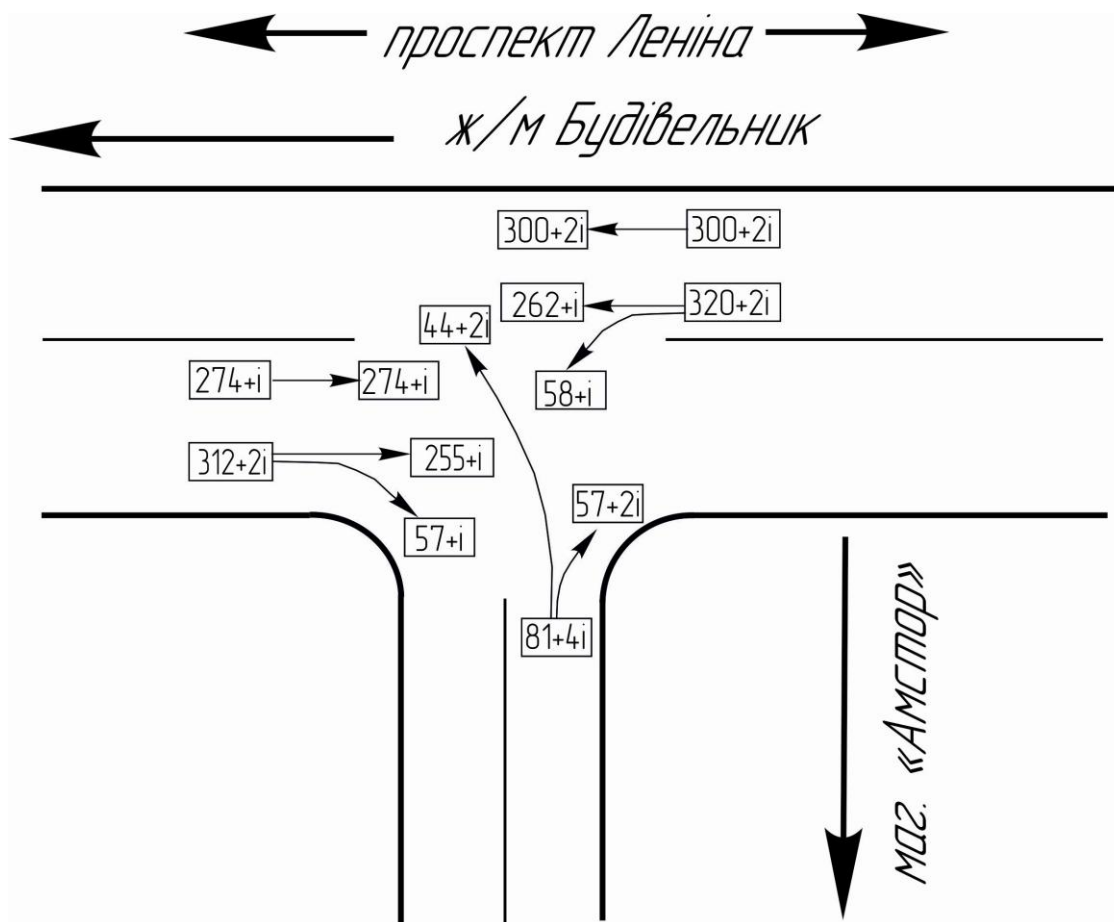


Рисунок 4.4 – Цифрограма приведених інтенсивностей руху на в'їзді до магазину «Амстор» по проспекту Леніна в місті Горлівка ( $i$  – порядковий номер студента у журналі групи)

8. Розрахувати сумарний фазовий коефіцієнт циклу:

$$Y = \sum_{i=1}^n y_{i \max} \quad , \quad (4.8)$$

де  $y_{i \max}$  – фазовий коефіцієнт найбільш завантаженого напрямку руху  $i$ -ї фази.

9. Розрахувати тривалість циклу за формулою Вебстера [11, с. 58]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5L + 5}{1 - Y} \quad , \quad \text{с.} \quad (4.9)$$

10. Визначити тривалість основних тактів  $t_o$  для кожної фази регулювання.

