

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
**Інженерно-технічний факультет**  
Кафедра транспортних технологій та засобів АПК

*В.В. Іванишин, Т.Д. Гуцол, С.П. Комарніцький, С.М. Замойський*

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до курсової роботи  
з дисципліни

## **ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

м. Кам'янець-Подільський  
2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
**Інженерно-технічний факультет**  
Кафедра транспортних технологій та засобів АПК

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до курсової роботи  
з дисципліни

## **ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

для студентів 4 і 2 СТН курсу спеціальності  
275 «Транспортні технології» (напряму 6.070101 –  
«Транспортні технології»)

м. Кам'янець-Подільський  
2016

УДК 625.7

Укладачі:

**В.В. Іванишин,** доктор економічних наук, професор кафедри транспортних технологій та засобів АПК, ректор ПДАТУ

**Т.Д. Гуцол,** кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій та засобів АПК, проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ПДАТУ

**С.П. Комарніцький,** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних технологій та засобів АПК

**С.М. Замойський,** кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій та засобів АПК

Рецензенти:

**О.М. Семенов,** кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання в АПК ПДАТУ

**І.С. Кшемінський,** начальник Кам'янець-Подільського районного відділу поліції головного управління національної поліції в Хмельницькій області, підполковник поліції

*Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Технічні засоби організації дорожнього руху». Методичні вказівки для студентів інженерно-технічного факультету за ОС «бакалавр» / Подільський державний аграрно-технічний університет; **В.В. Іванишин, Т.Д. Гуцол, С.П. Комарніцький, С.М. Замойський** – Кам'янець-Подільський, 2016. – 22 с. (1,05 д.а.)*

Методичні вказівки розглянуто на засіданні кафедри транспортних технологій та засобів АПК та рекомендовано до розгляду на фаховій методичній комісії інженерно-технічного факультету ПДАТУ (протокол № 1 від 30 серпня 2016 року).

Методичні вказівки розглянуто на засіданні фахової методичної комісії інженерно-технічного факультету та рекомендовано до розгляду на науково-методичній раді ПДАТУ (протокол № 2 від 02 листопада 2016 року).

Методичні вказівки рекомендовано до друку (рішення науково-методичної ради Подільського державного аграрно-технічного університету, Протокол № 9 від 23 листопада 2016 року).

## ЗМІСТ

1. ВСТУП	6
2. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ	6
3. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ	7
4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ШВИДКОСТІ КООРДИНАЦІЇ	9
5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СВІТЛОФОРНОГО ЦИКЛУ	10
6. РОЗРАХУНОК ПОТОКІВ НАСИЧЕННЯ	10
7. РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ТАКТІВ	12
8. ВИЗНАЧЕННЯ ЦИКЛУ РЕГУЛЮВАННЯ	12
9. РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ОСНОВНИХ ТАКТІВ НА КЛЮЧОВОМУ ПЕРЕХРЕСТІ	14
10. РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ОСНОВНИХ ТАКТІВ ДЛЯ НЕКЛЮЧОВИХ ПЕРЕХРЕСТЬ	16
11. ПОБУДОВА ГРАФІКА КООРДИНАЦІЇ	17
12. СПИСОК ВИОКРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	20

## **ВСТУП**

Метою курсової роботи є закріплення теоретичних і практичних знань з методики розрахунків систем світлофорного регулювання дорожнього руху.

Предметом інженерних розрахунків є програма координації світлофорного регулювання дорожнього руху на міській магістралі, що має п'ять перехресть.

## **СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Розрахунково-пояснювальна записка

Вступ

1. Визначення розрахункової швидкості координації
2. Визначення елементів світлофорного циклу
  - 2.1. Побудова картограми інтенсивності транспортних потоків
  - 2.2. Розрахунок потоків насичення
  - 2.3. Розрахунок додаткових тактів
  - 2.4. Визначення циклу регулювання
  - 2.5. Розрахунок тривалості основних тактів на ключовому перехресті
  - 2.6. Розрахунок тривалості основних тактів на не ключових перехрестях
3. Побудова графіка координації
4. Розрахунок техніко-економічних показників проекту

Графічна частина роботи

1. Картограма інтенсивності руху транспортних потоків
2. Графік координації
3. Циклограми світлофорів
4. Таблиця розрахункових параметрів
5. Схема ОДР на магістралі.

## ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ

Програму координації розраховують для двохстороннього руху на магістралі. Структуру світлофорного циклу і кількість фаз регулювання на кожному перехресті обирають на основі конкретних умов руху на кожному перехресті і картограм інтенсивності руху ТП на магістралі.

Вихідними даними для розрахунку є:

- ширина проїзної частини на магістралі і на другорядних напрямках руху (табл.1);
- характеристики розподілу ймовірностей швидкості руху на перегонах магістралі координації (табл..2);
- картограма інтенсивностей руху транспортних засобів (табл..3);
- відстані між перехрестями (табл..4).

Таблиця 1

### Ширина проїжджої частини

Ширина проїзної частини, м	Варіант		
	0	1	2
На магістралі координації	14,0	15,0	16,0
На другорядних напрямках	6,0	7,0	8,0

Таблиця 2

### Характеристики розподілу ймовірностей швидкості руху

Середня швидкість і середнє квадратичне відхилення, км/год	Варіант				
	1/6	2/7	3/8	4/9	5/0
$\bar{V}$	30	35	40	45	50
$\sigma_y$	2,2	2,0	1,9	1,7	1,5

Таблиця 3

## Інтенсивність руху транспортних засобів

Номер перехрестя	Варіант														
	1/6			2/7			3/8			4/9			5/0		
	Головний		Другорядний	Головний		Другорядний	Головний		Другорядний	Головний		Другорядний	Головний		Другорядний
	Прямо	Ліворуч		Прямо	Ліворуч		Прямо	Ліворуч		Прямо	Ліворуч		Прямо	Ліворуч	
1	$\frac{800}{800}$	$\frac{150^*}{0}$	$\frac{300}{150}$	$\frac{780}{450}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{210}{380}$	$\frac{850}{500}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{400}{300}$	$\frac{750}{400}$	$\frac{50}{0}$	$\frac{250}{300}$	$\frac{680}{450}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{420}{360}$
2	$\frac{950}{900}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{400}{150}$	$\frac{750}{730}$	$\frac{0}{180}$	$\frac{260}{320}$	$\frac{900}{700}$	$\frac{0}{250^*}$	$\frac{400}{500}$	$\frac{800}{600}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{360}{270}$	$\frac{720}{600}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{620}{410}$
3	$\frac{700}{850}$	$\frac{100^*}{0}$	$\frac{350}{550}$	$\frac{450}{650}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{520}{330}$	$\frac{950}{650}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{300}{250}$	$\frac{850}{550}$	$\frac{150}{0}$	$\frac{300}{230}$	$\frac{650}{720}$	$\frac{0}{200}$	$\frac{400}{360}$
4	$\frac{800}{750}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{300}{600}$	$\frac{650}{750}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{370}{320}$	$\frac{800}{600}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{400}{240}$	$\frac{700}{500}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{300}{250}$	$\frac{500}{380}$	$\frac{50}{0}$	$\frac{520}{425}$
5	$\frac{900}{950}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{600}{450}$	$\frac{630}{800}$	$\frac{180}{0}$	$\frac{400}{240}$	$\frac{600}{450}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{260}{240}$	$\frac{500}{360}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{400}{250}$	$\frac{400}{500}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{590}{420}$

В табл. 3 в чисельнику наведені інтенсивності транспортних засобів в прямому напрямі, в знаменнику – в зворотному. Головний напрям вздовж магістралі координації, другорядний на примиканнях.

\*Повороти ліворуч відбуваються в другорядному напрямі.

**Відстані між перехрестями**

Відстані між перехрестями, м	Варіант				
	1/6	2/7	3/8	4/9	5/0
1-2	400	350	250	450	500
2-3	500	400	350	500	450
3-4	350	450	300	400	500
4-5	500	300	400	350	400

В табл. 4 вказані відстані між осьовими лініями перехресть магістралі координації.

