

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



**ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

для студентів денної та заочної форм навчання
напряму підготовки 0701 Транспортні технології

Дніпропетровськ
2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра управління на транспорті

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

для студентів денної та заочної форм навчання
напряму підготовки 0701 Транспортні технології

Дніпропетровськ
ДВНЗ «НГУ»
2012

Організація дорожнього руху. Методичні рекомендації до виконання практичних занять для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології/ І.О. Таран, Я.В. Грищенко. – Д: Державний ВНЗ «НГУ», 2012. – 53 с.

Автори:

І.О. Таран, доц.

Я.В. Грищенко, асист.

Затверджено до видання редакційною радою НГУ (протокол №2 від 21.02.2012) за поданням методичної комісії напряму підготовки 0701 Транспортні технології (протокол № 2 від 23.01.2012).

Методичні рекомендації призначено для виконання практичних занять студентами денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології, які навчаються за навчальними планами підготовки спеціалістів, з нормативної дисципліни «Організація дорожнього руху».

Методичні матеріали містять завдання і вказівки до його виконання, а також список літератури для вивчення дисципліни. Методичні матеріали орієнтовано на активізацію навчальної діяльності студентів денної та заочної форм навчання та спрямування їх у напрямі творчого практичного опрацювання матеріалу з дисципліни «Організація дорожнього руху».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри управління на транспорті, канд. техн. наук, доц. І.О. Таран.

Друкується у редакційній обробці авторів.

ЗМІСТ

<i>Практичне заняття № 1</i>	Зупинний шлях автомобілів у транспортному потоці.....	7
<i>Практичне заняття № 2</i>	Відстань відомості при обгоні.....	10
<i>Практичне заняття № 3</i>	Основна діаграма транспортного потоку.....	13
<i>Практичне заняття № 4</i>	Складність і небезпечність перехресть.....	17
<i>Практичне заняття № 5</i>	Пропускна здатність доріг, вулиць та перехресть.....	23
<i>Практичне заняття № 6</i>	Поперечна стійкість автомобіля.....	30
<i>Практичне заняття № 7</i>	Цикл світлофорного регулювання.....	32
<i>Практичне заняття № 8</i>	Оцінка ступеню небезпечності ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнту аварійності.....	38
<i>Практичне заняття № 9</i>	Метод коефіцієнтів безпеки.....	43
<i>Практичне заняття № 10</i>	Визначення характеристик дорожнього руху.....	47
<i>Список літератури</i>	52

Практичне заняття №1

Зупинний шлях автомобілів у транспортному потоці

Мета роботи – опанувати методику розрахунку довжини зупинного шляху автомобіля в різних дорожніх ситуаціях.

В процесі руху автомобілів по дорозі або вулиці утворюється транспортний потік. Щоб запобігти зіткненню між автомобілем, що їде, та наступним за ним, необхідно визначити безпечну відстань по ходу їхнього руху. Це обумовлено самою конструкцією автомобіля, який миттєво зупинити неможливо, і діями водія, який керує автомобілем.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 1.1 та 1.2. Дані в табл. 1.1 приймаються за останньою цифрою номера залікової книжки, а дані табл. 1.2 – за передостанньою.

Таблиця 1.1

Швидкість і коефіцієнт ефективності гальмування автомобіля

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V , км/год.	45	40	50	47	49	48	52	42	43	39
K_e	1,1	1,2	1,3	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,3	1,2

Таблиця 1.2

Коефіцієнти: зчеплення, тертя кочення і повздовжній ухил дороги

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
φ	0,65	0,70	0,63	0,72	0,69	0,71	0,73	0,76	0,75	0,74
f	0,013	0,014	0,018	0,020	0,022	0,021	0,019	0,015	0,016	0,017
i	+0,02	+0,03	+0,02	+0,01	+0,00	-0,02	-0,01	-0,03	-0,01	-0,02

Таблиця 1.3

Час реакції водія та час спрацювання гальмового приводу

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_p , с	1,0	1,2	0,9	1,3	1,5	1,4	1,5	0,8	1,1	1,3
t_z , с	0,2	0,15	0,25	0,15	0,3	0,2	0,35	0,4	0,25	0,3

Завдання

1. Визначити розрахункову довжину зупинного шляху автомобіля:
 - а) у випадку, коли на дорозі (вулиці) перешкода виникає раптово, рис.1.1;
 - б) у випадку, коли зупиняється або різко знижає швидкість автомобіль, що їде попереду у транспортному потоці.
2. Визначити розрахункову довжину зупинного шляху (в обох випадках, П.1а, 1б) для заданих швидкостей руху (табл. 1.1), а також швидкостей, помножених на коефіцієнти: 0,7 і 1,3.
3. Порівняти отримані значення розрахункової довжини зупинного шляху з даними Правил дорожнього руху України.
4. Визначити гальмовий шлях для заданих швидкостей руху (табл. 1.1), а також швидкостей, помножених на коефіцієнти: 0,7 і 1,3.
5. Зробити висновки по роботі.

Вказівки до виконання завдання

1. Скласти схему розрахунку довжини зупинного шляху для випадку, коли на проїжджій частині перешкода виникає раптово, рис. 1.1.
2. Зупинний шлях – це відстань, яку проїжджає автомобіль з моменту виявлення водієм небезпеки до повної зупинки.

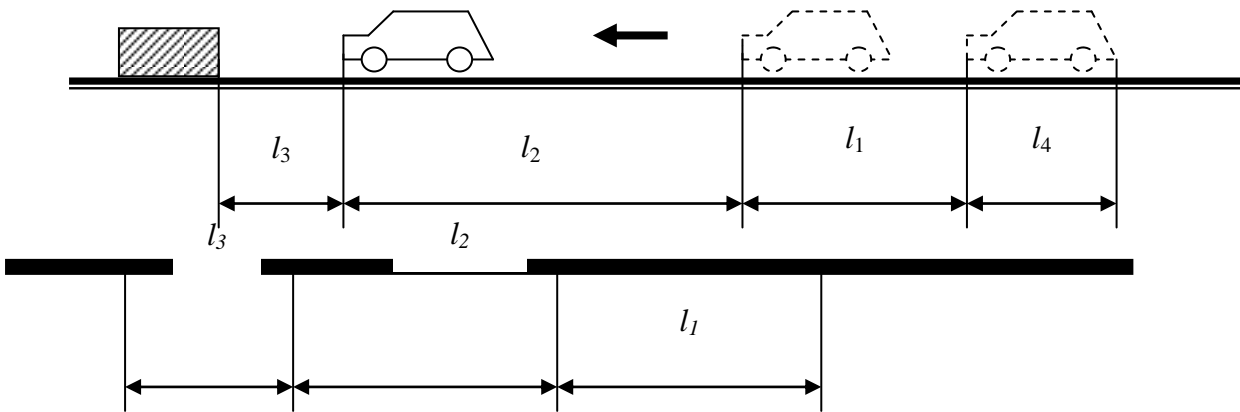


Рис. 1.1. Схема для розрахунку довжини зупинного шляху:
 l_1 – шлях, який проходить автомобіль за час реакції водія; l_2 – гальмовий шлях;
 l_3 – зазор безпеки; l_4 – довжина автомобіля.

Довжина зупинного шляху, $S_{зуп}$ розраховується за формулою:

$$S_{зуп} = l_1 + l_2 + l_3 = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V \cdot t_z}{3,6} + \frac{K_e \cdot V^2}{254 \cdot (\varphi + f \pm i)} + l_3, \quad (1.1)$$

де $S_{зуп}$ – зупинний шлях, м; l_3 – зазор безпеки ($l_3 = 1$ м.)

Розрахункова довжина зупинного шляху (значення параметрів t , φ , f та i в табл. 1.1 і 1.2) використовується у тих випадках, коли на смузі руху несподівано виникає будь-яка перешкода, наприклад, з попереднього автомобіля випав вантаж або попередній автомобіль раптово розвернувся, або перекинувся.

У випадку, коли автомобілі рухаються один за одним і попередній автомобіль почав ефективно гальмування, то наступний за ним також здійснює гальмування, почавши його пізніше на величину часу, що дорівнює часу реакції водія. В цих випадках безпечна дистанція виключає складову l_2 попередньої формули.

Тоді безпечна відстань між автомобілями визначається за формулою:

$$S_{\text{безп}} = l_1 + l_3 = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + l_3, \quad (1.2)$$

де t_p – час реакції водія, с.

Гальмовим шляхом називається відстань, яку проїжджає автомобіль з моменту натискання водієм на педаль гальма до повної зупинки. Його розраховують за формулою:

$$S_{\bar{a}} = l_{\bar{a}} = \frac{V \cdot t_{\bar{a}}}{3,6} + \frac{\hat{E}_{\bar{a}} \cdot V^2}{254 \cdot (\varphi + f \pm i)}, \quad (1.3)$$

де $t_{\bar{a}}$ – час спрацювання гальмового приводу, с.; $l_{\bar{a}}$ – шлях, який проходить автомобіль за час спрацювання гальм, м.

3. Обґрунтувати наявні розбіжності в розрахунках з Правилами дорожнього руху, відповівши на питання: чому ці розбіжності мають місце?