Час, необхідний для руху транспорту через перехрестя в  $i$ -й фазі регулювання:

$$t_o^{mp} = \frac{y_{i\max}}{Y} (T_u - L), \text{ с.} \quad (4.10)$$

Розрахункову тривалість основного такту необхідно перевірити на забезпечення пропуску ним у відповідних напрямках пішоходів та трамваїв.

Час, необхідний для пропуску пішоходів за певним напрямком, розраховують за формулою:

$$t_o^{nu} = 5 + B_{nu} / v_{nu}, \text{ с.} \quad (4.11)$$

Час необхідний для пропуску трамваїв через перехрестя, залежить від шляху, що проходить трамвай від стоп-лінії до найдальшої конфліктної точки перехрестя, та його швидкості:

$$t_o^{tramv} = [3,6(l_i + l_{mp})] / v_{mp}, \text{ с,} \quad (4.12)$$

де  $l_i$  – шлях руху трамвая від стоп-лінії до конфліктної точки із транспортними засобами, що починають рух у наступній фазі, м;

$l_{mp}$  – довжина трамвайного поїзда, м; у розрахунках може бути прийнята  $l_{mp} = 15$  м;

$v_{mp}$  – швидкість руху трамвая в зоні перехрестя, км/год; у розрахунках може бути прийнята  $v_{mp} = 20$  км/год [11, с. 59].

Якщо яке-небудь значення  $t_o^{nu}$  і (або)  $t_o^{tramv}$  більше розрахованої за формулою (4.10) тривалості відповідного основного такту для руху транспорту, то за остаточне значення приймають нову уточнену тривалість цих тактів, що дорівнює найбільшому значенню  $t_o^{nu}$  або  $t_o^{tramv}$ , але не менше 7 с. При цьому не буде оптимального співвідношення фаз в циклі регулювання, тому що порушується умова пропорційності між тривалістю основного такту  $t_o^i$  та фазовим коефіцієнтом  $y_i$ . При збільшенні значення тривалості основного такту на одному з напрямків  $t_o^i$ , в конфліктуєчому напрямку за цей час накоплюється в очікуванні сигналу дозволу більша, ніж очікувана, кількість транспортних засобів, що отримають право на рух в інших фазах, де основні такти могли залишитися без змін.

Таке порушення пропорційності не призводить до суттєвого зростання транспортної затримки, якщо розрахункові тривалості основного такту необхідні для пропуску транспорту  $t_o^{mp}$ , пішоходів  $t_o^{nu}$  або трамваїв  $t_o^{tramv}$  незначно (на 4 – 5 с) відрізняються один від одного. У

цьому випадку можна тривалість основного такту  $t_o^i$  збільшити до  $t_o^{nu}$  (або  $t_o^{mp}$ ) і відповідно збільшити тривалість циклу.

11. Провести корегування тривалості циклу світлофорного регулювання:

$$T'_c = \sum_{i=1}^n (t_o^i + t_{np}^i), \text{ с.} \quad (4.13)$$

12. Розрахувати основні параметри управління, що використовуються в рамках алгоритму пошуку розриву в транспортному потоці, а саме: мінімальну тривалість основного такту  $t_{zmin}$ , максимальну тривалість основного такту  $t_{zmax}$ , екіпажний час (інтервал, що визначає розрив у потоці)  $t_{ек}$ . Мінімальна тривалість основного такту  $t_{zmin}$  розраховується у такий спосіб:

$$t_{zmin}^{mp} = 3600n_0 / M_n, \text{ с,} \quad (4.14)$$

де  $n_0$  – число автомобілів, що очікують сигналу дозволу між стоп-лінією й детекторами транспорту, і що в середньому приходяться на смугу руху, авт.; на підставі проведених натурних обстежень в період з 01.09.2007 р. по 08.09.2007 р. рекомендується прийняти  $n_0 = 3$ ;

$M_n$  – середнє значення потоку насичення, що приходиться на одну смугу руху в даній фазі, од/год.

