

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
**«Автоматизована система управління на транспорті»**  
(для студентів 4 курсу усіх форм навчання  
напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології»)

Тернопіль, 2016

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизована система управління на транспорті» (для студентів 4 курсу денної форми навчання 6.070101 Транспортні технології). Укл.: Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, П.В. Попович, І.П. Вовк, О.П. Цьонь, О.С. Шевчук – Тернопіль: СтереoАрт, 2016. – 24 с.

Укладачі: Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, П.В. Попович, І.П. Вовк, О.П. Цьонь, О.С. Шевчук

Рецензент: д.т.н., проф. Ляшук О.Л.

Рекомендовано кафедрою транспортних технологій № 1 від 1.09.2016 р.

У загальній проблемі підвищення економічності, безпеки й зручності перевезень на міському пасажирському транспорті важливе місце займає впровадження автоматизованих систем керування дорожнім рухом, побудованих на базі сучасних засобів автоматики й обчислювальної техніки. Відповідно до цього фахівець в області організації і керування рухом пасажирського транспорту повинен знати принцип дії систем керування рухом, уміти зібрати вихідні дані і розрахувати основні режими їхнього функціонування, організувати ефективну експлуатацію технічних і програмних засобів.

## **Лабораторна робота 1**

### **ОБСТЕЖЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ СИТУАЦІЇ В ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ**

Мета – освоїти методику підготовки вихідних даних для розрахунку тривалості світлофорного циклу.

#### **Основні положення**

Шляхово-транспортна ситуація у транспортному вузлі (перехресті) визначається планувальними характеристиками, умовами руху (ступінь забезпечення видимості, наявність близько розташованих інженерних споруд і т.д.), наявністю засобів регулювання вуличного руху (розмітка, дорожні знаки, світлофорна сигналізація).

При обстеженні перехрестя вимірюють ширину проїзної частини. Згідно з СНіП 11-К.2-62 ширина вулиць має бути, м: магістральних - не менше 45, місцевого руху при багатоповерховій забудові - 25, при малоповерховій – 15, ширина смуги руху повинна складати, м: на швидкісних дорогах - 3,75, для вулиць місцевого значення - 3,0-3,5. смуги руху можуть бути позначені переривчастою лінією 1,5, що переходить при наближенні до стоп-лінії (розмітка 1.12) у суцільну 1.1. Найменше число смуг: для загальноміських магістралей – 4, районних магістралей - 3-4, вулиць і доріг місцевого значення - 2.

Зустрічні потоки при наявності двох чи більше смуг руху для кожного напрямку розділяють подвійною суцільною лінією 1.3 чи суцільною лінією 1.1.

На пішохідних переходах великої протяжності (ширина проїзної частини більше 14 м) доцільне влаштування острівців безпеки.

Зупиночні пункти безрейкових видів транспорту розташовують по ходу руху за пішохідними переходами і перехрестями на відстані не ближче 20 м від кута перехрестя; зупиночні пункти трамвая - на такій же відстані до перетину. Зупиночний пункт може мати заїзний карман з радіусом в'їзду і виїзду не менше 15 м, довжина посадкової площадки – 20-80 м.

Радіус заокруглення борта, що обмежує проїзну частину, повинен бути не менше 6 м для легкових автомобілів, а для повороту вантажних автомобілів і наземних видів громадського транспорту - не менше 15 м. Радіус лівого і правого поворотів розраховують, виходячи із ширини смуг руху. Якщо транспортні засоби здійснюють дворядний поворот, то повинен бути розрахований середній радіус повороту.

Умови руху на перехресті можна розділити на три групи:

- 1) добрі - відсутній вплив пішоходів і автомобілів, гарний огляд, достатня ширина проїзної частини на виході з перехрестя. У темний час доби освітлення перехрестя в межах норми. Згідно із СНіП 11-Д.5-72 у темний час доби на головних дорогах повинне бути забезпечене освітлення 15 люкс при яскравості 1 кд/м<sup>2</sup>;
- 2) погані - низька середня швидкість руху. Незадовільна рівність і зчіпні якості покриття. Відзначається вплив автомобілів, що не рухаються, наявність конфліктів з транспортними потоками при поворотному русі, пішоходів. Поганий огляд перехрестя, слабка освітленість проїзної частини;
- 3) середні - наявність характеристик з груп "добрі" і "погані" умови.

### **Порядок виконання роботи**

Роботу виконують безпосередньо на перехресті. У результаті повинні бути отримані планувальні характеристики перехрестя:

1. Виміряти ширину проїзної частини.
2. Визначити кількість смуг руху і їхню ширину.
3. Виміряти ширину тротуарів і перевірити, чи відповідає вона встановленим нормам.
4. Визначити радіуси поворотів.
5. Намітити ділянки зелених насаджень, розташування будинків та інших споруд.
6. Визначити ухил і профіль проїзної частини в районі перехрестя.
7. Зробити оцінку умов руху на перехресті
8. Скласти план транспортного вузла і вказати всі необхідні розміри.
9. Оформити звіт, що містить мету роботи, план перехрестя, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Якою може бути ширина проїзних частин вулиць і доріг?
2. Які вимоги щодо розміщення зупиночних пунктів?
3. Як визначають умови руху в транспортному вузлі?

Література: [1, 2].

## **Лабораторна робота 2**

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ І ПІШОХІДНИХ ПОТОКІВ У ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ**

Мета - вивчити технологію і придбати практичні навички вимірювання інтенсивності транспортних і пішохідних потоків експериментальним методом.

### **Основні положення**

Інтенсивність руху - одна з головних характеристик транспортних потоків. Вона визначається кількістю транспортних одиниць (ТО), що проїхали

через перетин транспортної мережі в даному напрямку за одиницю часу.

Інтенсивність транспортних і пішохідних потоків вимірюють за восьмигодинний інтервал часу в звичайний робочий день, включаючи одну годину "пік". Допускається проведення вибіркового виміру з фіксацією ТО протягом 15-30 хв. кожної години.

Інтенсивність пішохідних потоків вимірюють під час найбільш інтенсивного пішохідного руху два-три рази в день по 1,5-3 год. У середині кожної години виміри можуть проводитися по 15-30 хв.

Для проведення обстежень організують бригаду спостерігачів. Кількість спостерігачів при безупинному вимірі інтенсивності визначають з розрахунку одна людина на кожні 400-500 од./год. Для виміру інтенсивності пішохідних потоків на кожний напрямок руху пішоходів виділяють одного спостерігача. Одна зміна спостерігачів повинна безупинно працювати не більше 4 год.