Контрольні запитання

1. Від яких параметрів транспортних потоків залежить безпосередня довжина гальмівного шляху?

2. Які характеристики вказують на неможливість миттєвої зупинки рухомого автомобіля?

3. З яких складових визначається розрахункова довжина зупинного шляху автомобіля?

4. Які фактори, впливаючи на довжину гальмівного шляху, характеризують поверхню проїжджої частини дороги?

Практичне заняття №2

Відстань видимості при обгоні

Мета роботи – оволодіти методикою і набути практичних навичок у визначенні відстані видимості при обгоні.

На автомобільних дорогах і міських вулицях обгін одного автомобіля іншим викликає необхідність виїзду автомобіля, який виконує обгін, на іншу або зустрічну смугу руху. Тому у таких випадках необхідно, щоб умови руху дозволяли водію бачити дорогу з можливими перешкодами на достатню для безпечного маневру відстань.

Для наочності наводиться схема (рис. 2.1) визначення відстані видимості на двосмуговій проїжджій частині з рухом у протилежних напрямках.

Вихідні дані наведені в табл. 2.1 і 2.2. Дані табл. 2.1 приймаються за останньою цифрою залікової книжки, дані табл. 2.2 – за передостанньою.

Таблиця 2.1

Задані швидкості та зазор безпеки

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V , м/с.	14,0	14,5	15,0	14,7	14,9	15,2	15,1	15,3	15,5	15,6
V_1 , м/с.	22,0	24,0	25,0	26,0	25,5	24,5	24,7	26,2	26,1	22,8
l_0 , м.	7,0	7,5	8,0	6,5	6,0	8,5	8,0	8,0	9,0	8,5

де V – початкова швидкість автомобіля, який починає обгін, м/с; V_1 – швидкість автомобіля, який виконує обгін, м/с; l_0 – зазор безпеки, м.

Таблиця 2.2

Швидкості автомобілів та коефіцієнт зчеплення

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V_2 , м/с	12,0	12,3	12,5	11,8	11,6	11,5	11,7	12,1	12,4	13,60
V_3 , м/с	16,0	16,1	16,2	16,6	16,5	16,4	16,7	16,8	1,6?	17,0
φ	0,70	0,71	0,69	0,74	0,80	0,78	0,72	0,73	0,71	0,75

V_2 – швидкість автомобіля, який обганяють, м/с; V_3 – швидкість зустрічного автомобіля, м/с; φ – коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з дорогою.

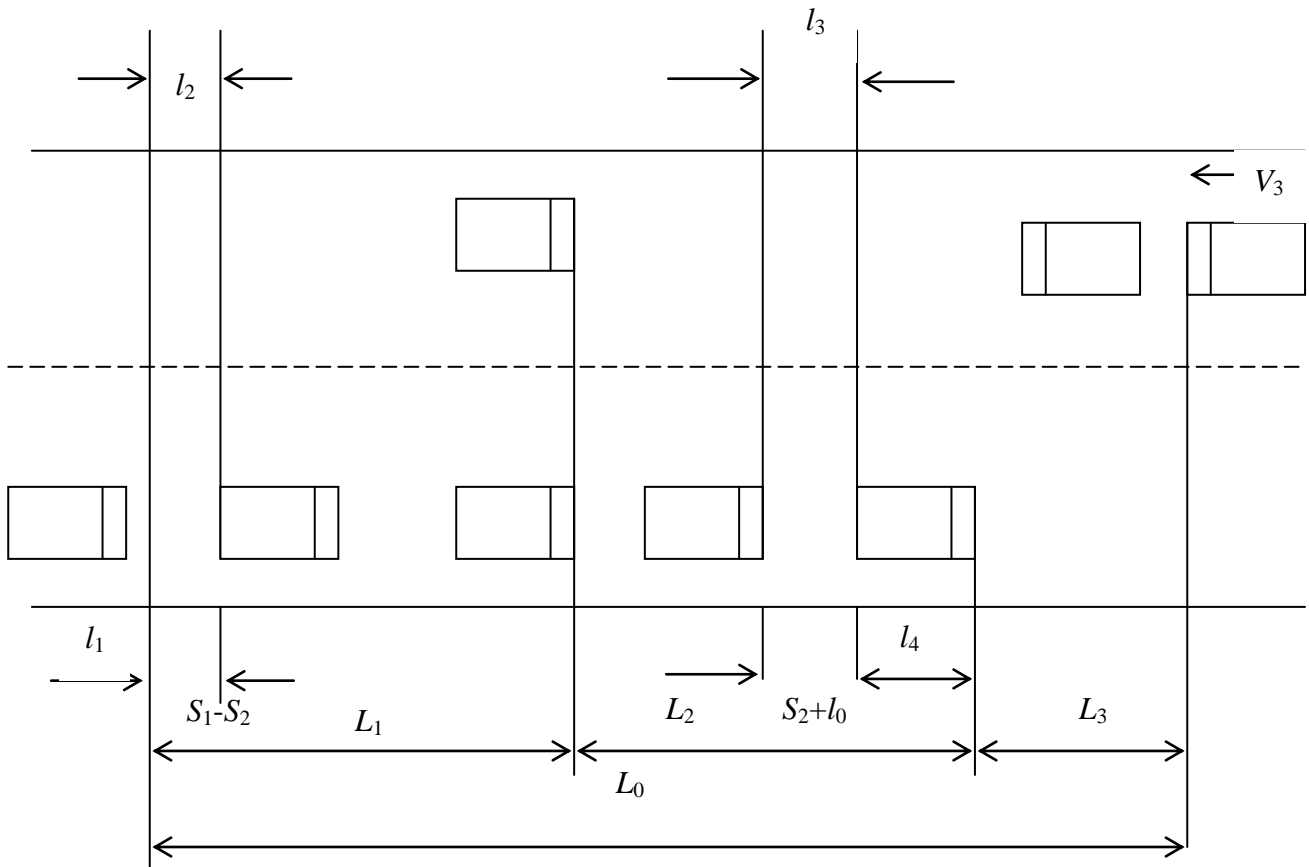


Рис. 2.1. Схема траєкторії руху автомобілів при обгоні:

l_1 – довжина шляху автомобіля за час реакції водія, м; $S_1 - S_2$ – довжина гальмівного шляху автомобіля, який виконує обгін, м; S_2 – довжина гальмівного шляху автомобіля, який обганяють, м; l_3 – безпечна дистанція, м; l_4 – довжина автомобіля, м; V_3 – швидкість руху зустрічного автомобіля, м/с.

Завдання

1. Визначити відстань видимості дороги (вулиці) при обгоні.
2. Відмітити конструктивні ділянки доріг і вулиць, обгін на яких порушує Правила дорожнього руху і створює аварійні ситуації.
3. Зробити висновки по роботі.

Вказівки до виконання завдання

При обгоні прийнято, що шлях обгону складається з трьох ділянок: L_1 , L_2 та L_3 .

Перша ділянка – початок обгону, визначається реакцією водія, різницею гальмівних шляхів автомобілів, який обганяє і якого обганяють $S_1 - S_2$ та траєкторією виїзду на зустрічну смугу руху зі швидкістю, яка дозволяє порівнятися з автомобілем, якого обганяють.

Друга ділянка являє собою відстань, яку долає автомобіль, який обганяє, щоб зайняти необхідну смугу руху. Тут має місце різниця швидкостей і деякий запас шляху.

Третя ділянка визначає відстань, яку пройде зустрічний автомобіль, поки автомобіль, який обганяє, повернеться на свою смугу руху. Ця ділянка залежить, в основному, від швидкості руху зустрічного автомобіля.

Коли перший автомобіль (який обганяє) виходить на зустрічну смугу руху і наздоганяє їдучий попереду автомобіль по зустрічній смузі, то цю відстань можна визначити за формулою:

$$L_1 = \frac{l_2 \cdot V_1}{V - V_2}, \quad (2.1)$$

де L_1 – довжина першої ділянки, м; l_2 – шлях, що визначається реакцією водія і різницею гальмівних шляхів $S_1 - S_2$, м; V_1 – швидкість автомобіля, який обганяє, м/с; V_2 – швидкість автомобіля, якого обганяють, м/с;

$$l_2 = V \cdot t_1 + S_1 - S_2 = V \cdot t_1 + \frac{K_a \cdot (V_1^2 - V_2^2)}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i + f)}, \quad (2.2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; φ – коефіцієнт зчеплення; K_e – коефіцієнт ефективності гальмування.

Довжина другої ділянки визначається за формулою:

$$L_2 = \frac{l_{зан} \cdot V_1}{V_1 - V_2}, \quad (2.3)$$

де $l_{зан}$ – запас шляху при виїзді на праву (свою) смугу руху для автомобіля, який обганяє, м.

$$l_{\text{заб}} = \frac{K_a \cdot (V_1^2 - V_2^2)}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i + f)} + l_0, \quad (2.4)$$

де l_0 – деяка відстань безпеки, м. Приймається по табл. 2.1.