Якщо було прийнято рішення пропускати пішохідний і конфліктуючий з ним транспортний потік в одній фазі, то необхідно розрахувати мінімальну тривалість основного такту  $t_{zmin}$  для пропуску пішоходів та в якості розрахункового прийняти найбільше значення  $t_{zmin}$ , але не менше 7 с. Мінімальна тривалість основного такту  $t_{zmin}$ , необхідна для пропуску пішоходів, розраховується в такий спосіб:

$$t_{zmin}^{nu} = 5 + B_{nu1} / v_{nu}, \text{ с,} \quad (4.15)$$

де  $B_{nu1}$  – відстань від тротуару до острівця безпеки або лінії розмітки, що розділяє потоки протилежних напрямків, м.

Максимальна тривалість основного такту  $t_{zmax}$  розраховується в такий спосіб:

$$t_{zmax} = (1, 2 \dots 1, 3)t_o, \text{ с,} \quad (4.16)$$

де  $t_o$  – тривалість основного такту даної фази, с; у якості розрахункового приймають більше значення  $t_o$  з отриманих за формулами (5.10) – (5.12), але не менше 7 с в умовах пікового періоду годин доби.

Як видно з формули (5.16),  $t_{\text{зmax}}$  більше  $t_o$  на 20 – 30 %. Це робиться для полегшення умов руху в найбільш завантажених напрямках, з огляду на те, що висока інтенсивність руху (коли тривалий час відсутній розрив у транспортному потоці) звичайно спостерігається не на всіх підходах до перехрестя.

Протягом екіпажного часу автомобіль повинен встигнути пройти відстань від детектора транспорту до стоп-лінії. Припускаючи, що автомобіль із моменту перетинання детектора рухається до стоп-лінії з постійною швидкістю, екіпажний час розраховується в такий спосіб:

$$t_{\text{ек}} = 3,6S_{\text{ом}} / v_a, \quad (4.17)$$

де  $S_{\text{ом}}$  – відстань від місця установки детектора транспорту до стоп-лінії, м;

$v_a$  – середня швидкість руху автомобіля на підході до перехрестя (без гальмування), км/год; приймається згідно з даними, що були отримані під час виконання практичної роботи № 1.

Значення  $t_{\text{ек}}$  необхідно розрахувати для всіх напрямків даної фази регулювання та як керуючий параметр прийняти найбільше з отриманих. Звичайно  $t_{\text{ек}}$  знаходиться в межах 4 – 5 с.

При низькій інтенсивності руху, коли тривалість сигналу дозволу рідко досягає максимального значення, розрахований за цією формулою проміжний такт може виявитися надлишковим. Це пояснюється тим, що час  $t_{\text{ек}}$  частково виконує роль проміжного такту й гарантує досягнення автомобілем стоп-лінії ще при зеленому сигналі світлофора.

13. Після проведених розрахунків зробити висновок щодо остаточних значень параметрів циклу світлофорного регулювання на ділянці вулиці, що розглядається.

### Практичне заняття № 5

#### «Техніко-економічне обґрунтування необхідності впровадження АСУДР» (3 години)

**Мета:** навчитися проводити техніко-економічне обґрунтування необхідності впровадження АСУДР з метою підвищення безпеки дорожнього руху.

#### Загальні відомості

Одним з ефективних способів поліпшення дорожнього руху в містах є застосування сучасних засобів регулювання на основі використання

засобів автоматики й обчислювальної техніки, що об'єднані в єдину систему управління дорожнім рухом.

Автоматизована система управління дорожнім рухом АСУДР забезпечує економічний ефект, головним чином за рахунок мінімізації непродуктивних затримок автомобільного транспорту на регульованих перехрестях, що сприяє збільшенню середньої швидкості руху транспортних засобів, а також скороченню витрат паливно-мастильних матеріалів.