Варіант завдання кожного студента складається із числа утвореного чотирма цифрами: перші дві цифри – порядковий номер студента за списком групи, дві останні – останні цифри номеру залікової книжки студента.

Перша цифра шифру визначає колонку в табл. 1, друга в табл. 2, третя – в табл. 3, четверта – в табл. 4.

Якщо в номер варіанту входять цифри 6, 7, 8, 9, 0 то замість них беруть відповідно цифри 1, 2, 3, 4, 5.

Наприклад, якщо студент записаний у списку групи під номером 05, а останні цифри залікової книжки 74, то відповідний варіант має шифр 0574. За вихідні дані приймають нульову колонку табл. 1, 5-ту колонку табл. 2, 7-му колонку табл. 3, 4-ту колонку табл.4.

**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ШВИДКОСТІ КООРДИНАЦІЇ**

Відомо, що швидкість руху на перегонах магістралі описується нормальним законом розподілу випадкової величини. Щільність розподілу випадкової величини описується виразом

$$f(V) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V-\bar{V})^2}{2\sigma_y^2}},$$

де  $\bar{V}$  – середня швидкість транспортного потоку, км/год;



$\sigma_y$  – середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих транспортних засобів.

Значення  $\bar{V}$  і  $\sigma_y$  задані в табл.2.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СВІТЛОФОРНОГО ЦИКЛУ**

Спочатку за даними табл. 3 для всіх перехресть будують картограму інтенсивностей руху ТП у масштабі 1мм – 50 од./год. При цьому потрібно виходити із умови нерозривності транспортного потоку на перехрестях (сума потоків у вузлі дорівнює нулю). Балансу досягають за рахунок розподілу інтенсивностей на перехрестях на прямо-, ліво- і правоповоротні маневри, прагнучи, щоб інтенсивності лівоповоротних напрямків не перевищували 120 од./год. Доцільно пронумерувати перехрестя і напрями руху на них. Якщо при цьому інтенсивність деяких маневрів на перехрестях дорівнюватиме нулю, ці маневри забороняються на схемі ОДР відповідними дорожніми знаками.

Далі відповідно до картограм і умов завдання вибирають схеми пофазного роз'їзду і структури циклів для кожного перехрестя. При координації руху доцільно вибирати цикли з найменшим числом фаз (найчастіше двофазні), якщо інтенсивність лівоповоротного руху не перевищує 120 од./год. Тільки за невиконання цієї вимоги переходять до трифазного регулювання.

## **РОЗРАХУНОК ПОТОКІВ НАСИЧЕННЯ**

Для потоку, що рухається в прямому напрямі при ширині проїжджої частини від 5,4 до 16 м, величина потоку насичення визначається за емпіричною формулою:

$$M_H = 525H ,$$

де  $H$  – ширина проїзної частини, м;

Якщо  $H$  менше 5,4 м то користуються табл.5

Таблиця 5

$H$	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
$M_H$	1850	1875	1950	2075	2475	2700

Якщо рух на перехресті каналізований,  $M_H$  визначається для кожної смуги окремо, згідно з табл. 5.

Якщо поворот праворуч чи ліворуч виконується безконфліктно з окремої смуги,  $M_H$  залежить від радіусу повороту:

$$M_H = \frac{1800}{1 + \frac{r}{1,525}},$$

де  $r$  – радіус повороту, який визначається як середнє арифметичне між початковим і кінцевим радіусами руху ТЗ, м;

Якщо поворотні маневри здійснюються із загальної смуги руху і доля ТЗ, більша за 10 %, користуються формулою:

$$M_H^* = \frac{M_H \cdot 100\%}{\alpha + 1,75\beta + 1,25\gamma},$$

де  $M_H$  – величина потоку насичення розрахована для прямого напрямку, од./год.;

$\alpha, \beta, \gamma$  – відсоток транспортних засобів, що рухаються відповідно прямо, ліворуч і праворуч, %.

## РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ТАКТІВ

Для розрахунку тривалості додаткових тактів для кожного напрямку на кожному перехресті використовують формулу:

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a} + \frac{B_i + l_a}{V_k},$$

де  $t_p$  – час реакції водія, що рівний 0,8...1,2 с;

$V_k$  – швидкість координації, м/с;

$a$  – прискорення уповільнення, рівне 2,5...3,0 м/с<sup>2</sup>;

$B_i$  – ширина перехрестя між стоп-лініями, м;

$l_a$  – довжина наведеного автомобіля, м,  $l_a = 5$  м.

Для відокремленої фази повороту значення  $t_{\partial_i}$  дорівнюватиме часу проїзду чверті кола радіуса  $r$ . Значення  $V_k$  у цьому випадку зменшують на 20...30%, але не менше за 30 км/год.

Втрачений у циклі час для всіх перехресть:

$$D = \sum_{j=1}^m (t_{\partial_o} - 1),$$

де  $m$  – кількість фаз регулювання на перехресті.

## ВИЗНАЧЕННЯ ЦИКЛУ РЕГУЛЮВАННЯ

Для кожного з поєднаних у фазі напрямів для всіх перехресть розраховують значення фазових коефіцієнтів:

$$Y_i = \frac{N_i}{M_{Hi}},$$

де  $N_i$  – інтенсивність транспортних засобів на  $i$ -му напрямі, од./год.;

$M_{Hi}$  – потік насичення напрямку, од./год.

Результати обчислень заносять до табл. 6.

Таблиця 6

**Результати обчислень параметрів циклу світлофорного регулювання**

Номер перехрестя	Номер фази	Напрямок	$N_i$	$M_{Hi}$	$Y_i$	$Y_{j\max}$	$Y_{\kappa}$	$T_{\kappa}$

Далі розраховують фазові коефіцієнти перехресть як суми максимальних фазових коефіцієнтів, дозволених у фазі напрямів руху:

$$Y_{\kappa} = \sum_{j=1}^m Y_{j\max},$$

Їх значення теж заносять у таблицю.

Якщо інтенсивність руху на магістральній вулиці більша 400...600 од./год., то цикли розраховують за формулою:

$$T_{\kappa} = \frac{0,9L_{\kappa}}{0,9 - Y_{\kappa}},$$

Якщо менша – за формулами:

Для двофазних циклів:

$$T_{\kappa} = \frac{2L_{\kappa}}{1 - Y_{\kappa}},$$

Для трьохфазних циклів:

$$T_{\kappa} = \frac{1,5L_{\kappa} + 5}{1 - Y_{\kappa}}$$

Перехрестя з найбільшим розрахунковим значенням циклу буде ключовим. Якщо розрахункове значення циклу ключового перехрестя менше 20 с, його округляють до 20 с. Згідно з принципом координованого регулювання отримане значення циклу ключового перехрестя приймається як робоче для решти перехресть магістралі, тобто – це є цикл системи координованого регулювання.

### **РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ОСНОВНИХ ТАКТІВ НА КЛЮЧОВОМУ ПЕРЕХРЕСТІ**

Тривалість зеленого сигналу на ключовому перехресті обчислюють так:

$$\bar{t}_3^M = \frac{\bar{y}^M}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1,$$

де  $\bar{y}^M$  – фазовий коефіцієнт фази, за якої відбувається рух вздовж магістралі на ключовому перехресті.

Якщо є відокремлена фаза для лівоповоротного руху, тривалість її зеленого сигналу буде:

$$\bar{t}_3^{lm} = \frac{\bar{y}^{lm}}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1,$$

де  $\bar{y}^{lm}$  – фазовий коефіцієнт лівоповоротної фази.

Тривалість зеленого сигналу на другорядних напрямках вираховують за формулою:

$$\bar{t}_3^{\bar{\delta}p} = \frac{\bar{y}^{\bar{\delta}p}}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1,$$

де  $\bar{y}^{\bar{\delta}p}$  – фазовий коефіцієнт фази, за якої відбувається рух на другорядних напрямках.