За період часу при обгоні, зустрічний автомобіль проходить шлях L_3 :

$$L_3 = \frac{(L_1 + L_2) \cdot V_3}{V_1}, \quad (2.5)$$

Загальна відстань видимості шляху (вулиці) і зустрічного автомобіля, необхідна для обгону, становить:

$$L_0 = L_1 + L_2 + L_3, \quad (2.6)$$

При визначенні відстані в розрахунках час реакції водія t_p і коефіцієнт ефективності гальмування K_e приймається з табл. 1.1.

Коефіцієнти опору кочення і впливу повздовжнього ухилу для всіх випадків приймаються однакові.

Контрольні запитання

1. Які можуть бути варіанти обгону на трьох- та чотирьохсмугових дорогах (вулицях)?
2. Як на практиці визначається відстань видимості при обгоні?
3. Яким технічними засобами, згідно Правил дорожнього руху, забороняється обгін?
4. При яких характеристиках транспортного потоку ускладнюється обгін?
5. Якими критеріями керується водій при обгоні на двосмуговій дорозі, визначеної для руху в одному напрямку?

Практичне заняття №3

Основна діаграма транспортного потоку

Мета роботи – придбання досвіду аналізу взаємозв'язків параметрів транспортних потоків.

Основні параметри транспортних потоків (інтенсивність руху, швидкість і щільність) впливають на ефективність використання автомобільних доріг, магістралей і міських вулиць, а також на безпеку дорожнього руху, обґрунтування встановлення засобів регулювання.

Виходячи з дорожніх умов, отриманими залежностями встановлюється така швидкість, яка забезпечує безпеку руху і оптимальний рівень завантаження ділянки дороги чи вулиці, що розглядається.

Вихідні дані для побудови основної діаграми транспортних потоків наведені в табл.3.1.

Завдання

1. За заданими значеннями швидкості і щільності транспортних потоків (табл.3.1) визначити інтенсивність дорожнього руху.
2. За розрахунковими значеннями інтенсивності дорожнього руху, заданої щільності потоку графічно (у масштабі) зобразити основну діаграму транспортного потоку.
3. На отриманому графіку нанести ординату швидкості (див. рис. 3.1) і зобразити криву «швидкість-щільність».
4. Визначити розрахункові характеристики параметрів транспортних потоків.
5. Зробити висновки по роботі.

Таблиця 3.1

Швидкість і щільність потоку.

Параметр	Номер варіанту												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
V , км/год.	90	95	88	85	80	82	84	86	91	93	78	77	76
q , авт./км	6	5	4	5	3	2	3	3	4	2	3	3	2
V , км/год.	80	82	78	75	70	72	74	76	81	83	73	72	71
q , авт./км	10	9	11	12	11	10	6	7	9	8	6	7	8
V , км/год.	70	72	68	65	60	62	64	66	71	73	68	67	66
q , авт./км	20	17	26	28	24	23	21	22	16	15	11	12	15
V , км/год.	60	58	58	55	55	57	59	61	61	63	63	62	61
q , авт./км	32	33	32	24	27	26	27	28	33	32	18	18	20
V , км/год.	55	53	54	50	50	52	54	56	56	58	58	57	56
q , авт./км	35	36	36	34	32	30	29	27	34	32	24	26	27
V , км/год.	50	47	51	46	45	47	49	51	50	53	53	52	51
q , авт./км	38	39	36	37	35	33	32	30	36	34	28	29	30
V , км/год.	45	43	46	41	40	42	40	42	47	48	48	47	46
q , авт./км	41	42	40	43	38	36	38	36	39	38	32	32	33
V , км/год.	40	38	39	36	35	37	35	37	41	43	43	42	41
q , авт./км	45	47	44	46	42	40	41	39	43	41	36	37	36
V , км/год.	35	32	36	31	30	32	30	32	37	38	38	37	36
q , авт./км	48	52	47	51	45	42	44	42	42	40	38	41	39
V , км/год.	30	28	32	26	25	27	25	27	31	33	33	32	31
q , авт./км	52	56	50	56	49	44	49	47	48	47	41	40	42
V , км/год.	25	23	26	24	20	22	20	22	27	28	28	27	26
q , авт./км	60	62	57	58	56	52	54	52	55	54	44	43	45
V , км/год.	20	19	21	16	15	17	15	17	22	23	23	22	21
q , авт./км	60	68	63	72	61	59	65	63	62	61	48	49	51
V , км/год.	15	14	16	11	10	12	10	12	17	18	18	17	16
q , авт./км	72	75	71	79	69	67	69	68	73	72	57	59	58
V , км/год.	10	9	11	6	5	7	6	8	12	13	13	12	11
q , авт./км	80	84	79	90	80	76	74	78	77	76	64	65	66
V , км/год.	6	5	6	4	3	4	3	4	7	6	8	7	6
q , авт./км	87	89	84	92	84	82	80	84	85	84	69	72	73

Продовження таблиці 3.1

Параметр	Номер варіанту												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
V , км/год.	74	72	70	73	71	69	81	82	75	76	72	83	90
q , авт./км	3	6	9	3	8	9	3	3	3	3	4	4	4
V , км/год.	70	68	66	69	67	65	76	77	70	71	69	76	80
q , авт./км	9	11	15	9	13	15	4	5	8	8	9	13	8
V , км/год.	65	63	61	64	62	60	71	72	65	67	65	60	70
q , авт./км	16	18	20	16	19	22	9	8	16	15	17	24	16
V , км/год.	60	58	56	59	57	55	66	67	63	62	60	56	60
q , авт./км	23	24	27	24	25	28	16	17	16	20	25	27	32
V , км/год.	55	53	51	54	52	50	61	62	60	57	55	51	57
q , авт./км	28	28	30	29	29	31	21	20	25	27	29	33	35
V , км/год.	50	48	46	49	47	45	56	57	55	52	50	47	51
q , авт./км	31	32	33	32	32	35	28	29	29	30	31	33	37
V , км/год.	45	43	41	44	42	40	51	49	49	48	45	40	48
q , авт./км	35	36	36	36	36	37	31	32	31	33	37	38	40
V , км/год.	40	38	36	39	37	35	46	44	45	42	40	35	42
q , авт./км	37	38	39	38	38	40	34	37	36	36	38	41	44
V , км/год.	35	33	31	34	32	30	41	39	40	37	35	30	38
q , авт./км	40	41	42	41	41	43	37	37	38	39	40	44	43
V , км/год.	30	28	26	29	27	25	36	34	35	31	30	26	32
q , авт./км	43	44	45	44	44	47	40	42	40	42	44	47	49
V , км/год.	25	23	21	24	22	20	31	29	30	28	25	22	28
q , авт./км	47	48	51	48	50	53	43	45	44	45	43	56	56
V , км/год.	20	18	16	19	17	15	26	24	25	21	20	15	22
q , авт./км	53	57	58	54	58	60	46	49	48	52	50	65	62
V , км/год.	15	13	11	14	12	10	31	19	20	18	15	12	17
q , авт./км	60	64	66	61	65	67	52	58	55	58	60	67	73
V , км/год.	10	8	6	9	7	5	16	14	15	12	10	8	12
q , авт./км	67	69	73	68	70	75	59	65	62	63	66	74	77
V , км/год.	5	3	1	4	2	1	11	9	10	8	4	5	7
q , авт./км	75	79	83	76	81	91	67	70	69	72	76	80	78

Вказівки до виконання

При заданих значеннях миттєвої швидкості і щільності транспортних потоків інтенсивність дорожнього руху визначається за формулою:

$$N = V \cdot q, \quad (3.1)$$

де V – миттєва швидкість руху, км/год.; q – щільність транспортного потоку, авт./км.

Використовуючи вихідні дані і розраховані значення N , на сітці сумісного графіку (рис. 3.1) виконати побудову залежностей $N = f(q)$ та $V = f(q)$.

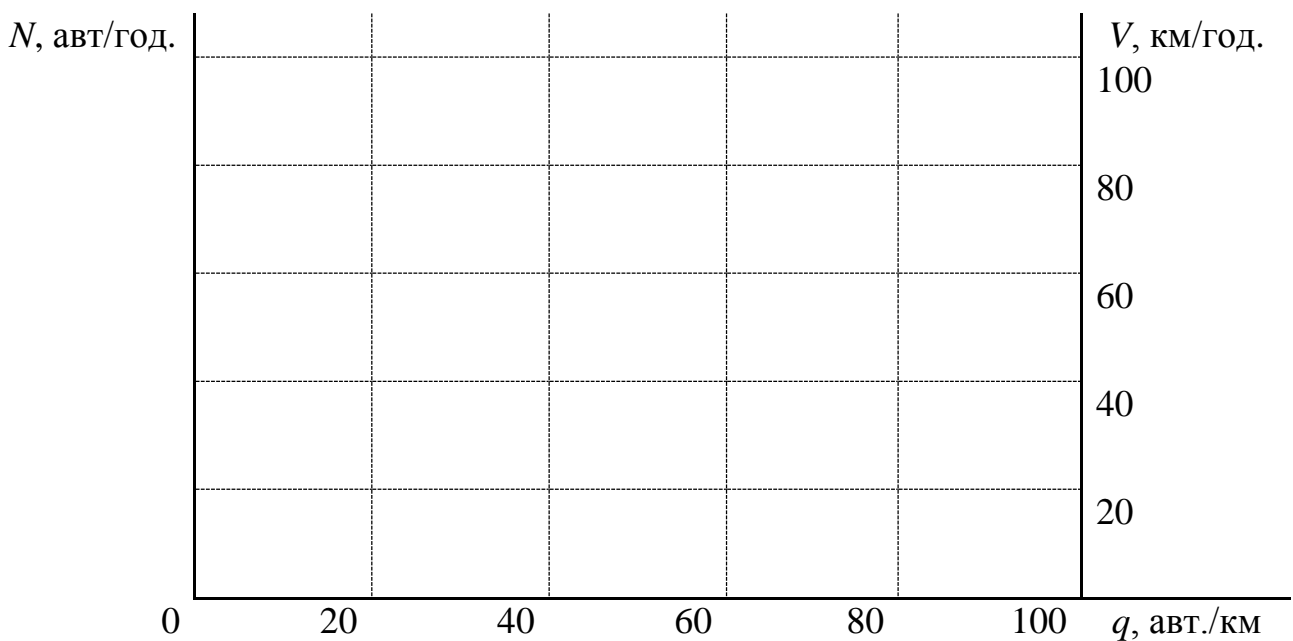


Рис. 3.1. Сітка сумісного графіку.