Підвищення рівня безпеки руху сприяє зменшенню кількості ДТП (дорожньо-транспортних пригод) і зменшенню ваги їх наслідків. Досвід експлуатації впроваджених АСУДР у містах дозволяє зробити висновок, що автоматизована система управління дорожнім рухом сприяє: зниженню рівня шуму на міських магістралях та зменшенню рівня загазованості навколишнього середовища.

Існуючі розрахункові методи на стадії проектування АСУДР не дають можливості кількісно визначити перераховані вище фактори. Після впровадження АСУДР в експлуатацію оцінка цих факторів може проводитися методом натуральних вимірів, а ступінь впливу АСУДР на підвищення рівня безпеки руху встановлюється на основі аналізу статистичних даних про аварійність за кілька років роботи системи.

Техніко-економічне обґрунтування необхідності впровадження АСУДР проводиться на підставі комплексного аналізу, що об'єднує наступні етапи:

- визначення первісних витрат на впровадження АСУДР;
- визначення річних експлуатаційних витрат;
- визначення розміру збитків від ДТП;
- визначення економії палива за рахунок скорочення його витрат після впровадження АСУДР;
- розрахунок підсумкового економічного ефекту.

### **Порядок виконання роботи**

#### 1. Визначити первісні витрати на впровадження АСУДР:

$$K = K_{об} + K_{бм} + K_{дор} + K_{ини} + K_{цкп} + K_{пн} , \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де  $K_{об}$  – вартість обладнання АСУДР, грн. Приймається згідно підсумкової вартості обладнання, що було запропоновано придбати в практичній роботі № 3 для ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) у місті Горлівка, що розглядалася в попередніх практичних роботах);

$K_{бм}$  – вартість будівельно-монтажних робіт, грн. Приймається згідно

кошторису будівельно-монтажного управління. У навчальних цілях пропонується прийняти як 20 % від  $K_{об}$ .

$K_{пор}$  – вартість проектно-дослідницьких робіт, грн. Приймається згідно кошторису проектно-дослідницької контори. У навчальних цілях пропонується прийняти як 10 % від  $K_{об}$ ;

$K_{ини}$  – інші витрати щодо будівництва, грн. У навчальних цілях пропонується прийняти як 5 % від  $K_{об}$ ;

$K_{ц}$  – вартість будівельно-монтажних робіт центрального керуючого пункту, грн. Приймається згідно кошторису будівельно-монтажного управління. Для ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) у місті Горлівка, що розглядалася в попередніх практичних роботах будівництво центрального керуючого пункту не передбачалося, тому для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $K_{ц} = 0$  грн;

$K_{пн}$  – вартість пусконаладжувальних робіт, грн. Приймається згідно кошторису будівельно-монтажного управління. У навчальних цілях пропонується прийняти як 10 % від  $K_{об}$ .

2. Визначити загальні річні експлуатаційні витрати:

$$C_{р. екс} = C_a + C_{пр} + C_{то} + C_{ел} + C_{лз}, \text{ грн}, \quad (5.2)$$

де  $C_a$  – амортизаційні відрахування, грн;

$C_{пр}$  – витрати на поточний ремонт та профілактичне обслуговування, грн;

$C_{то}$  – витрати на обслуговування технічних засобів системи, грн;

$C_{ел}$  – витрати на електроенергію, грн;

$C_{лз}$  – витрати на оренду ліній зв'язку, грн. Приймаються згідно тарифів, що оговорюються в договорі на оренду ліній зв'язку. У навчальних цілях рекомендується прийняти як 15 % від  $K_{об}$ .

3. Визначити амортизаційні відрахування за кожним видом обладнання відповідно до діючих норм:

$$C_a = (K_{цкп} \cdot a_{цкп} + K_{пер} \cdot a_{пер})/100, \text{ грн}, \quad (5.3)$$

де  $K_{цкп}$ ,  $K_{пер}$  – вартість обладнання, відповідно центрального керуючого пункту та периферійного обладнання, грн. Приймається згідно вартості відповідного обладнання, що було запропоновано придбати в практичній роботі № 3;

$a_{цкп}$ ,  $a_{пер}$  – норма амортизаційних відрахувань, відповідно для обладнання центрального керуючого пункту та периферійного обладнання, %; згідно [6] пропонується прийняти  $a_{цкп} = 22$  %,  $a_{пер} = 7$  %.