Кількість спостерігачів залежить від складності транспортного вузла. Для більш складних перехресть рекомендується виділяти по одному спостерігачу на кожен напрямок руху транспортних засобів.

При проведенні обстеження спостерігачі використовують заздалегідь заготовлені бланки обліку, в які заносять всі напрямки руху, фіксують тип транспортних одиниць і їхню кількість для кожного напрямку. Кожну минулу стоп-лінію ТО фіксують у бланку у відповідній графі.

Для зручності проведення безупинного обстеження години розбивають на короткі інтервали часу (5-10 хв.).

Після завершення обстежень обробляють результати вимірів, для чого розраховують кількість приведених ТО, які проїхали в кожному напрямку.

Приведення ТО роблять залежно від їхнього динамічного габариту по кожному типу окремо:

$$N_{TE}^{PP} = N_{TE} \cdot K_{PP},$$

де  $N_{TE}^{PP}$ ,  $N_{TE}$  - кількість, відповідно, приведених ТО і ТО даного типу;  
 $K_{PP}$  - коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт приведення:

автомобіль легковий	- 1;
автомобіль вантажний	- 2;
автобус, тролейбус	- 3;
трамвай	- 3;
трамвай зчленований	- 6.

За отриманими даними визначають кількість автомобілів і пішоходів, які прямують у кожному напрямку для кожної години вимірів:

$$I_i = \frac{\sum N_{TEi}^{PP}}{T}; \quad (1)$$

$$I_{nui} = \frac{\sum N_{nui}}{T}, \quad (2)$$

де  $I_i$  - інтенсивність руху ТО, од./год;

$I_{nui}$  - інтенсивність пішохідного руху, чел./год;

$i$  - номер потоку;

$T$  - період спостережень, год;

$N_{nui}$  - кількість пішоходів в одному потоці за період спостережень.

Якщо виміри проводилися вибірково (протягом 15-30 хв.), то за отриманими даними визначають кількість ТО для кожної години.

На підставі отриманих даних будують картограму інтенсивності транспортних і пішохідних потоків і відповідно до критеріїв введення світлофорного регулювання роблять висновок про доцільність (чи недоцільність) світлофорного регулювання дорожнього руху на даному перехресті.

Світлофорну сигналізацію застосовують, якщо дотримується одна з таких умов:

- а) інтенсивність руху транспортних засобів досягає нормативної величини (табл.1);
- б) є можливість виникнення дорожньо-транспортних випадків;
- в) інтенсивність руху пішоходів досягає нормативної величини при достатній інтенсивності транспортного потоку: мінімальна інтенсивність по головній дорозі в двох напрямках складає 1000 од./год, якщо є острівець безпеки, чи 600 од./год, якщо немає острівця безпеки, а інтенсивність пішохідного потоку через цю дорогу дорівнює 150 чел./год;
- г) перехрестя включене в систему координованого регулювання.

### **Порядок виконання роботи**

1. Визначити кількість спостерігачів.
2. Заготовити бланки обліку.
3. Визначити потоки транспортних засобів і їхній напрямок, скласти схему роз'їзду ТО.
4. Виміряти інтенсивність транспортних і пішохідних потоків.
5. Обробити отримані дані, використовуючи коефіцієнти приведення і формули (1, 2).
6. Побудувати картограму інтенсивності транспортних і пішохідних потоків.
7. Скласти звіт про роботу, що повинен містити формулювання мети роботи, дані вимірів, оброблені результати, схему роз'їзду ТО, картограму інтенсивності транспортних і пішохідних потоків, висновки.

Таблиця 1

Число смуг руху в одному напрямку		Мінімальна інтенсивність руху по дорозі, од./год	
Головна (більш завантажена) дорога	Другорядна (менш завантажена) дорога	Головної в двох напрямках	Другорядної в одному найбільш завантаженому напрямку
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 чи більше	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
Те ж	2 чи більше	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

### Контрольні запитання

1. У чому полягає методика виміру інтенсивності транспортних і пішохідних потоків?
2. Як роблять вибір часу і тривалість проведення обстеження?
3. Як виконують обробку результатів вимірів і побудову картограми інтенсивності транспортних і пішохідних потоків?
4. Назвіть основні критерії доцільності введення світлофорного регулювання дорожнього руху.

Література: [3, 4].

### Лабораторна робота 3

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ВИМІР ВЕЛИЧИНИ ПОТОКІВ НАСИЧЕННЯ

Мета - вивчити технологію і придбати практичні навички виміру величини потоків насичення експериментальним методом.

## Основні положення

Потоком насичення називають максимально можливу інтенсивність транспортного потоку через перехрестя при роз'їзді на дозволяючий сигнал світлофора нескінченно довгої черги транспортних засобів.

Після включення зеленого сигналу світлофора автомобілі починають рух не відразу, а з деякою затримкою  $t_c$ , що пов'язана з реакцією водія на сигнал і розгоном автомобіля. При цьому інтенсивність руху в перетині стоп-лінії зростає і досягає постійної величини, рівної потоку насичення  $I_H$ . Після вимикання зеленого сигналу інтенсивність убуває до нуля. Затримку в русі на початку основного такту  $t_o$  називають стартовою  $t_{cm}$ . Це втрачений час у фазі, тому що практично рух тут відсутній. До втраченого часу слід віднести і проміжний такт  $t_n$  за винятком часу  $t_p$  - "прориву" на жовтий сигнал транспортних засобів, що не змогли вчасно зупинитися біля стоп-лінії.

Таким чином, рух починається пізніше моменту включення дозволяючого сигналу і закінчується пізніше моменту включення сигналу його заборони. Час, протягом якого фактично здійснюється рух, називають ефективною тривалістю фази  $t_{ef}$ .

Процес роз'їзду черги нескінченної довжини протягом фази регулювання (повністю насичена фаза) показаний на рис. 1.