Використовуючи отримані графіки, визначаємо найбільш характерні значення параметрів транспортних потоків.

У висновках слід вказати рекомендовану швидкість транспортного потоку виходячи з умов недопущення заторової ситуації і максимального використання пропускної спроможності.

Контрольні запитання

1. Які параметри характеризують транспортні потоки?
2. Які параметри транспортних потоків відображені на основній діаграмі?
3. Які існують моделі для побудування основної діаграми транспортних потоків?
4. Чим обумовлено обмеження швидкості руху на дорогах і вулицях?
5. Які оптимальні значення інтенсивності в залежності від швидкості

руху?

6. При яких щільностях транспортних потоків виникають умови для вільного руху і обгонів?

7. При яких щільностях транспортних потоків виникають затори?

Практичне заняття №4

Складність і небезпечність перехресть

Мета роботи – придбання навичок розрахунків ступеню складності і небезпечності перетинання вулиць (доріг) методом конфліктних точок.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 4.1; 4.2; 4.3. Варіант в табл.4.1 визначається за передостанньою цифрою номеру залікової книжки, в табл. 4.2 і табл. 4.3 – за останньою.

Завдання

1. Накреслити схему перехрестя, вказавши напрямки руху транспортних потоків і визначивши розташування конфліктних точок.
2. Визначити ступінь складності нерегульованого перехрестя.
3. Визначити ступінь небезпечності нерегульованого перехрестя.
4. Визначити ступінь небезпечності регульованого перехрестя.
5. Зробити висновки.

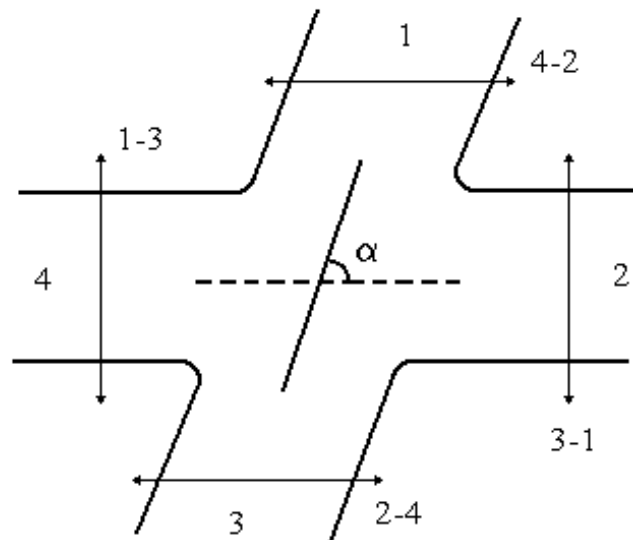


Рис. 4.1. Схема перехрестя:

α – кут перетинання доріг; \longleftrightarrow – напрямки пішохідних потоків

Таблиця 4.1

Характеристика нерегульованого перехрестя

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кут перетинання, град.	90	40	60	120	50	90	90	90	70	120
Організація руху на перетинанні	К*	Н*	К	К	Н	К	К	Н	К	Н
Кількість смуг руху на головній дорозі в обидва напрямки	2	4	4	4	2	4	4	2	4	2
Наявність розділової смуги	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
Наявність перехідно-швидкісних смуг	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-

Примітка *: К – каналізоване перетинання;
Н – необладнане перетинання.

Таблиця 4.2

Інтенсивність руху транспортних засобів на перехресті, авт./год.

Напрямок руху	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – 2	70	80	100	70	90	80	90	60	140	80
1 – 3	830	800	780	900	710	850	840	640	560	530
1 – 4	80	110	110	100	80	60	100	100	80	110
2 – 1	50	70	90	60	100	110	100	90	60	60
2 – 3	80	140	70	100	70	150	50	130	90	70
2 – 4	720	600	650	700	800	510	480	750	550	620
3 – 1	550	440	750	800	640	730	750	500	600	650
3 – 2	90	100	100	80	70	90	90	90	100	80
3 – 4	150	100	130	40	140	60	130	90	110	60
4 – 1	60	80	40	160	40	90	100	80	70	150
4 – 2	770	640	580	670	600	590	480	720	800	680
4 – 3	70	90	60	90	100	80	80	70	90	90

Таблиця 4.3

Інтенсивність пішохідних потоків на переходах, чол./год.

Напрямок переходу	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – 3	540	630	0	750	902	230	670	255	0	813
3 – 1	0	500	620	250	830	700	0	710	640	546
2 – 4	800	0	520	480	0	620	950	620	180	470
4 – 2	650	470	830	0	610	480	180	360	470	0

Вказівки до виконання завдання

Оцінка складності і небезпеки перехрестя виконується методом конфліктних точок.

1. Схема конфліктних точок складається згідно рекомендацій [6, с. 118; 8, с. 112].

2. Ступінь складності нерегульованого перехрестя визначається умовним показником по системі [6]:

$$m = n_0 + 3n_3 + 5n_n, \quad (4.1)$$

де n_0 , n_3 , n_n – відповідно число конфліктних точок відхилення, злиття і перетинання транспортних потоків.

Значення n_0 , n_3 та n_n визначаються за схемою конфліктних точок.

Якщо $m < 40$, то перехрестя просте; $40 < m < 80$ – перехрестя середньої складності; $80 < m < 150$ – перехрестя складне; $m > 150$ – перехрестя дуже складне.

За даними табл. 4.2 розраховуються індекси інтенсивності транспортних потоків для кожної конфліктної точки:

$$\sigma_{Ni} = 0,01 \cdot (M_i + N_i), \quad (4.2)$$

де M_i та N_i – інтенсивність руху транспортних потоків, які перетинаються, зливаються чи розділяються в даній точці, авт./год.

Ступінь складності перехрестя в цілому з урахуванням індексу інтенсивності визначається за формулою:

$$m_{\sigma N} = \sum_{i=1}^{n_0} \sigma_{NI}^a + 3 \sum_{i=1}^{n_3} \sigma_{NI}^c + 5 \sum_{i=1}^{n_n} \sigma_{NI}^n, \quad (4.3)$$

3. Ступінь небезпеки кожної конфліктної точки нерегульованого перехрестя визначається за формулою:

$$g_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{K_p}, \quad (4.4)$$

де K_i – відносна аварійність конфліктної точки, ДТП на 10 млн. авт.; K_p – коефіцієнт річної нерівномірності.

Вихідні дані для розрахунків обираються з табл. 4.1, 4.2 згідно схеми

перехрестя (див. рис. 4.1). Значення K_i приймаються згідно рекомендацій [10, с.152, 153] та характеристик перехрестя (табл. 4.1), а значення K_p приймається згідно рекомендацій [10, с. 38]. При цьому місяць проведення обстеження інтенсивності руху приймається довільно. Головним є напрямок 2 - 4.

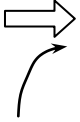
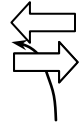
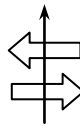

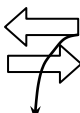



За показником g_i визначають найнебезпечнішу конфліктну точку. Загальна небезпека нерегульованого перехрестя характеризує можливу кількість ДТП за рік:

$$G = \sum_{i=1}^n g_i, \quad (4.5)$$

де n – кількість конфліктних точок на перехресті.