4. Визначити витрати на поточний ремонт та профілактичне обслуговування:



$$C_{np} = K_{об} \cdot D_m / 100, \text{ грн}, \quad (5.4)$$

де  $D_m$  – відсоток відрахувань на поточний ремонт та профілактичне обслуговування, %; згідно [6] пропонується прийняти  $D_m = 5$  %.

5. Визначити витрати на обслуговування технічних засобів системи, що складаються з витрат на заробітну платню обслуговуючого персоналу з урахуванням відрахувань у бюджет:

$$C_{то} = 12 \cdot n \cdot C_{зн} \cdot 1,3756, \text{ грн}, \quad (5.5)$$

де  $n$  – кількість обслуговуючого персоналу, чол. Рекомендується прийняти  $n = 2$  чол.;

1,3756 – коефіцієнт, що враховує витрати у бюджет. Рекомендується прийняти згідно [16];

$C_{зн}$  – середньомісячна заробітна платня, грн. Рекомендується прийняти  $C_{зн} = 1000$  грн.

6. Визначити витрати на електроенергію:

$$C_{ел} = C_{ел} \cdot P_{об} \cdot T_p \cdot K_{вм}, \text{ грн}, \quad (5.6)$$

де  $C_{ел}$  – тариф за 1 кВт/год електроенергії, грн; рекомендується прийняти  $C_{ел} = 1,08$  грн/кВт/год;

$P_{об}$  – потужність електроспоживання обладнання, кВт/год. Приймається згідно підсумкової потужності електроспоживання обладнання, яке було запропоновано придбати в практичній роботі № 3;

$T_p$  – річний фонд часу роботи обладнання системи з розрахунку 20 годин на добу. Рекомендується прийняти  $T_p = 7300$  год.;

$K_{вм}$  – коефіцієнт використання потужності електроспоживання обладнання. Рекомендується прийняти  $K_{вм} = 0,9$  [6].

7. Визначити величину річної економії від впровадження АСУДР:

$$E_p = \sum E_{np}^i + \sum E_{нас}^i + \sum E_{нал}^i + E_{дтп}, \text{ грн}, \quad (5.7)$$

де  $\sum E_{np}^i$  – величина економії від скорочення часу проїзду для кожного виду транспорту, грн;

$\sum E_{нас}^i$  – величина економії за рахунок скорочення часу перебування в дорозі пасажирів для легкового та автобусного транспорту, грн;

$\sum E_{нал}^i$  – величина економії за рахунок скорочення витрат палива для кожного виду транспорту, грн;

$E_{дтп}$  – величина економії за рахунок зниження кількості ДТП, грн.

8. Визначити величину економії за рахунок скорочення часу проїзду на магістралі координації для кожного виду транспорту:

$$\sum E_{np}^i = E_{np}^{ла} + E_{np}^{вант.а} + E_{np}^{авт}, \text{ грн}, \quad (5.8)$$

де  $E_{np}^{ла}$ ,  $E_{np}^{вант.а}$ ,  $E_{np}^{авт}$  – величина економії за рахунок скорочення часу проїзду на магістралі координації відповідно легкового, вантажного та автобусного транспорту; визначається за формулами:

$$E_{np}^{ла} = \frac{365 \cdot N_{ла} \cdot T_{ла} \cdot (T_{np}^{існ} - T_{np}^{np})}{60\eta}, \text{ грн}, \quad (5.9)$$

$$E_{np}^{вант.а} = \frac{(256 + 54K_c + 54K_n) \cdot N_{вант.а} \cdot T_{вант.а} \cdot (T_{np}^{існ} - T_{np}^{np})}{60\eta}, \text{ грн}, \quad (5.10)$$

$$E_{np}^{авт} = \frac{365 \cdot N_{авт} \cdot T_{авт} \cdot (T_{np}^{існ} - T_{np}^{np})}{60\eta}, \text{ грн}, \quad (5.11)$$