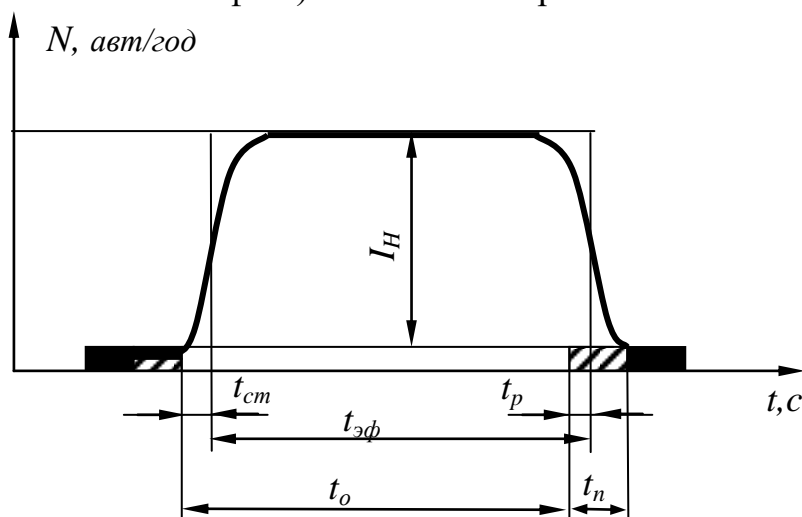


Рис. 1 –Ефективна тривалість фази регулювання

Число ТО, які залишили перехрестя в середньому протягом  $t_{ef}$ , дорівнює числу ТО, які залишили перехрестя за час фази. Тоді інтенсивність руху в перетині стоп-лінії в даному напрямку може бути представлена прямокутником з висотою  $I_H$ , основою якого є  $T_{ef}$ .

Потік насичення - показник, що залежить від багатьох факторів: ширини проїзної частини (смуги руху), поздовжнього ухилу на підходах до перехрестя, стану дорожнього покриття, видимості перехрестя водієм, наявності в зоні перехрестя пішоходів і автомобілів, що стоять і т.д.

Потік насичення для кожного напрямку даної фази регулювання визначають шляхом натуральних спостережень у періоди, коли на підході до перехрестя формуються великі черги транспортних засобів. Обліковець включає в момент появи зеленого сигналу світлофора секундомір, підраховує кількість



пройшовших стоп-лінію транспортних засобів, які рухаються в даному напрямку, виключає секундомір у момент перетину стоп-лінії останнім автомобілем черги. Отриманий результат заносять у бланк обліку. Виміри виконують кілька разів. Потік насичення визначають для даної смуги руху за формулою

$$I_{Hijk} = \frac{3600}{n} \cdot \left( \frac{m_1}{t_1} + \frac{m_2}{t_2} + \dots + \frac{m_n}{t_n} \right), \quad (3)$$

де  $I_{Hijk}$  – потік насичення для даної смуги в даній фазі і даному напрямку руху, од./год ( $k$  - номер смуги;  $j$  - номер напрямку руху);

$n$  – число вимірів;

$m$  – число транспортних одиниць, які прийшли через стоп-лінію за час  $t$ ;

$t_1, t_2, \dots, t_n$  – показання секундоміра.

### Порядок виконання роботи

1. Заготовити бланк обліку (табл. 2).

Таблиця 2

Дослід	Потік	Показання секундоміра	Перетнули стоп-лінію					Потік насичення $I_H$ , од./год
			легкові автомобілі	вантажні автомобілі	автобуси; тролейбуси	трамваї	двовагонних трамваїв	

2. Виміряти потік насичення.

2.1. Одночасно з появою зеленого сигналу включити секундомір і реєструвати по видах транспортні засоби, які перетинають стоп-лінію і рухаються по одній із смуг.

2.2. Виключити секундомір у момент перетину стоп-лінії останнім автомобілем черги, якщо автомобілі, що стоять у черзі, не встигають перетнути стоп-лінію, то секундомір слід виключити одночасно з вимиканням зеленого сигналу.

2.3. Записати показання секундоміра і підрахувати число проїхавших за цей час ТО.

2.4. Повторити виміри 10 разів (при довгій черзі на смузі, що складається з 10-15 автомобілів і більше, можна обмежитися 3-5 вимірами).

2.5. Визначити потік насичення  $I_H$  для даної смуги руху за формулою (3).

2.6. Повторити операції, перераховані в п. 1-5, для кожної із смуг, що залишилися, розглянутого напрямку даної фази. Просумувати отримані результати, одержати показник  $I_H$  - потік насичення для одного з напрямків даної фази.

2.7. Визначити потік насичення за вищевикладеною методикою для інших напрямків розглянутої фази, а також для всіх напрямків руху інших фаз регулювання.

3. Скласти звіт про роботу, що містить формулювання мети роботи, дані виміри, оброблені результати, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Надайте визначення потоку насичення.
2. Які фактори впливають на величину потоку насичення?
3. Зробіть порівняльний аналіз аналітичного та експериментального методів визначення величини потоків насичення.

Література: [3].

## **Лабораторна робота 4**

### **ВИМІР ШВИДКОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ОДИНИЦЬ СТАЦІОНАРНИМИ СПОСТЕРІГАЧАМИ**

Мета - вивчити методику і придбати практичні навички виміру швидкості руху ТО.

#### **Основні положення**

Швидкість руху - характеристика транспортного потоку, вона визначається відстанню, яку автомобіль долає за одиницю часу.

Швидкість руху на даному відрізку в деякий момент часу називають миттєвою. Вона залежить від динамічних якостей автомобіля, умов руху, психофізіологічних особливостей водія, погоди та інших факторів.

Швидкість руху вимірюють вибіркоким методом (для кожної  $n$ -ї машини). Тривалість вимірів визначається їхньою необхідною кількістю (50-100).

Для проведення вимірів потрібні два-три спостерігачі. Останні використовують бланк, в якому фіксують тип ТО і час проїзду базової відстані (між двома задалегідь визначеними точками). Базова відстань визначається спостерігачами за умов вільного проходження ТО (тобто на цій ділянці не повинно бути зупинок транспорту, не повинен позначатися вплив світлофора, яких-небудь інших перешкод), зручності видимості, наявності добрих орієнтирів початку і кінця ділянки. Орієнтовно базову відстань вибирають  $l_0 = 50-100$  м. Проїзд через перетин повинен фіксуватися на початку і кінці ділянки однаково, наприклад по передньому буферу автомобіля.

Один спостерігач розташовується на початку базової ділянки, двоє - наприкінці. Перший непомітно для водіїв дає відмашку прапорцем чи рукою при проїзді ТО через перетин дороги; другий за цим сигналом включає секундомір і виключає його при проїзді ТО через кінцевий перетин ділянки; третій записує результат виміру (функції другого і третього спостерігача можна об'єднати).

Виміри закінчують, якщо набрана необхідна кількість дослідів по кожному типу ТО (не менше 10).