Якщо при розрахунках тривалості зеленого сигналу отримані значення менше 7 с то згідно із стандартом їх необхідно збільшити до 7с. При цьому тривалість решти тактів пропорційно збільшують і корегують тривалість циклу за новим значенням:

$$\bar{T} = \bar{t}_3^{\bar{M}} + \bar{t}_3^{\bar{m}} + \bar{t}_3^{\bar{\delta}p} + \bar{t}_\delta^{\bar{M}} + \bar{t}_\delta^{\bar{m}} + \bar{t}_\delta^{\bar{\delta}p}.$$

Для ключового перехрестя визначають тривалості червоних сигналів для напряму координації та другорядних напрямів.

Нормативами до розрахунку світлофорних об'єктів рекомендована тривалість жовтого сигналу 3...4 с, проте в результаті розрахунку тривалості додаткових тактів можуть мати більші значення. В цьому випадку необхідно організувати перехідний інтервал, що забезпечить прийнятну тривалість жовтого сигналу  $t_{жс} \approx 3...4с$  за умови збереження розрахункового значення  $t_{\delta i}$ . Для цього в кожній фазі регулювання обчислюють різницю  $(t_{\delta i} - t_{жс})$  і додають до тривалості червоних сигналів на відповідних напрямках. Оскільки в цьому випадку червоні такти збільшуються, необхідно відкоректувати структуру циклу.

Остаточне скориговане значення тривалості циклу приймається як розрахункове для решти перехресть.

## РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ОСНОВНИХ ТАКТІВ ДЛЯ НЕ КЛЮЧОВИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

Мінімально необхідний період горіння зеленого сигналу на другорядних напрямках не ключових перехресть визначають по формулі:

$$t_3^{\partial p} = \frac{y_{\partial p} \cdot T_u}{0,9} - 1,$$

де  $y_{\partial p}$  – коефіцієнт фази, за якої відбувається рух на другорядних напрямках відповідних перехресть

Якщо при цьому за розрахунком час  $t_3^{\partial p}$  менший 7 с, то його збільшують до 7 с.

Якщо на перехресті існує лівоповоротний рух з магістралі на другорядні напрями, визначається тривалість горіння зеленої стрілки, що дозволяє цей рух:

$$t_3^{ln} = \frac{y_{ln} \cdot T_u}{0,9} - 1.$$

При необхідності це значення теж округлюють до 7 с.

Тривалість зеленого сигналу на магістралі вибирають залежно від того, відбувається лівоповоротний рух в окремій фазі, чи одночасно прямо і ліворуч.

Коли приймається рішення про організацію лівоповоротного руху в окремій фазі, тривалість зеленого сигналу на магістралі визначається так:

$$t_3^M = T_u - t_3^{\partial p} - t_3^{ln} - t_{\partial}^{\partial p} - t_{\partial}^M - t_{\partial}^{ln}.$$

Тривалість червоного сигналу на магістралі становить:

$$t_4^M = T_u - t_3^M - t_{жс}^M - t_{жс}^{\partial p}.$$

Якщо розрахунок зроблено правильно, на кожному перехресті окрім ключового, має бути запас зеленого сигналу  $\Delta t_3 = t_3^M - t_3^{\bar{M}}$ .

Для кожного з перехресть необхідно накреслити циклограми роботи сигнальних груп світлофорів у зручному масштабі.

### ПОБУДОВА ГРАФІКА КООРДИНАЦІЇ

Програма координації світлофорних об'єктів розраховується графоаналітичним методом. Мета розрахунку – визначення параметрів синхронізації роботи світлофорів на усіх перехрестях магістралі, що виражається набором оптимальних фазових зсувів між циклами на перехрестях магістралі.

Графік координації – це є графічна інтерпретація залежності «відстань-час», яка зображена в прямокутній системі координат. Вздовж горизонтальної осі відкладають тривалість руху, вздовж вертикальної осі – пройдений шлях із швидкістю координації. При такому зображенні тангенс кута нахилу до осі  $\alpha$  відповідає швидкості координації у відповідному масштабі. Рекомендований масштаб  $M_e$ : в 1 см – 50 м – для відстані;  $M_t$ : в 1 см – 10 с – для часу.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{\kappa} \cdot M_t}{3,6 M_e},$$

де  $V_{\kappa}$  – швидкість координації, км/год.