де  $N_{ла}$ ,  $N_{вант.а}$ ,  $N_{авт}$  – інтенсивність руху в годину «пік» на магістралі координації відповідно легкового, вантажного та автобусного транспорту, од/год. Приймається згідно з даними, що були отримані при виконанні практичної роботи № 1;

$T_{ла}$ ,  $T_{вант.а}$ ,  $T_{авт}$  – вартість машино-години відповідно легкового, вантажного та автобусного транспорту, грн/год. Для виконання практичної роботи пропонується прийняти  $T_{ла} = 25$  грн/год;  $T_{вант.а} = 35$  грн/год;  $T_{авт} = 50$  грн/год;

$T_{np}^{існ}$ ,  $T_{np}^{np}$  – час проїзду на магістралі координації, відповідно до та після впровадження АСУДР, хв. Значення  $T_{np}^{існ}$  приймається згідно з даними, що були отримані під час виконання практичної роботи № 1. Значення  $T_{np}^{np}$  розраховується за формулою:

$$T_{np}^{np} = T_{np}^{існ} - t_{zi}, \text{ хв}, \quad (5.12)$$

де  $t_{zi}$  – сумарні затримки тест-автомобіля на маршруті проходження під час одного проїзду, хв. Приймаються згідно з даними, що були отримані під час виконання практичної роботи № 1;

$\eta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху. Рекомендується прийняти  $\eta = 0,1$  [14];

$K_c$ ,  $K_n$  – коефіцієнт, що враховує зниження інтенсивності руху вантажних автомобілів у суботу та неділю. Рекомендується прийняти  $K_c = 0,45$ ,  $K_n = 0,41$  [6].

9. Визначити величину економії за рахунок скорочення часу перебування в дорозі пасажирів відповідно легкових автомобілів та автобусів:

$$\Sigma E_{пас}^i = E_{пас}^{ла} + E_{пас}^{авт}, \text{ грн,} \quad (5.13)$$

де  $E_{пас}^{ла}$ ,  $E_{пас}^{авт}$  – величина економії за рахунок скорочення часу перебування в шляху пасажирів відповідно легкових автомобілів та автобусів, грн, які визначаються за формулами:

$$E_{пас}^{ла} = \frac{365 \cdot N_{ла} \cdot (T_{пр}^{існ} - T_{пр}^{пр}) g_{ла} \gamma_{ла} T_{пас}}{\eta}, \text{ грн,} \quad (5.14)$$

$$E_{пас}^{авт} = \frac{365 \cdot N_{авт} \cdot (T_{пр}^{існ} - T_{пр}^{пр}) g_{авт} \gamma_{авт} T_{пас}}{\eta}, \text{ грн,} \quad (5.15)$$

де  $g_{ла}$ ,  $g_{авт}$  – середня пасажировмісність відповідно легкового автомобіля та автобусу, чол. Для виконання практичної роботи рекомендується прийняти  $g_{ла} = 4$  чол,  $g_{авт} = 65$  чол;

$\gamma_{ла}$ ,  $\gamma_{авт}$  – коефіцієнт заповнення салону відповідно легкового автомобіля та автобусу. Для виконання практичної роботи рекомендується прийняти  $\gamma_{ла} = 0,5$ ,  $\gamma_{авт} = 0,7$ ;

$T_{пас}$  – вартість однієї години перебування в шляху пасажирів, грн. Для виконання практичної роботи рекомендується прийняти  $T_{пас} = 3$  грн/год.