При обробці даних вимірів визначають швидкість кожної ТО:

$$V_{ij} = \frac{l_0}{t_0}, \quad (4)$$

де  $l_0$  – величина базової відстані, м;

$t_0$  – час проїзду, с.

Для кожного типу ТО встановлюють середні значення швидкостей руху, після чого розраховують середнє значення швидкості транспортного потоку  $\bar{V}$ :

$$\bar{V}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} V_{ij}}{n_i}; \quad (5)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} V_{ij}}{\sum_{i=1}^k \Pi_i}, \quad (6)$$

де  $V_{ij}$  – швидкість  $j$ -ї машини  $i$ -го типу;

$n_i$  – кількість ТО  $i$ -го типу;

$k$  – кількість типів ТО, що розрізняються.

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками з виконання роботи.
2. Заготовити бланки обліку (табл.3).

Таблиця 3

Базова відстань: \_\_\_\_\_ м

Вимір	Тип ТО	Час проходження базової відстані, с	Швидкість ТО, м/с
-------	--------	-------------------------------------	-------------------

3. Визначити  $l_0$  і записати в бланк обліку.
4. Використовуючи секундомір, виміряти час проходження кожної ТО базової відстані. Кількість вимірів по кожному типу ТО не повинне бути менше 10.
5. Визначити швидкість руху кожної ТО за формулою (4).
6. За формулами (5, 6) визначити швидкість руху для кожного типу ТО (результати звести в табл.4) і середнє значення швидкості транспортного потоку.

Таблиця 4

Тип ТО	Легковий	Вантажний	Трамвай	Тролейбус	Автобус
Середня швидкість руху					

7. Скласти звіт про роботу, що містить формулювання мети роботи, дані вимірів, розрахунки, висновки.

### Контрольні запитання

1. Як визначають швидкість руху ТО стаціонарними спостерігачами?
2. Які фактори впливають на швидкість руху?
3. Як робиться вибір місця спостереження?

Література: [3, 4].

## Лабораторна робота 5

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАТРИМКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ

Мета - освоїти методику експериментального вимірювання величини затримки транспортних засобів у транспортному вузлі.

#### Основні положення

Основні показники ефективності керування рухом транспортними засобами: число і вага дорожньо-транспортних випадків, пропускна здатність вулично-дорожньої мережі, транспортні затримки, число зупинок транспортних засобів, довжина черг перед перехрестями, швидкість повідомлення, ступінь загазованості навколишнього середовища і рівень шуму.

Критерій якості організації руху на перехресті - мінімальна сумарна затримка транспортних засобів, що виїжджають із усіх напрямків.

Затримки транспорту виникають на регульованих і нерегульованих перехрестях. Затримка транспорту на регульованих перехрестях залежить від режиму роботи світлофорної сигналізації і виникає на головних і другорядних дорогах внаслідок дії забороняючого сигналу. На нерегульованих перехрестях мають затримку транспортні засоби, які рухаються по другорядній дорозі, у випадку, коли вони зобов'язані пропустити транспортні засоби, що рухаються по головній дорозі.

Для кожного перехрестя при заданих значеннях умов руху обсяг транспортних затримок може бути охарактеризований середньою сумарною величиною  $T_{зам}$  і середньою затримкою одного автомобіля  $t_{зам}$ . Якщо для  $j$ -го напрямку руху через перехрестя протягом деякого інтервалу часу, наприклад години, інтенсивність руху  $N_j$ , а середня затримка автомобіля  $t_{замj}$ , то середня сумарна затримка в цьому напрямку

$$T_{замj} = N_j \cdot t_{замj}, \quad (7)$$

звідси для всіх напрямків руху

$$T_{зам} = \sum_1^m N_j \cdot t_{замj}, \quad (8)$$

де  $m$  - число напрямків руху через перехрестя.

Величину транспортних затримок можна визначити аналітичним (розрахунковим) методом і експериментально.

Розповсюдження одержали прості експериментальні методи, що не вимагають спеціального апаратурного забезпечення. Один з них заснований на підрахунку стоячих автомобілів  $n_{cm}$  на вході перехрестя через рівні, досить малі проміжки часу  $\delta$ . Середня затримка автомобіля

$$t_{замj} = \delta \sum_1^n n_{cmi} / n_{np}, \quad (9)$$

де  $n$  – число вимірів, виконаних за певний період спостережень;

$n_{np}$  – число автомобілів, які проїхали перехрестя за той же період;

$j$  – номер напрямку руху;

$i$  – номер виміру.

Звичайно рекомендується підраховувати автомобілі, які стоять, кожні 15 с протягом п'ятихвилинного періоду спостережень. Точність визначення затримки істотно підвищується при зменшенні проміжку часу  $\delta$ .

### Порядок виконання роботи

1. Виміряти затримку транспортних засобів.

1.1. У визначений час спостережень підрахувати число автомобілів, які стоять на розглянутому підході до перехрестя в чеканні проїзду.

1.2. Повторювати підрахунки через кожні 15с протягом 5хв (автомобілі, що коштують більш 15с, враховувати двічі, тричі і т.д.).

1.3. Протягом зазначених 5хв вести реєстрацію загального числа автомобілів, що пройшли перехрестя в даному напрямку (у тому числі і без зупинок).

1.4. Дані підрахунків звести в табл.5.

Таблиця 5

Час спостережень	Число автомобілів, які стоять на даному підході до перехрестя в певні моменти часу, с				Загальне число автомобілів, які проїхали через перехрестя з розглянутого підходу
	0	15	30	45	

1.5. Визначити середню затримку автомобіля в даному напрямку перехрестя за формулою (9).

1.6. Виконати аналогічні операції для інших напрямків.

2. Скласти звіт про роботу, що містить формулювання мети роботи, дані вимірів, розрахунки, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Які можуть бути показники ефективності керування рухом у транспортному вузлі?
2. Від чого залежить величина затримки транспортних засобів на регульованих перехрестях?
3. Які існують методи визначення величини затримки транспортних засобів?

Література: [3].

### **Лабораторна робота 6**

#### **ДОРОЖНІЙ КОНТРОЛЕР УК - 2**

Мета - вивчити принцип дії, пристрій і режими роботи локального дорожнього контролера.