Ліворуч від горизонтальної осі графіка і паралельно їй накреслюють план магістралі у масштабі  $M_e$ . Перехрестя нумерують відповідно до таблиці 6. Ширина перехрестя має відповідати відстані між стоп-лініями на магістральному напрямі з урахуванням умови, що всі стоп-лінії розміщені від



створу перехрестя на віддалі 3 м (радіуси округлень проїжджої частини рівні 6 м).

На графіку праворуч вертикальної осі і перпендикулярно до самої стоп-лінії кожного перехрестя проводять горизонтальні лінії. Між цими лініями, які відповідають межах ключового перехрестя наносять у масштабі час основних і додаткових тактів протягом 8-10 циклів.

Через точку  $A$ , що відповідає початку зеленого сигналу, і через точку  $C$ , що відповідає червоному сигналу, на ключовому перехресті під кутом  $\alpha$  проводять прямі  $AB$  і  $CD$ . Обидві лінії продовжують вгору і вниз до перетину з горизонталями, що обмежують решту перехресть.

Аналогічні побудови виконують для інших циклів ключового перехрестя (лінії  $A'B', C'D'$ ). Очевидно, що автомобілі, які рухаються зі швидкістю координатії в інтервалах часу між лініями  $AB - CD, A'B' - C'D'$  та ін., минають ділянку координатії без зупинок у напрямку від перехрестя з номером 5 до перехрестя з номером 1.

Для напрямку  $AB$  на кожному з решти перехресть наносять час основних і додаткових тактів, розміщуючи їх так, щоб надлишок зеленого сигналу рівномірно розподілявся між лініями беззупинного руху.

За графіком визначають ширину зеленої смуги часу в напрямі  $AB - t'_{zc}$  (тобто відрізок часу, протягом якого всі автомобілі минають перехрестя без зупинок).

Далі визначають ширину смуги часу в зворотному напрямі  $-t''_{zc}$ . Для цього через точки  $E, F$  та інші проводять лінії руху під кутом  $\alpha$ . При цьому отримують відрізки часу, в межах яких, рухаючись зі швидкістю координатії всі автомобілі минають ділянку координатії без зупинок  $-EG - FH$ ;  $E'G' - F'H'$ .

Очевидно, що при перетині цих ліній з границями інших перехресть смуга часу в зворотному напрямі може не збігатися з положенням зелених сигналів на відповідних перехрестях. Це свідчить про те, що вся група

автомобілів на перехресті вимушена зупинитись, тобто виникають непродуктивні транспортні затримки. В цьому випадку необхідно провести коригування графіка координації шляхом змінювання: фазових зсувів  $t_{zc}^{i-j}$  у межах циклу; циклу регулювання і швидкості координації.

Отримані описаним способом кінцеві значення заносять у таблицю 7.

Таблиця 7

**Результати побудови графіка координації**

Номер перехрестя	Тривалість циклу, с	Фазовий зсув, с		Число фаз	Тип ДК	Вартість ДК
		Абсолютний	Відносний			
1						
2						
3						
4						
5						

## СПИСОК ВИКОРСИТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах: ДСТУ 4159:2003. – [Чинний від 2003-0407] – 13 с. – (Національний стандарт України).
2. Безпека дорожнього руху. Проект (схема) організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення та вимоги до змісту: СОУ 45.2-00018112-048:2010. – [Чинний від 2010-02-01] – 19 с. – (Стандарт Укравтодор).
3. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки: ДСТУ 4092-2002. – [Чинний від 2002-06-03] – 31 с. – (Національний стандарт України).
4. Бендера І.М., Замойський С.М., Дуганець В.І., Фірман Ю.П., Гуцол Т.Д. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів Інституту механізації і електрифікації сільського господарства з напрямку підготовки 1004 „Транспортні технології” спеціальності „Організація і регулювання дорожнього руху” освітньо-кваліфікаційних рівнів „Бакалавр”, „Спеціаліст”, „Магістр” / Під Загальною редакцією І.М. Бендери, С.М. Замойського. ПДАТУ, – Кам’янець-Подільський: Аксіома, 2008. – 84 с.
5. Бендера І.М., Збаравська Л.Ю., Гуцол Т.Д., Дудар Т.П. Профессиональная направленность в лекционном курсе физики для студентов по направлению подготовки «Транспортные технологии». Вісник СевНТУ. – Севастополь, 2011. №122. – С. 133-137.
6. Буга П. Г. Организация пешеходного движения в городах: учебное пособие для вузов / П. Г. Буга, Ю. Д. Шелков. – М.: Высш. школа, 1980. – 232 с.
7. Гуцол Т. Д., Яковенко Л. О. Формування особистості – важлива складова навчального процесу // Наука і методика. 2008. – Вип. 15. – С. 121-129.