Таблиця 4.4

Відносна аварійність конфліктних точок

Взаємодія потоків	Схема руху	Характеристика перехрестя	Відносна аварійність, ДТП на 10 млн. автомобілів	
			Необладнане перехрестя	Каналізоване перехрестя
1	2	3	4	5
Злиття	Поворот праворуч 	$R < 15$ м $R \geq 15$ м $R \geq 15$ м, перехідні криві $R \geq 15$ м, перехідні криві, перехідно-швидкісні смуги	0,0250 0,0040 0,0008 0,0003	0,0200 0,0020 0,0008 0,0003
	Поворот ліворуч 	10 м $10 \text{ м} < R < 25$ м $10 \text{ м} < R < 25$ м, перехідно-швидкісні смуги	0,0320* 0,0025* 0,0005	0,0022* 0,0017* 0,0005
Перетинання		$0^{\circ} < \alpha < 30^{\circ}$ $30^{\circ} < \alpha < 50^{\circ}$ $50^{\circ} < \alpha < 75^{\circ}$ $75^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$ $90^{\circ} < \alpha < 120^{\circ}$ $120^{\circ} < \alpha < 150^{\circ}$ $150^{\circ} < \alpha < 180^{\circ}$	0,0080 0,0050 0,0036 0,0056 0,0120 0,210 0,0350	0,00E0 0,0025 0,0018 0,0028 0,0060 0,0105 0,0175
Розділення	На правому повороті 	$R < 15$ м $R \geq 15$ м $R \geq 15$ м, перехідні криві $R \geq 15$ м, перехідні криві, перехідно-швидкісні смуги	0,200 0,0060 0,0005 0,0001	0,0200 0,0060 0,0005 0,0001
	На лівому повороті 	$R < 10$ м $10 \text{ м} < R < 25$ м $10 \text{ м} < R < 25$ м, перехідно-швидкісні смуги	0,0300 0,0040 0,0010	0,0300 0,0025 0,0010
Два поворотних потоки		Розподіл двох потоків	0,0015	0,0010
		Перетинання двох лівоповоротних потоків	0,0020	0,0005
		Злиття двох потоків	0,0025	0,0012

Примітка: Для визначення K_i дані табл. 4.4, які помічені зірочкою, треба помножити на коефіцієнт K_α , що враховує кут перетинання доріг (див табл. 4.5)

Таблиця 4.5

Вплив кута перетинання доріг на відносну аварійність.

α , град	до 30	40	50-75	90	120	150
K_α	1,8	1,2	1,0	1,2	1,9	2,1

Далі необхідно розрахувати показник аварійності K_a , яким оцінюється рівень забезпеченості безпеки руху на перехресті:

$$K_a = \frac{G \cdot K_p \cdot 10^7}{25 \cdot N_{\text{сум}}}, \quad (4.6)$$

де $N_{\text{сум}}$ – сума добових інтенсивностей руху на всіх напрямках на перехресті, авт/доб.

Отримавши значення K_a , робимо висновки про небезпеку нерегульованого перехрестя. Якщо $K_a < 3$, то перехрестя є безпечним; якщо $3 \leq K_a < 8$ – перехрестя майже безпечне; якщо $8 \leq K_a < 12$ – перехрестя небезпечне і якщо $K_a \geq 12$ – перехрестя дуже небезпечне.

4. Вихідні дані для виконання завдання вибираються з табл. 4.2, табл. 4.3 згідно схеми на рис. 4.1. Кількість смуг на головному напрямку 2-4 визначається з табл. 4.1, пішохідні переходи розміщуються праворуч від транспортних потоків відповідних напрямків.

Для визначення ступеня небезпеки перехрестя зі світлофорним регулюванням (рис. 4.1) спочатку необхідно виявити конфліктні точки для кожної фази регулювання. Світлофорне регулювання на перехресті працює за двофазною схемою. Встановивши характер взаємодії потоків, можна розрахувати ступень небезпеки кожної конфліктної точки регульованого перехрестя:

$$g_i = K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 10^{-2} \quad (4.7)$$

Значення K_i для регульованого перехрестя приймаються згідно рекомендацій [10, с.154] з табл. 4.4. Можливе число наїздів біля стоп-лінії визначається за формулою:

$$g_n = K_n (M_{\text{сум}} \cdot N_{\text{сум}}) \cdot 0,01, \quad (4.8)$$

де $K_n = 0,012425$ – коефіцієнт небезпеки наїзду, ДТП на 10 млн. авт.;

$M_{\text{тсум}}$, $N_{\text{тсум}}$ – сумарні годинні інтенсивності руху на головній та другорядній дорогах, авт/год.

Можлива кількість ДТП на перехресті за рік без урахування ДТП з пішоходами розраховується за залежністю:

$$G_p = 0,468 + g_n + \sum_{i=1}^n g_i, \quad (4.9)$$

Можлива кількість ДТП з пішоходами на перехресті за рік:

$$G_n = 0,0025 + 0,00092 \cdot \sum_{i=1}^k (N_{ni}^{1/4} \cdot N_{mi}), \quad (4.10)$$

де N_{ni} – годинна інтенсивність руху пішоходів по переходу, піш./год.;
 N_{mi} – сумарна годинна інтенсивність транспортних потоків через перехід, авт./год.; k – число пішохідних переходів на перехресті.

Загальна кількість ДТП на регульованому перехресті за рік:

$$G = G_p + G_n \quad (4.11)$$

Після цього необхідно розрахувати показник K_a для регульованого перехрестя за формулою (4.6).

Контрольні запитання

1. Що таке конфліктна точка? Види конфліктних точок.
2. Що таке індекс інтенсивності транспортних потоків у конфліктній точці?
3. Чим визначається ступінь складності перехрестя?
4. Які перехрестя називають каналізованими?
5. Відносна аварійність конфліктної точки. Від чого вона залежить?
6. Основні фактори, які визначають аварійність на перехресті.
7. Вкажіть найнебезпечніші за результатами розрахунків конфліктні точки.
8. Від чого залежить кількість ДТП з пішоходами за рік?

Практичне заняття №5

Пропускна здатність доріг, вулиць та перехресть

Мета роботи – оволодіння методикою і придбання навичок в розрахунках пропускної здібності доріг, вулиць, перехресть і кількісного визначення рівня їх завантаження.

Пропускна здатність є розрахунковою величиною і визначається щодо однієї смуги руху. При розрахунку пропускної спроможності для багатосмугових доріг впроваджуються коефіцієнти. Для двохсмугових доріг з рухом в одному напрямку розрахункова пропускна спроможність знижується введенням коефіцієнту $k = 1,8$ до суми пропускної спроможності по кожній смузі. Для трьохсмугових доріг $k = 2,4$, а для чотирьохсмугових доріг $k = 2,9$.

Вихідні дані для розрахунків:

а) для усіх варіантів «зазор безпеки» l_3 приймається рівним 4 м ($l_3 = 4$ м).

б) середні значення довжини автомобілю у складі транспортного потоку (l_4 , м) і час реакції водія (t , с) приймаються по табл. 5.1. Варіант вибирається за останньою цифрою номера залікової книжки. Значення розрахункової швидкості (V , км/год.) приймається за табл. 5.2, варіант вибирається за передостанньою цифрою номера залікової книжки.

в) відстань між перехрестями і швидкості руху приведені в табл. 5.3. значення прискорення і затримки – в табл. 5.4, варіант в табл. 5.3 і табл. 5.4 вибирається за останньою цифрою номера залікової книжки. Значення середньої затримки автомобілів на перехрестях (Δ) приймається для всіх випадків однаковою, $\Delta = 4$ с.

г) тривалість циклу світлофорного регулювання і тривалість зеленого сигналу світлофора приймаються за табл. 5.5, варіант обирається за останньою цифрою номеру залікової книжки. Данні табл. 5.5 використовуються при визначенні пропускної спроможності регульованих перехресть.

д) при визначенні пропускної спроможності нерегульованих перехресть вихідні дані приймаються по табл. 5.6 (варіант вибирається за передостанньою цифрою номера залікової книжки) і по табл. 5.7 (варіант вибирається за передостанньою цифрою номера залікової книжки студенту).

Таблиця 5.1

Розрахункова довжина автомобіля і час реакції водія

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_4 , м	6	7	5	8	10	11	7	12	6	8
t , с	1,2	1,3	1,1	1,2	1,0	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1

Таблиця 5.2

Розрахункова швидкість руху автомобілів

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V , км/год.	82	80	79	81	78	76	77	75	76	74

Таблиця 5.3

Відстань між перехрестями і швидкість руху

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$L, \text{ м}$	360	380	400	420	480	460	450	440	430	370
$V, \text{ м/с}$	16,0	15,6	15,8	15,0	15,3	15,4	15,9	16,1	16,5	16,6

Таблиця 5.4

Прискорення та уповільнення

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a, \text{ м/с}^2$	1,30	1,25	1,34	1,40	1,35	1,39	1,43	1,42	1,34	1,45
$b, \text{ м/с}^2$	4,10	4,15	4,30	4,25	4,18	4,32	4,16	4,40	4,38	4,36

Таблиця 5.5

Тривалість циклу світлофорного регулювання і зеленого сигналу

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_{ц}, \text{ с}$	60	58	56	62	54	52	64	62	60	66
$t_3, \text{ с}$	28	26	24	30	24	22	30	28	26	34

Таблиця 5.6

Швидкість руху на перехресті

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_1, \text{ км/год.}$	26	24	28	27	25	24	22	20	24	26
$V_2, \text{ км/год.}$	16	14	12	17	15	14	13	11	13	15

Таблиця 5.7

Частка автомобілів, які їдуть прямо, частка автомобілів, які повертають ліворуч та довжина автомобіля

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	0,70	0,72	0,74	0,76	0,75	0,77	0,80	0,78	0,79	0,71
m	0,30	0,28	0,26	0,24	0,25	0,23	0,20	0,22	0,21	0,29
$l_4, \text{ м}$	7	6	8	10	8	6	6	8	8	10

Завдання

1. Визначити пропускну спроможність однієї смуги руху.
2. Визначити коефіцієнти зниження пропускну спроможності через вплив перехресть.
3. Визначити пропускну спроможність смуги руху на перехресті.
4. Визначити пропускну спроможність регульованих і нерегульованих перехресть.
5. Визначити кількісне значення завантаження дороги і побудувати епюру для ділянки з середнім значенням параметрів транспортних потоків (значення параметрів транспортних потоків приймаються по даним теми 3).
6. Зробити висновки по роботі.