10. Визначити величину економії за рахунок скорочення витрат пального після впровадження АСУДР, яка досягається за рахунок вирівнювання швидкісного режиму руху:

$$\Sigma E_{пал}^i = E_{пал}^{ла} + E_{пал}^{вант.а} + E_{пал}^{авт}, \text{ грн,} \quad (5.16)$$

де  $E_{пал}^{ла}$ ,  $E_{пал}^{вант.а}$ ,  $E_{пал}^{авт}$  – величина економії за рахунок скорочення витрат пального відповідно легкового, вантажного та автобусного транспорту, грн., які розраховується за формулами:

$$E_{пал}^{ла} = M_{тп}^{ла} \cdot E_{пал}^{1т} \cdot L \cdot Ц_{пал}^{ла}, \text{ грн,} \quad (5.17)$$

$$E_{пал}^{вант.а} = M_{тп}^{вант.а} \cdot E_{пал}^{1т} \cdot L \cdot Ц_{пал}^{вант.а}, \text{ грн,} \quad (5.18)$$

$$E_{пал}^{авт} = M_{тп}^{авт} \cdot E_{пал}^{1т} \cdot L \cdot Ц_{пал}^{авт}, \text{ грн,} \quad (5.19)$$

де  $E_{нал}^{1m}$  – величина економії пального з розрахунку на одну умовну тону повної річної маси транспортного потоку на 1 км пробігу, л/ткм.

Рекомендується прийняти  $E_{нал}^{1m} = 0,008$  л/ткм;

$L$  – довжина маршруту координації, км. Приймається згідно з даними, що були отримані під час виконання практичної роботи № 1;

$\zeta_{нал}^{ла}$ ,  $\zeta_{нал}^{вант.а}$ ,  $\zeta_{нал}^{авт}$  – вартість пального, відповідно для легкового, вантажного та автобусного транспорту, грн/л. Для виконання практичної роботи рекомендується прийняти:  $\zeta_{нал}^{ла} = 11,0$  грн/л (використання в якості пального для легкових автомобілів бензину марки АІ-95);  $\zeta_{нал}^{вант.а} = 10,0$  грн/л (використання в якості пального для вантажних автомобілів дизельного палива);  $\zeta_{нал}^{авт} = 9,0$  грн/л (використання в якості пального для автобусів бензину марки А-80);

$M_{тп}^{ла}$ ,  $M_{тп}^{вант.а}$ ,  $M_{тп}^{авт}$  – повна річна маса автомобілів, що складають транспортний потік, відповідно легкового, вантажного та автобусного транспорту, т, які визначаються за формулами:

$$M_{тп}^{ла} = \frac{365 \cdot N_{ла} \cdot M_{ла}^1}{\eta}, \text{ т}, \quad (5.20)$$

$$M_{тп}^{вант.а} = \frac{(256 + 54K_c + 54K_n) \cdot N_{вант.а} \cdot M_{вант.а}^1}{\eta}, \text{ т}, \quad (5.21)$$

$$M_{тп}^{авт} = \frac{365 \cdot N_{авт} \cdot M_{авт}^1}{\eta}, \text{ т}, \quad (5.22)$$

де  $M_{ла}^1$ ,  $M_{вант.а}^1$ ,  $M_{авт}^1$  – середньозважена повна маса одного автомобіля, відповідно легкового, вантажного та автобуса, т. Рекомендується прийняти  $M_{ла}^1 = 1,0$  т,  $M_{вант.а}^1 = 5,0$  т,  $M_{авт}^1 = 8,5$  т [6].

11. Визначити величину економії за рахунок зниження кількості ДТП:

$$E_{дтп} = K_n \cdot N_{дтп} \cdot C_{дтп}, \text{ грн}, \quad (5.23)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт, що враховує зниження кількості ДТП після впровадження АСУДР. Рекомендується прийняти  $K_n = 0,1$  [6];

$N_{\text{дтп}}$  – середньорічна кількість ДТП, що сталася на магістралі координатії до впровадження АСУДР. Згідно зі статистичними даними, що були отримані у ВДАІ м. Горлівка, для ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) рекомендується прийняти  $N_{\text{дтп}} = 4$ , для ділянки дороги по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у м. Горлівка рекомендується прийняти  $N_{\text{дтп}} = 6$ ;

$C_{\text{дтп}}$  – середня вартість одного ДТП, грн. Приймається згідно зі середньостатистичними даними, для виконання практичної роботи рекомендується прийняти  $C_{\text{дтп}} = 20\,000$  грн.