#### **Основні положення**

Локальний дорожній контролер типу УК-2 (рис. 2) призначений для автоматичного переключення по одній, двом програмам сигналів світлофорів. Режими роботи контролера:

- 1) "П1" - "Програма 1" - основна добова програма при дво- або трифазній схемі організації руху транспорту на перехрестях;
- 2) "П2" - "Програма 2" - друга добова програма;
- 3) "ЖМ" - "Жовте миготіння";
- 4) "ЗХ" - "Зелена хвиля" - фіксований режим при наявності джерела синхронізуючих імпульсів і сполучної лінії між контролером і цим джерелом.

Основні технологічні дані контролера:

- тривалість основних тактів 8-50с;
- тривалість проміжних тактів 2-13с;
- потужність, комутована в такті навантаження, 2 кВт;
- маса контролера 45кг.

Контролер може працювати й у режимі ручного керування при підключенні до нього виносного пульта керування (ВПК).

Основні функціональні вузли контролера - програмно-логічний пристрій (ПЛП) і виконавчий пристрій (ВП). ПЛП формує тривалості основних і проміжних тактів, по закінченні яких надходять команди у ВП контролера про переключення сигналів світлофора.

Основа побудови ПЛП - лічильно-перемикаюча схема, що складається з генератора, лічильника імпульсів, задатчика часу, задатчика імпульсів і формувальника сигналів переключення тактів. Імпульси напруги, вироблювані генератором, надходять на вхід двоїчного лічильника імпульсів ПЛП. Число, до якого повинен дорахувати лічильник, задається заздалегідь при налаштуванні контролера задатчиком часу. У такий спосіб формуються інтервали часу, рівні тривалості тактів. Як тільки лічильник досягає заданого числа, що

визначає тривалість такту, на його виході з'явиться сигнал, за яким формувальник сигналів переключення виробляє сигнали включення наступного такту.

Задатчик часу виведений на лицьову панель і являє собою комутатор, на якому за допомогою перемичок запаюється необхідна тривалість тактів. Дискретність установки тривалістю 2с.

При подачі на контролер напруги живлення за допомогою схеми автозапуску ПЛП відбувається спрацьовування реле Р2, що включає перший проміжний такт. Подальше циклічне переключення тактів здійснюється автоматично за заданою програмою. Реле Р3, Р5 і Р7 включають лампи, що повинні горіти відповідно в першому, другому і третьому основних тактах.

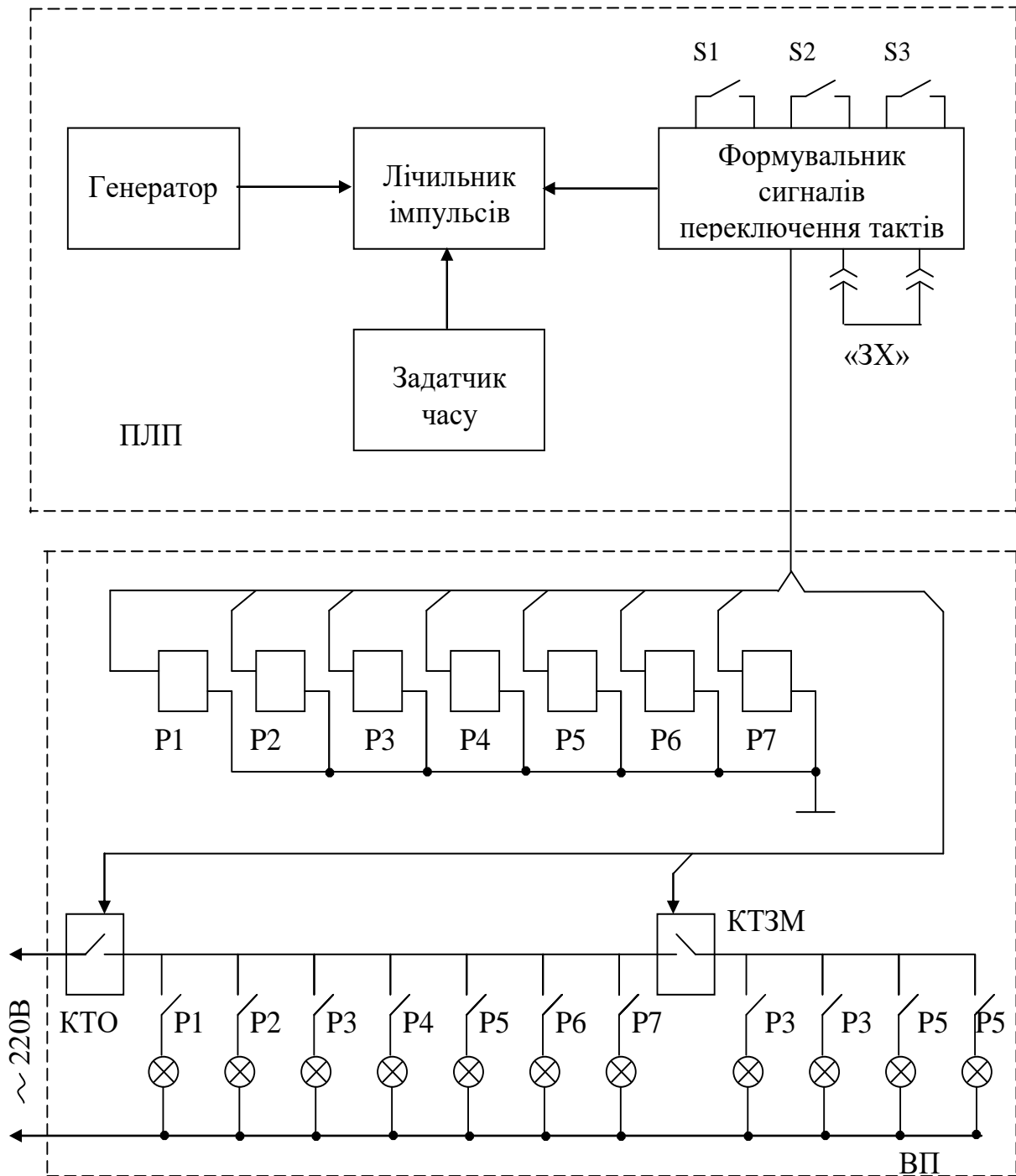


Рис. 2 – Функціональна система контролера УК - 2

Реле Р4 і Р5 включають лампи відповідно другого і третього проміжних тактів.

При переведенні контролера в режим "ЖМ" з реле Р2-Р7 знімається напруга живлення і спрацьовує реле Р1.