Вказівки до виконання завдань

Пропускна спроможність (P_n) смуги проїжджої частини дороги, міської вулиці або магістралі визначається за формулою:

$$P_n = \frac{1000 \cdot V}{L_0}, \quad (5.1)$$

де V – швидкість руху автомобілів, км/год.; L_0 – динамічний габарит автомобілю, м.

Динамічний габарит складає розрахункову довжину зупинного шляху (тема 2) з додаванням довжини транспортного засобу і зазору безпеки.

Перетинання доріг і перехресть вулиць зменшують величину пропускну спроможності внаслідок виникнення затримок автомобілів, пов'язаних з пропуском автомобілів у конфліктуючому напрямку. Для міських вулиць вплив перехресть на пропускну спроможність враховується введенням понижуючих коефіцієнтів. В таких випадках коефіцієнт зниження пропускну здатність α визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{L}{L + V\Delta + \frac{V^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)}, \quad (5.2)$$

де L – відстань між перехрестями вулиці, м; V – швидкість автомобілів, м/с; Δ – середня величина затримки автомобілів. Приймається рівною 3-5 с; a – прискорення при наборі швидкості, приймається в розрахунках $a=1,3$ м/с²; b – уповільнення при гальмуванні, приймається в розрахунках $b=4...5$ м/с².

Визначення середньої величини затримки Δ викликає деяку неоднозначність, тому з деяким наближенням (для регульованих перехресть)

можна використовувати вираз:

$$\alpha' = \frac{L}{L + \frac{V^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{V}{2} \cdot (T_y - t_3)}, \quad (5.3)$$

де T_y – цикл світлофорного регулювання, с; t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора, с; V – швидкість автомобілів у потоці, м/с.

Розрахований коефіцієнт зниження пропускної можливості α або α' вводитьься до формули пропускної спроможності смуги

$$P_n = \alpha \frac{1000 \cdot V}{L}, \quad (5.4)$$

Пропускна спроможність смуги на регульованих перехрестях визначаються за виразом

$$P_{nep} = \frac{3600}{T_y \cdot t_a} \cdot t_3, \quad (5.5)$$

де t_3 – тривалість зеленого сигналу світлофора, с; t_a – середнє значення часу проходження кожного з автомобілів у потоці, приймається рівним 2..2,5 с.

Пропускна здатність нерегульованих перехресть залежить від багатьох факторів, але неможливо сформулювати визначену закономірність, враховуючи ці фактори.

Через нерегульовані перехрестя автомобілі також проходять по чергово в одному і іншому, (конфліктуючих) напрямках. Тривалість їх пропуску носить випадковий, неорганізований характер.

Якщо на перехресті виключити ліві повороти протилежного напрямку складе:

$$P_1 = 2 \frac{1000 \cdot V}{L_\partial}, \quad (5.6)$$

де P_1 – пропускна спроможність двох смуг одного напрямку, авт/год.; V – швидкість проїзду через перехрестя, км/год.; L_∂ – динамічний габарит автомобілів, що рухаються прямо, м.

На конфліктуючому напрямку, при виключені лівих поворотів, пропускна спроможність буде такою ж, як і на першому напрямку, тобто:

$$P_2 = 2 \frac{1000 \cdot V'}{L'_\delta}, \quad (5.7)$$

Тоді пропускна спроможність перехрестя складе:

$$P_{пер} = P_1 + P_2 \quad (5.8)$$

При наявності лівоповоротних потоків пропускна спроможність кожного напрямку зменшується, внаслідок затримок для пропуску автомобілів, які повертають ліворуч.

Спостереженнями встановлено, що середня швидкість проїзду автомобілів через перехрестя з лівими поворотами приблизно в два рази менше швидкості проїзду автомобілів в прямому напрямку (праві повороти не знижують пропускної спроможності перехрестя, тому їх проїзд умовно приймається з тими ж характеристиками, що й в прямому напрямку).

Час реакції водія на перехресті в 1,5-2 рази більше за норму, і приймається в розрахунках рівним $t_p = 1,0$ с.

Виходячи з цього, пропускна спроможність одного напрямку може бути розрахована через задане відсоткове співвідношення автомобілів, що їдуть прямо на перехресті і автомобілів, які повертають ліворуч.

Тоді пропускна спроможність всього перехрестя з лівоповоротними потоками визначиться так:

$$P_{1n} = 2 \left(n \cdot \frac{1000 \cdot V_1}{L'_\delta} + m \cdot \frac{1000 \cdot V_2}{L''_\delta} \right), \quad (5.9)$$

де P_{1n} – пропускна спроможність перехрестя при руху в прямому напрямку і з лівими поворотами, авт/год.; n – частка автомобілів, які їдуть прямо; V_1 – швидкість руху автомобілів, в прямому напрямку, км/год.; m – частка автомобілів, які їдуть ліворуч; V_2 – швидкість руху автомобілів, які звертають ліворуч, км/год.; L'_δ – динамічний габарит автомобілів, які їдуть прямо, м; L''_δ – динамічний габарит автомобілів, які повертають ліворуч, м.

Динамічні габарити в кожному випадку визначаються за відомим виразом:

$$L_\delta = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + l_3 + l_4 \quad (5.10)$$

де V – швидкість, км/год.; t_p – час реакції водія, с; l_3 – зазор безпеки, м; l_4 – довжина автомобіля, м.

Для автомобілів які рухаються в прямому напрямку, приймається $V = V_1$, а для тих, що повертають ліворуч – $V = V_2$.

У формулі 5.10 прийнято, що стан гальмівних систем автомобілів у потоці однаковий.

Кількісні значення завантаження смуги дороги, магістралі або вулиці рухом визначаються через розрахункові характеристики параметрів транспортних потоків, таких як коефіцієнт завантаження K_3 , коефіцієнт швидкості K_v , рівень завантаженості дороги рухом λ .

За даними теми 3 (інтенсивність, швидкість і щільність транспортних потоків), визначаються:

$$K_3 = \frac{N}{P} ; \quad (5.11)$$

$$K_v = \frac{V_z}{V} \quad (5.12)$$

де V_z – фактична швидкість, км/год.; V – швидкість вільного руху, км/год.

$$\lambda = \frac{q_z}{q_{max}}, \quad (5.13)$$

де q_z – фактична щільність, авт/км; q_{max} – найбільша щільність, авт/км.

Розрахунки виконуються для 4-5 випадків.

За результатами розрахунків будуються епюри, стосовно до ділянки дороги визначається стан транспортних потоків. Наводяться обґрунтування по вибору оптимальних рішень.

Контрольні запитання

1. З якою метою визначається пропускна спроможність доріг, магістралей, вулиць і перехресть?
2. Чим обумовлено зниження пропускної спроможності на перетинаннях і перехрестях?
3. Які існують методи визначення пропускної спроможності регульованих і нерегульованих перехресть?
4. Як впливає склад транспортних потоків на пропускну спроможність?
5. Що визначають розрахункові характеристики параметрів транспортних потоків?
6. Які розрахункові характеристики визначають необхідність введення світлофорного регулювання та (або) побудову розв'язок у різних рівнях?

Практичне заняття №6

Поперечна стійкість автомобіля

Мета роботи – придбання практичних навичок розрахунку критичної швидкості при повороті по заносу і перекиданню автомобілів.

Вихідні дані для виконання роботи наведені в табл. 6.1, 6.2. Вибір варіанту виконується в табл. 6.1 – за останньою цифрою номера залікової книжки, в табл. 6.2 – за передостанньою.

Завдання

1. Розрахувати складову коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою у поперечному напрямку.

2. Визначити критичну швидкість і критичний радіус повороту по перекиданню.

Таблиця 6.1

Характеристика дорожніх умов

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою	0,60	0,35	0,45	0,75	0,80	0,50	0,65	0,40	0,55	0,70
2. Повздовжня складова коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою	0,42	0,28	0,34	0,51	0,55	0,35	0,49	0,30	0,38	0,45
3. Поперечний ухил, %	2	5	4	0	3	1	6	1	2	3
4. Радіус повороту, м	180	250	200	140	110	240	160	220	190	130

Таблиця 6.2

Компонувальні параметри автомобіля

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Колія автомобіля, м	1,8	1,7	2,0	1,9	2,4	2,1	1,8	2,2	1,6	2,3
2. Висота центру мас, м	0,7	0,7	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	1,1
3. Поперечне зміщення центру мас, м	0,36	0,34	0,38	0,38	0,44	0,42	0,40	0,42	0,35	0,45

Вказівки до виконання завдань

1. Складова коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою в поперечному напрямку розраховується за формулою:

$$\varphi_{ll} = \sqrt{\varphi_{np}^2 - \varphi_l^2}, \quad (6.1)$$

де φ_{np} – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою; φ_l, φ_{ll} – складові коефіцієнта зчеплення відповідно в повздовжньому і поперечному напрямку.