12. Розрахувати величину річного економічного ефекту:

$$E_{\text{еф}} = E_p - (C_{\text{р.екс}} + E_n \cdot K), \text{ грн.} \quad (5.24)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності. Рекомендується прийняти  $E_n = 0,15$ .

13. Визначити строк окупності капітальних витрат:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_p - C_{\text{р.екс}}}, \text{ років.} \quad (5.25)$$

14. Визначити розрахунковий коефіцієнт економічної ефективності:

$$E_{\text{розр.к.е.е}} = \frac{E_p - C_{\text{р.екс}}}{K}. \quad (5.26)$$

15. На підставі проведених розрахунків економічного ефекту, строку окупності та розрахункового коефіцієнту економічної ефективності зробити висновок про доцільність впровадження АСУДР на ділянці вулиці по проспекту Леніна від перетинання з вулицею Остапенка (включно) до перетинання з вулицею Макарова (включно) або від перетинання з вулицею Гагаріна (включно) до перетинання з вулицею Першотравнева (включно) у м. Горлівка, що розглядалася в попередніх практичних роботах.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полищук В. П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах: учеб. пособие / В. П. Полищук. – К.: УМК ВО, 1990. – 55 с.
2. Печерский М. П. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах / М. П. Печерский, Б. Г. Хорович. – М.: Транспорт, 1979. – 176 с.
3. Хиладжев Е. Б. Системы и средства автоматизированного управления дорожным движением в городах / Е. Б. Хиладжев, В. С. Соколовский и др. – М.: Транспорт, 1984. – 183 с.
4. Хиладжев Е. Б. Микропроцессорная техника в управлении транспортными потоками / Е. Б. Хиладжев, В. Д. Кондратьев. – М.: Транспорт, 1987. – 175 с.
5. Иносе Х. Управление дорожным движением / Х. Иносе, Т. Хамода; пер. с англ. под ред. М. Л. Блинкина. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
6. Руководство по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления дорожным движением на базе АСС УД / под общ. ред. Г. Я. Волошина. – М.: ВНИИБД МВД СССР, 1981. – 232 с.
7. Михайленко В. И. Теоретические основы контроля и управления движением на автомобильных дорогах / В. И. Михайленко. – Харьков, ХНАДУ, 2003. – 184 с.
8. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування : ДСТУ 4100-2002. – [Чинний від 01-01-2003]. – К.: Держстандарт України, 2003. – 35 с.
9. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Правила застосування : ДСТУ 2587-94. – [Чинний від 01-07-1994]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 20 с.
10. Світлофори дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування та вимоги безпеки : ДСТУ 4092-2002. – [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2003. – 30 с.
11. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
12. А. с. № 945881. Устройство для управления въездом на главную дорогу / В. А. Магдесиев, В. И. Ересов, Б. М. Четверухин, Ю. И. Санников. Бюл. № 27, 1982.
13. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт та ін. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

14. Мельникова О. П. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Економіка організації дорожнього руху» (для студентів спеціальності 7.100401 «Організація і регулювання дорожнього руху») / О. П. Мельникова. – Горлівка: АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», 2010 – 47 с.

15. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 430 с.

16. Ткаченко Н. М. Бухгалтерський фінансовий облік на підприємствах України: підруч. для студ. екон. спец. вищ. навч. закл. – 6-е вид. / Н. М. Ткаченко. – К.: А.С.К., 2004. – 784 с.





ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

**Куниця** Анатолій Васильович  
**Обіщенко** Віталій Геннадійович  
**Меженков** Артем Володимирович  
**Самісько** Дмитро Миколайович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ  
УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ»  
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 7.07010104, 8.07010104  
«ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»)**

Підписано до випуску                    2012 р. Гарнітура Times New.  
Умов. друк. арк.                    . Зам. №                    .

---

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут  
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51  
E-mail: druknf@rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007 р.