Ключ тиристорний основної (КТО), призначений для відключення навантаження (ламп світлофорів) на час переключення контактів реле Р2-Р7 при переході від одного такту руху до іншого і для комутації навантаження в режимі "ЖМ".

Ключ тиристорний зеленого миготіння (КТЗМ), призначений для комутації зелених ламп світлофорів на час, заданий ПЛУ. Миготіння ламп світлофорів, підключених до виділених контактів реле Р3, Р5 відбувається тільки наприкінці першої і другої фаз.

### Опис лабораторної установки

Лабораторна установка складається з дорожнього контролера типу УК - 2 і двох світлофорів, що відображають сигнал керування дорожнім рухом по двох пересічних вулицях (дорогах).

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання роботи.
2. Установити перемикач *S1* у положення "Програма", а *S2* - у положення "П1". Включити контролер і виконати за допомогою секундоміра три виміри тривалості тактів світлофорного циклу першої програми. Результати записати в табл.6.

Таблиця 6

Програма	Вимір	Час, с				
		$T_{o1}$	$T_{пром1}$	$T_{o2}$	$T_{пром2}$	$T_{\zeta}$

3. Перевести перемикач *S2* у положення "П2" і повторити п. 2 для другої програми.
4. Обчислити середні арифметичні значення тривалості тактів і циклу.
5. Розрахувати середні затримки транспортних засобів на перехресті для кожної програми за формулою

$$t_{затм} = \frac{T_{\zeta} - t_{oi}}{2}, \quad (10)$$

6. Побудувати діаграми світлофорних циклів.
7. Перевести контролер у режим жовтого миготіння і виміряти частоту включення жовтого сигналу на світлофорі. Для цього протягом періоду виміру  $\tau = 1$  хв. підрахувати кількість включень жовтого сигналу і результати записати в табл. 7. Виконати виміри не менше трьох разів.



Таблиця 7

Вимір	Період $\tau$ , с	Число включення $n$ , вкл./хв.	Частота включень, Гц
-------	-------------------	-----------------------------------	----------------------

8. Розрахувати частоту включень

$$f = \frac{n}{\tau}, \quad (11)$$

де  $n$  - число зареєстрованих включень жовтого сигналу за період  $\tau$ .

9. Скласти звіт про роботу, що повинен містити формулювання мети роботи, функціональну схему контролера УК-2, таблиці вимірів, результати розрахунків і діаграми світлофорних циклів.

### Контрольні запитання

1. Яку структуру має світлофорний цикл?
2. Що таке ефективний час фази?
3. Які основні принципи організації пофазного роз'їзду транспортних засобів?
4. Які види режимів керування світлофорною сигналізацією реалізує дорожній контролер типу УК-2?
5. У чому полягає принцип дії дорожнього контролера типу УК-2?

Література: [3].

## Лабораторна робота 7

### ДОРОЖНІ КОНТРОЛЕРИ АСЗ-КД

Мета - вивчити режими роботи і принципи компонування дорожніх контролерів типу ДКМ агрегатної системи засобів керування дорожнім рухом.

#### Основні положення

Дорожні контролери типу ДКМ (рис. 3) призначені для керування дорожнім рухом на перехрестях вулиць і доріг.

Контролери будують за блоковим принципом і компонують у шафі типу ШК7. Функціональні блоки контролерів вказані в табл. 8. Елементна база всіх контролерів - інтегральні мікросхеми 133 і 155 серій.

Блок керування світлофорним об'єктом (БКСО) переключає фази, приймає сигнали виклику фаз, включає режим "ЖМ", відпрацьовує резервну програму, контролює конфліктні ситуації, відпрацьовує проміжні такти та ін.

Блок переключення світлофорних сигналів (БПСС) переключає лампи світлофорного об'єкта, контролює перегорання ламп червоних сигналів та ін.

Блок місцевого гнучкого регулювання (БМГР) формує сигнали виклику фаз залежно від сигналів запиту транспорту і пішоходів за алгоритмом пошуку розриву в транспортному потоці з обмеженням .

Таблиця 8

Тип контролера	Блок									
	БКСО	БПСС	БЗТ	БВСП	БОІП	БМГР	БПУ6	БПУ9	ДТП1	БУЗ
ДКЛ	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-
ДКЛ 2С-4	1	2	-	1	-	-	1	1	-	-
ДКЛ 4-4	1	2	-	-	-	1	1	1	1	-
ДКЛ 5-4	1	2	1	-	1	-	2	-	-	-
ДКЛ 6-4	1	2	1	-	1	1	2	1	1	-
ДКЛ 6-8	1	4	1	-	1	1	2	1	1	-
ДК-7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1