2. Критична швидкість криволінійного руху по заносу визначається в залежності:

$$V'_{\partial\partial} = \sqrt{g \cdot R \cdot (\varphi_{ll} \pm \alpha)}, \quad (6.2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; R – радіус повороту, м; α – поперечний ухил проїжджої частини, %.

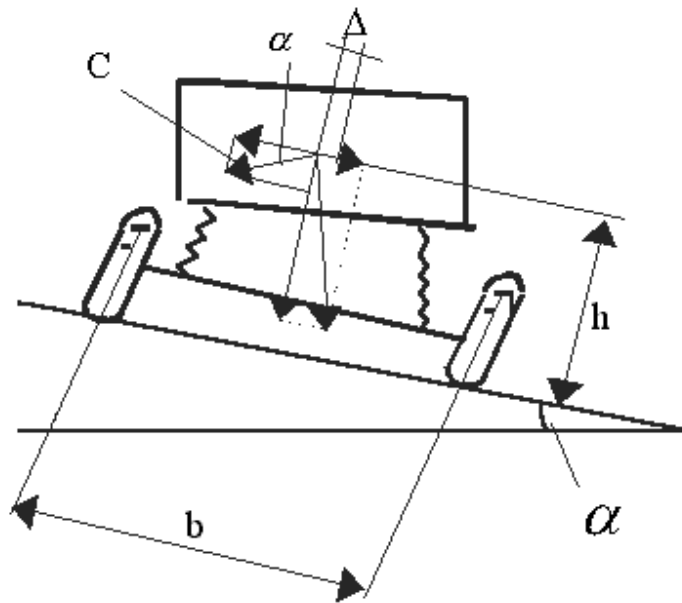


Рис. 6.1. Рух автомобіля на повороті

Критичний радіус повороту по заносу ($R'_{кр}$) визначається для заданих характеристик дорожніх умов і швидкості руху автомобіля $V = 70$ км/год. При цьому треба скористатися формулою (6.2), та привести її до зручного вигляду.

Критична швидкість руху автомобіля по перекиданню при повороті визначається за формулою:

$$V''_{кр} = \sqrt{g \cdot R \cdot (\mu \pm \alpha)}, \quad (6.3)$$

де μ – коефіцієнт поперечної сили, який розраховується за формулою:

$$\mu = \frac{b - 2 \cdot \Delta}{2 \cdot h}, \quad (6.4)$$

де b – колія автомобілю, м; h – висота центру мас автомобіля, м; Δ – поперечне зміщення центру мас, м.

Критичний радіус повороту по перекиданню ($R''_{кр}$) розраховується за допомогою залежності (6.3) для $V = 70$ км/год.

Після виконання розрахунків необхідно зробити висновки про стійкість автомобіля при заданих умовах руху.

Контрольні запитання

1. Що таке стійкість автомобіля?
2. Які сили діють на автомобіль при криволінійному русі?
3. Що є оціночним критерієм поперечної стійкості?
4. Чим визначається поперечна стійкість автомобілю?
5. Який вплив поперечного ухилу проїжджої частини на поперечну стійкість автомобіля?
6. Як впливають на поперечну стійкість автомобіля його компоувальні параметри?

Практичне заняття №7

Цикл світлофорного регулювання

Мета роботи – придбання навичок розрахунку параметрів циклу світлофорного регулювання.

Вихідні дані для виконання роботи наведені в табл. 7.1, 7.2. Вибір варіанту виконується в табл. 7.1 за передостанньою цифрою номера залікової книжки, а в табл. 7.2 за останньою.

Завдання

1. Скласти схему організації руху на регульованому перехресті.
2. Визначити потоки насичення і фазові коефіцієнти.
3. Визначити тривалість циклу, основних і проміжних тактів регулювання.
4. Оцінити якість схеми організації руху на перехресті.

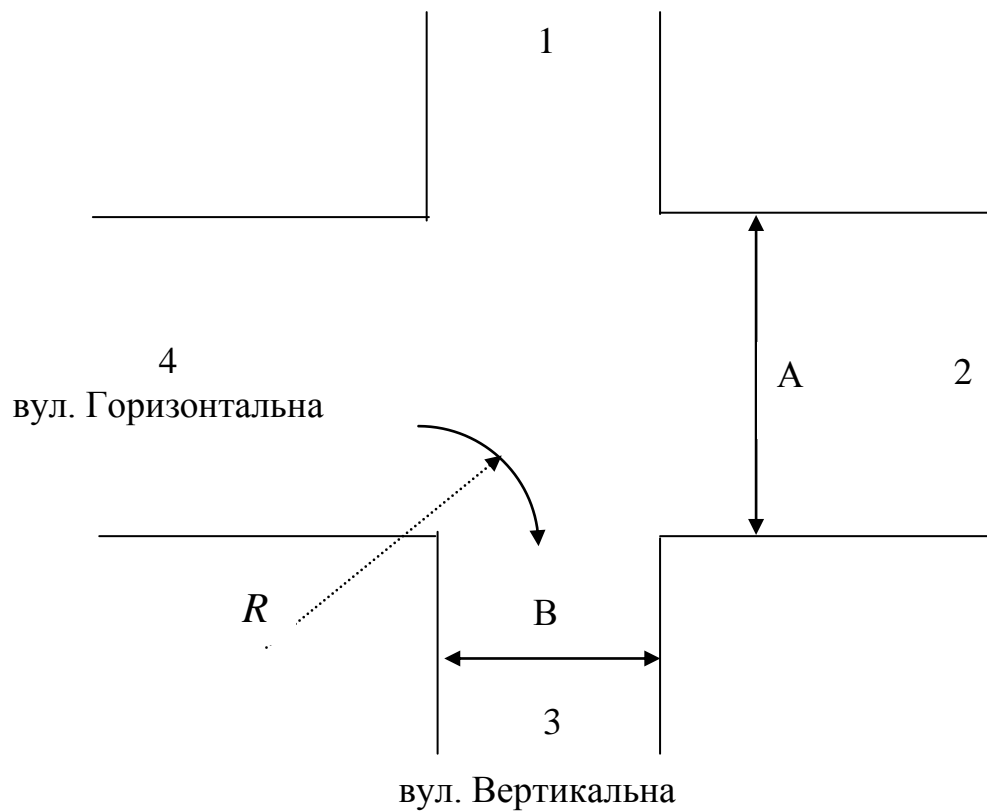


Рис. 7.1. Схема перехрестя

Таблиця 7.1

Параметри перехрестя

Показник		Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ширина проїжджої частини, м	A	16	18	20	15	17	22	19	18	20	23
	B	10	8	9	12	11	10	9	12	7	8
Радіус закруглення, м		4	6	5	7	4	7	6	5	6	5
Повздовжній ухил вул. Вертикальної, %		1	0	2	0	6	7	4	0	1	5
Повздовжній ухил вул. Горизонтальної, %		3	5	2	7	0	0	2	6	2	0
Середня швидкість руху в прямому напрямку, км/год		40	45	48	50	52	43	53	55	46	47
Середня швидкість руху в зворотному напрямку, км/год		22	24	30	25	24	25	28	30	24	27
Прибуття транспортних засобів до перетинання		C*	P*	C	C	P	C	P	C	C	P

Примітка *: C – випадкове, P – рівномірне.

Вказівки до виконання завдань

1. Схема проїзду транспортних засобів на перехресті складається для двофазного циклу регулювання. У першій фазі організовано пропуск транспортних потоків по вул. Горизонтальній у всіх напрямках, а також пішохідних потоків, які слідують по вул. Горизонтальній.

У другій фазі відбувається рух транспортних потоків вулицею Вертикальною у всіх напрямках, а також пішохідних потоків по вул. Вертикальній. При цьому рух поворотних транспортних потоків, які конфліктують з пішохідними, має бути організований методом «просочування».