8. Гуцол Т.Д. Організація наскрізної виховної роботи студентів при підготовці агроінженерних кадрів. Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ, 2008. – С. 79-83
9. Дуганець В.І., Бендера І.М., Дідур В.А., Олексійко С.Л., Михайлович Я.М., Гуцол Т.Д., Краснолуцький П.П., Чекменьов В.В. Гідравліка: навчально-методичний комплекс. ПДАТУ, – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин, 2013. – 572 с.
10. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100-2002. – [Чинний від 2002-06-03] – 109 с. – (Національний стандарт України).
11. Іванишин В.В., Гуцол Т.Д., Комарніцький С.П. Аналіз науково-методичних засад обґрунтування параметрів комплексів зернозбиральних комбайнів. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету: технічні науки. – 2016. – № 24. – С. 133-140.
12. 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.: ил.
13. Левашов А. Г. Проектирование регулируемых пересечений: Учебное пособие / А. Г. Левашов, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2007. – 208 с.
14. Методичні рекомендації по застосуванню дорожніх знаків, дорожньої розмітки та маршрутному орієнтуванню / [А. Присяжнюк, С. Каракай, І. Матусевич та інші]. – К.: НДЦБДР, 2004. – 166 с.
15. Организация дорожного движения в городах: методическое пособие / под общей ред. Ю. Д. Шелкова. – М.: Транспорт, 1995. – 143 с.
16. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.

17. Печенюк А.В., Гуцол Т.Д. Сучасні інформаційні технології в транспортній логістиці. Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2010. – №6. – С. 106-109.

18. Полозенко П. М. Комплексна оцінка режимів світлофорного регулювання на перехрестях / Дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук. – К., 1999.

19. Полозенко П. Н. Пути оптимизации светофорного регулирования посредством чередования фаз / П. Н. Полозенко, В. И. Ересов // Автошляховик України. – №2. – 1997. – С. 5 – 8.

20. Прокудін Т. С. Оптимізація структур циклів світлофорного регулювання на ізольованих перехрестях / Т. С. Прокудін, Б. М. Четверухін, Л. А. Пономаренко // Безпека дорожнього руху України. – №1–2. – 2004. – С. 120 – 127.

21. Сидорчук О. В., Луб П. М., Спічак В. С., Гуцол Т. Д., Зеленський О. В. Методологія управління виробничо-технологічним ризиком на підставі статистичного імітаційного моделювання робіт у проектах. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. Харків: Технологический центр, 2010. Том.1. Вып. 10/(61). С. 89–92.

22. Сидорчук О.В., Гуцол Т.Д., Сидорчук Л.Л., Комарніцький С.П., Зеленський О.В., Днесь В.І. Статистична імітаційна модель системи-проекту «Поле-комбайни-транспортні засоби». X Международная научно-практическая конференция современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами. – Харків, 2012. – С. 198

23. Сидорчук О.В., Сидорчук Л.Л., Комарніцький С.П. Системні засади управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2010. – Вип.18. – С. 395-400.

*Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Технічні засоби організації дорожнього руху». Методичні вказівки для студентів інженерно-технічного факультету за ОС «бакалавр» / Подільський державний аграрно-технічний університет; **В.В. Іванишин, Т.Д. Гуцол, С.П. Комарніцький, С.М. Замойський** – Кам'янець-Подільський, 2016. – 22 с. (1,05 д.а.)*

Подільський державний аграрно-технічний університет, вул. Шевченка, 13,  
м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька область, 32300