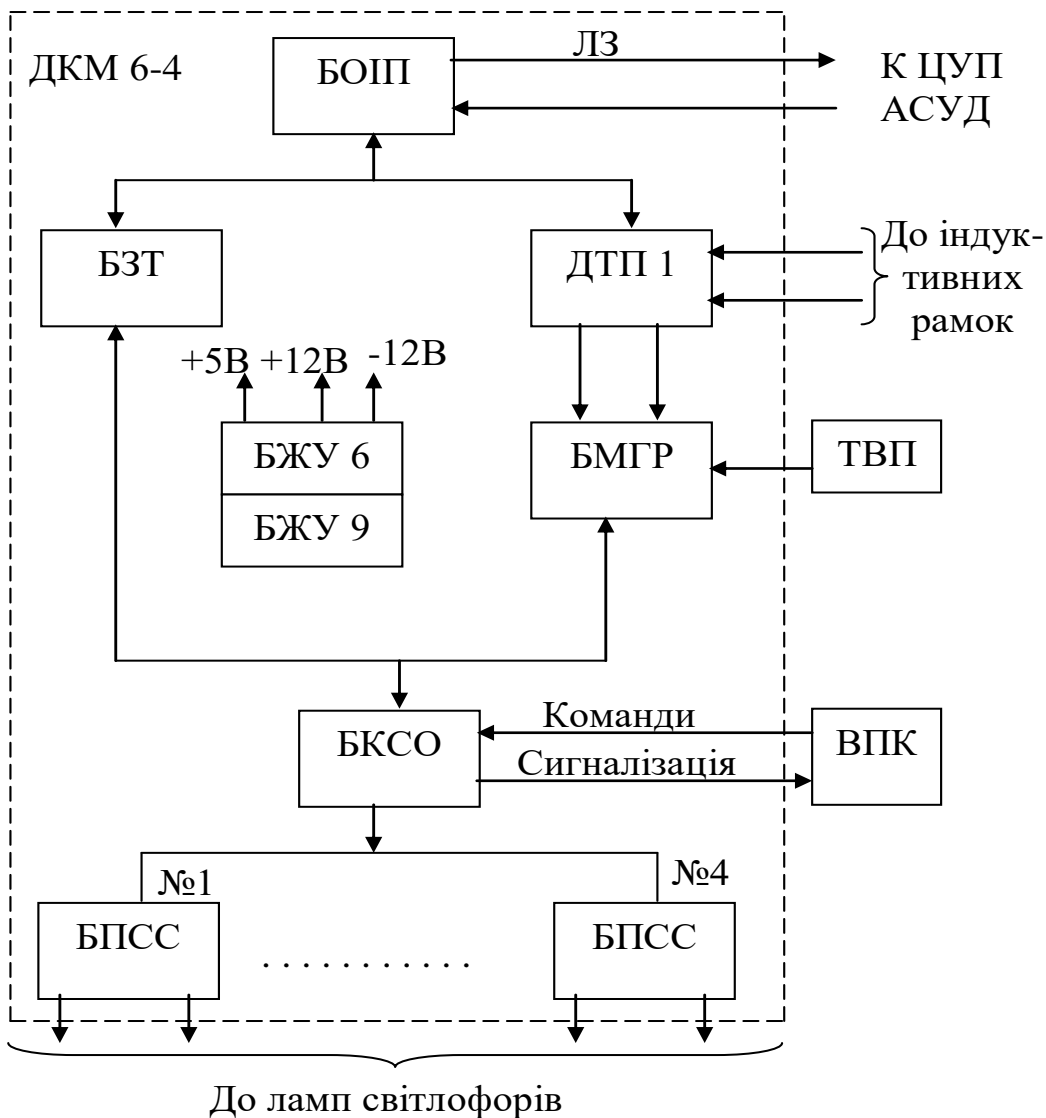


Рис. 3 – Структурна схема контролера ДКМ-6-4

Блок обміну інформацією периферійний (БОІП) здійснює обмін інформацією з ЦУП, видачу сигналів у БЗТ, ДТП1.

Блок зв'язку з телемеханікою (БЗТ) перетворює послідовний код команд телекерування в рівнобіжний, розшифровує коди команд телесигналізації і видає їх у послідовному колі в БОІП.

Блок вибору і синхронізації програм (БВСП) забезпечує синхронізацію контролерів у безцентровій системі координації.

Детектор транспорту прохідної (ДТП 1) видає сигнали запитів від транспорту при проходженні ТО до восьми контрольованих зон у БМГР, послідовному коді в БОП.

Блоки живлення (БЖУ 6, БЖУ 9) здійснюють живлення блоків контролера стабілізованою напругою  $+5, \pm 12$  В.

Сигнали "Запит зеленої вулиці (ЗВ)", "Запит диспетчерського керування (ДК)", "Запит координованого керування (КК)" формують БЗТ і передає їх у БКСО при одержанні команд по лінії зв'язку з ЦКП (рис. 4); сигнали "Ручне керування (РК)", "Включити ЖМ", "Відключити світлофори" надходять від ВПК в БКСО, що формує запит режиму РК. Сигнал "Запит місцевого гнучкого регулювання (МГР)" формується в БМГР при переході ТО контрольованої зони чи надходжень заявки від пішоходів через ТВП і передається в БКСО.

При одночасному надходженні запитів від декількох зовнішніх пристроїв БКСО відповідно до встановленого порядку пріоритетів видає сигнали дозволу того режиму керування, що має вищий пріоритет. Пріоритетність запитів: 1) РК; 2) ЗК; 3) ДК; 4) КК; 5) МГР; 6) резервна програма (РП).



Рис. 4 – Організація зв'язку між ДКМ і ВПУ

У режимі МГР блок БМГР виробляє сигнали виклику фаз за алгоритмом пошуку розриву в транспортному потоці.

У режимі "РК" контролер керує рухом на перехресті по сигналах "Включити 1 Ф" "Включити 4 Ф", "Включити ЖМ", "Відключити світлофори", що надходить від ВПК. При роботі в режимі "РУ" БКСО видає у ВПУ сигнал "Індикація дозволу РУ". Під час основного такту БКСО видає у ВПУ один із сигналів включеної фази "Індикація 1 Ф" - "Індикація 4 Ф".

При наявності сигналу "ЖМ" БПСС включає жовті лампи світлофорів з частотою 1 Гц.

У режимі "РП" БКСО працює в режимі твердого програмного керування. У момент включення фази БКСО починає відлік  $t_o$  включення фази. Після закінчення  $t_o$  відпрацьовується  $t_{пром}$  і включається наступна фаза.

Перехід на резервну програму здійснюється при порушенні ліній зв'язку чи відключенні контролера від ЦУП. Ті контролери, що мають БМГР, у режимі резервної програми можуть працювати і за алгоритмом пошуку розриву в транспортному потоці.

При надходженні в БКСО з БПСС сигналів "Зелений 1 Н" - "Зелений 4 Н" з конфліктних напрямків БКСО відключає всі сигнали дозволу режиму керування і видає в БПСС сигнал "Відключити світлофори". Світлофори залишаються відключеними, поки є присутнім сигнал "Відключити світлофори".

У випадку перегорання червоної лампи БПСС видає в БКСО сигнал "Несправність червоного" і БКСО формує в БПСС сигнал "ЖМ".

Технічні дані дорожнього контролера АСЗ КД наведені в табл. 9.

Таблиця 9

Технічні дані	Контролер						
	ДКЛ-А	ДКЛ 2С4	ДКЛ 4-4	ДКЛ 5-4	ДКЛ 5-8	ДКЛ 6-4	ДКЛ 6-8
Число фаз регулювання	4	4	4	4	8	4	8
Число регульованих напрямків руху	4	8	8	8	16	8	16
Число програм у контролері	2	3	1	1	1	1	1
Адаптивне керування	-	-	+	-	-	+	+
Переключення фаз за командами з КП	-	-	-	+	+	+	+
Диспетчерське керування	-	-	-	+	+	+	+
Число маршрутів ЗВ	-	-	-	4	4	4	4
Ручне керування	+	+	+	+	+	+	+
Виклик фази пішоходами при підключенні ТВП	+	+	+	+	+	+	+

Загальні характеристики для всіх контролерів:

число миготінь ламп жовтих сигналів 60 миг/хв;

тривалість основних тактів 3-60с;

тривалість проміжних тактів 3-20с;

тривалість екіпажного часу 2-7,5с;

напруга живлення ламп 220 В;

максимальна потужність навантаження, що комутується в такті 3300 Вт;

максимальна довжина ліній зв'язку з ЦУП 25 км.

## Опис лабораторної установки

У лабораторну установку входять (рис. 5): дорожній контролер типу ДКМ-6-4, ВПК і чотири планшети зі схемами перехресть, на яких розташовані світлофори, дорожні знаки, нанесені розмітка і світлові стрілки для вказівки напрямку руху по смугах.

Планшети підключені до дорожнього контролера ДКМ-6-4. Контролер може працювати в режимах "РК", "МГР", "ЖМ" і резервної програми.

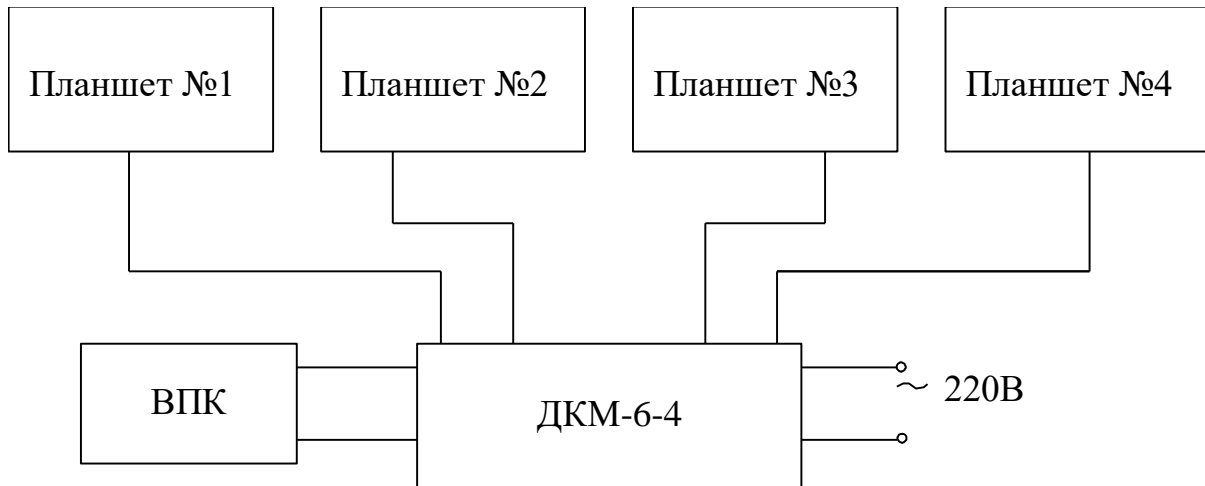


Рис. 5 – Схема лабораторної установки

Для ручного керування до дорожнього контролера підключений ВПК, на лицьовій панелі якого розташовані вимикачі: запиту режиму ручного керування, для виклику одного з ділянок ЗУ, включення "ЖМ", відключення світлофорів; кнопки для виклику фаз; лампи індикації; дозволу РУ, дозволу виклику фаз, заборони ЗВ.

З ВПК можливі ручне переключення фаз регулювання в будь-якій послідовності, виклик ділянок ЗК, режиму "ЖМ", відключення світлофорів. Для візуального контролю виконання запитуваних режимів керування на пульті є відповідна індикація.

Ручне керування можна також здійснювати органами керування, розташованими на лицьовій панелі БУСО контролера. На лицьовій панелі УСО 1 розташовані світлові табло ФАЗИ 1-8,  $T_{осн}$ , тумблер РУ, кнопки ФАЗИ 1-8; на лицьовій панелі УСО 2 - світлове табло  $T_{пром}$ ; УСО 3 - тумблери ЖМ, КОНТРОЛЬ ЧЕРВОНИХ, ДОЗВІЛ ДУ, КУ, МГР, ПУ, РУ, ЗВ, НЕИСПР.

## Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання роботи.
2. Включити контролер і виміряти тривалості основних і проміжних тактів світлофорних циклів.
3. Побудувати діаграми світлофорних циклів.
4. Виконати перевірку тривалості основних тактів на забезпечення ними пропуску через вулиці пішоходів і трамваїв (тролейбусів).
5. Розрахувати необхідні значення тривалостей проміжних тактів.

6. Визначити якість організації руху на перехресті. Для цього, користуючись даними, отриманими у викладача, розрахувати ступінь насичення і затримки транспортних засобів.

7. Перевести контролер у режим "ЖМ". Провести три виміри частоти включень жовтого сигналу і результати записати в табл.10.

Таблиця 10

Вимір	Період $\tau$ , с	Число включень $n$ , вкл./хв	Частота включень, Гц
-------	-------------------	------------------------------	----------------------

8. Розрахувати частоту включень

$$f = \frac{n}{\tau}, \quad (11)$$

де  $n$  - число зареєстрованих включень жовтого сигналу за період  $t$ .

9. Скласти звіт про роботу, що повинен містити: формулювання мети роботи, структурну схему контролера, схему лабораторної установки, дані вимірів, розрахунків, діаграму світлофорного циклу, пропозиції і висновки по організації руху на перехресті вулиць.

#### Контрольні запитання

1. У чому полягає призначення дорожніх контролерів?
2. З яких функціональних блоків компонуються контролери?
3. Яке призначення має ВПК?
4. Які Ви знаєте режими роботи дорожніх контролерів?
5. Яка пріоритетність запитів режимів керування?

Література: [3].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клинковштейн Р.В. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1982.
2. Горбанев Е.А. Гордской транспорт. – М.: Транспорт, 1990.
3. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990.
4. Руководство по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления дорожным движением на базе АСС-УД. – М.: ВНИИБД МВД СССР, 1978.
5. Виниченко В.С., Каплуновский В.Е. Методические указания по применению технических средств управления движением городского электро-транспорта. – Харьков: ХИИГХ, 1990.

## Навчальне видання

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизована система управління на транспорті» (для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології»).

Укладачі: Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, П.В. Попович, І.П. Вовк, О.П. Цьонь, О.С. Шевчук

Редактор Є. І. Гриценко  
Комп'ютерне макетування Н. М. Новоринської

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя  
вул.. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001  
**E-mail:** [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)

Формат 60x90 Папір ксероксний.  
Наклад 100 прим. Зам. № 1671-16.16

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Навчально-методична література