Таблиця 7.2

Середньодобова інтенсивність транспортних потоків на перехресті, авт./год

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – 2	203	220	270	110	140	170	190	180	150	210
1 – 3	262	241	195	155	175	255	235	160	140	170
1 – 4	113	123	143	163	153	193	95	118	0	206
2 – 1	176	120	0	240	210	215	265	275	148	75
2 – 3	211	190	200	240	220	150	170	240	130	160
2 – 4	334	470	530	580	630	690	740	770	390	420
3 – 1	196	206	235	275	0	315	260	330	300	210
3 – 2	97	180	155	240	260	310	290	270	190	0
3 – 4	123	170	265	80	311	130	0	142	230	173
4 – 1	182	215	0	111	170	0	233	195	213	306
4 – 2	487	516	610	530	410	740	700	670	840	450
4 – 3	212	250	183	0	150	350	263	0	248	351

Схема організації дорожнього руху зображується на двох рисунках. На кожному рисунку зображуються дозволені напрямки руху транспортних і пішохідних потоків відповідно для 1-ої та 2-ої фази регулювання. При цьому необхідно врахувати, що на проектному перехресті вул. Горизонтальна має дві смуги для руху транспортних засобів в кожному напрямку, а вул. Вертикальна – по одній смузі в кожному напрямку. Світлофори не мають додаткових секцій. Тому рух транспортних засобів в прямому та протилежному напрямках по вул. Горизонтальній на сигнал світлофора, який дозволяє рух можливий з крайньої правої смуги – прямо і направо, з крайньої лівої – прямо і наліво. Для зображення транспортних і пішохідних потоків та сигналів світлофора використовуються стандартні умовні позначення [9, с.34-36; 8, с.156]. План перетинання викреслюється у масштабі.

2. Потоки насичення розраховуються окремо для кожного напрямку руху транспортних потоків на перехресті. Оскільки перехрестя ще тільки у проекті,

потоки насичення визначаються не шляхом натурних спостережень, а за емпіричними залежностями [10, с.136; 9, с.42]:

$$M_{nj} = K_{uj} \cdot K_{ij} \cdot K_{Rj} \cdot K_{nj} \quad (7.1)$$

де M_{nj} – потік насичення j -го транспортного напрямку; K_{uj} , K_{ij} , K_{Rj} , K_{nj} – коефіцієнти, які враховують вплив відповідно ширини проїжджої частини, повздовжнього ухилу, радіуса кривизни траєкторії і організації руху поворотних потоків.

$$K_{uj} = 525 \cdot B_{nчj} \quad (7.2)$$

де $B_{nчj}$ – ширина проїжджої частини, яка відведена для конкретного транспортного потоку j на даному підході до перехрестя, м.

Формула (7.2) застосовується при $5,4 \text{ м} \leq B_{nч} \leq 18 \text{ м}$. Якщо $B_{nч} < 5,4 \text{ м}$, то для розрахунку потрібно використовувати наступні дані:

Таблиця 7.3

Залежність $525 \cdot B_{nч}$ від ширини проїжджої частини

Ширина проїжджої частини, м	3,0	3,5	3,75	4,0	4,5	5,0
Значення $525 \cdot B_{nч}$, авт/год	1800	1900	2000	2100	2300	2600

При інших значеннях $B_{nч}$ для визначення потоку насичення використовується лінійна інтерполяція чи екстраполяція.

Коефіцієнт, який враховує вплив повздовжнього ухилу:

$$K_j = 1 \pm \frac{3 \cdot i}{100} \quad (7.3)$$

де i – повздовжній ухил, %

При використанні значень з табл. 7.1 напрямок ухилу обирається довільно. При цьому потрібно пам'ятати, що підйом зменшує, а спуск збільшує потоки насичення M_{nj} .

Коефіцієнт, який враховує радіус повороту (тільки для поворотних потоків):

$$K_{Rj} = \frac{1}{1 + \frac{1,525}{R}} \quad (7.4)$$

де R – радіус повороту автомобіля, м.

Значення R визначають за планом перехрестя, викресленому у масштабі.

Якщо з якоїсь смуги транспортні засоби рухаються у різних напрямках, потік насичення зменшується через взаємні перешкоди автомобілів. З урахуванням цього:

$$K_i = \frac{100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c} \quad (7.5)$$

де a, b, c – відсотки інтенсивності руху транспортних засобів відповідно прямо, ліворуч і праворуч від загальної інтенсивності напрямку, %.

Вплив K_n на M_{nj} можна не враховувати при відсотку поворотних потоків менше 10 %. Оскільки вул. Горизонтальна має по дві смуги руху в прямому і зворотному напрямку, перед розрахунком M_{nj} по цій вулиці визначаються інтенсивність руху різних потоків по кожній смузі. При цьому потрібно вважати, що сумарна інтенсивність руху в прямому напрямку розподіляється між двома смугами рівними частками. В зворотному напрямку – аналогічно.

Фазові коефіцієнти визначаються для кожного з напрямків руху на перехресті у відповідній фазі регулювання:

$$Y_j = \frac{N_j}{M_{ij}} \quad (7.6)$$

де N_j – інтенсивність руху j -го транспортного потоку у відповідній фазі регулювання.

Перед розрахунком тривалості циклу визначаються розрахункові фазові коефіцієнти та тривалість проміжних тактів. У якості розрахункових фазових коефіцієнтів для кожної фази (Y_1 та Y_2) обираються найбільші фазові коефіцієнти конкретних напрямків руху у відповідній фазі. Сума розрахункових фазових коефіцієнтів:

$$Y = (Y_1 + Y_2), \quad (7.7)$$

Тривалість проміжних тактів в кожній фазі (t_{n1} та t_{n2}) розраховується з умови запобігання зіткнення з транспортними засобами, які починають рух у наступній фазі:

$$t_n = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_m} + \frac{3,6 \cdot (l_j + l_a)}{V_a} \quad (7.8)$$

де V_a – середня швидкість транспортних засобів при русі на підході до перехрестя в зоні перетинання, км/год; a_m – середнє уповільнення

транспортного засобу при включенні сигналу, який забороняє рух, m/c^2 ; l_j – відстань від стоп-лінії до найдальшої конфліктної точки перетинання з транспортними потоками, які починають рух у наступній фазі, м; l_a – довжина транспортного засобу, що найчастіше всього зустрічається в потоці, м.

Значення V_a для прямого і поворотного руху в зоні перехрестя вибираються з табл. 7.1. Для практичних розрахунків приймають $a_m = 3...4, m/c^2$. З урахуванням переважно легкового руху автомобілів в містах, приймаються $l_a = 5$ м. При визначенні l_j для кожної фази використовується план перехрестя, виконаний в масштабі. Стоп-лінія розташовується на відстані 7...11 м від перетинаємої проїжджої частини. Для забезпечення вимог безпеки руху, тривалість проміжних тактів (t_n) повинна знаходитися в інтервалі $3 \text{ с.} \leq t_n \leq 4 \text{ с.}$ Якщо розрахункове значення t_n виходить за межі вказаного інтервалу, t_n належить скорегувати.

Після цього визначають сумарну тривалість проміжних тактів:

$$T_n = t_{n1} + t_{n2}, \quad (7.9)$$

Розрахунок тривалості циклу світлофорного регулювання виконується в залежності від характеру прибуття транспортних засобів до перетинання. Рівномірному прибуттю транспортних засобів відповідає формула:

$$T_{\ddot{o}} = \frac{T_i}{1 - Y} \quad (7.10)$$

При випадковому прибутті транспортних засобів тривалість циклу розраховується за формулою Ф. Вебстера [1]:

$$T_{\ddot{o}} = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - Y} \quad (7.11)$$

По міркуванням безпеки руху значення $T_{\ddot{o}}$ приймається : $T_{\ddot{o}} = 25...120 \text{ с.}$

Тривалість основного такту в k -ій фазі розраховується за формулою:

$$T_{ok} = \frac{(\ddot{O}_{\ddot{o}} - \ddot{O}_i) \cdot Y_k}{Y} \quad (7.12)$$

де Y_k – розрахунковий фазовий коефіцієнт даного напрямку.

Виходячи з вимог безпеки, T_{ok} звичайно приймають не менш 7 с. Тому при необхідності розрахункове значення T_{ok} збільшують до мінімально допустимого.

4. Якість прийнятої схеми організації руху на перехресті оцінюють через

ступінь насичення напрямків руху:

$$\tilde{O}_j = \frac{N_j \cdot N_{\delta}}{M_{ij} \cdot t_{oj}}, \quad (7.13)$$

де X_j – ступінь насичення j -го напрямку руху; t_{oj} – тривалість основного такту тієї фази, в якій організовано пропуск через перетинання транспортних засобів j -го напрямку.

Найбільш раціональні схеми організації руху на перехресті забезпечують ступінь насичення напрямків не більше $X = 0,85 \dots 0,90$. при $X > 1$ – виникає заторовий стан у відповідному напрямку. Наявність малонасичених напрямків і їх рівномірне завантаження свідчить о нераціональному використанні пропускнуої спроможності перехрестя.

Контрольні запитання

1. Назвіть елементи циклу світлофорного регулювання.
2. Які схеми організації руху транспортних засобів на перехрестях можуть прийматися?
3. Яка послідовність розрахунку режиму світлофорного регулювання?
4. Що таке потік насичення і які методи його визначення?
5. Що таке фазовий коефіцієнт?
6. Як впливає характер прибуття транспортних засобів до перехрестя на раціональну тривалість циклу регулювання?
7. Чим визначається тривалість проміжного такту?
8. Які існують обмеження при визначенні тривалості циклу, основних і проміжних тактів?
9. Що таке ступінь насичення напрямку руху?
10. Чим визначається якість схеми організації руху на перехресті?

Практичне заняття №8

Оцінка ступеню небезпечності ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнту аварійності

Мета роботи – здобуття практичних навичок в визначенні ступеню небезпечності ділянок дорожньої мережі.

Вхідні дані:

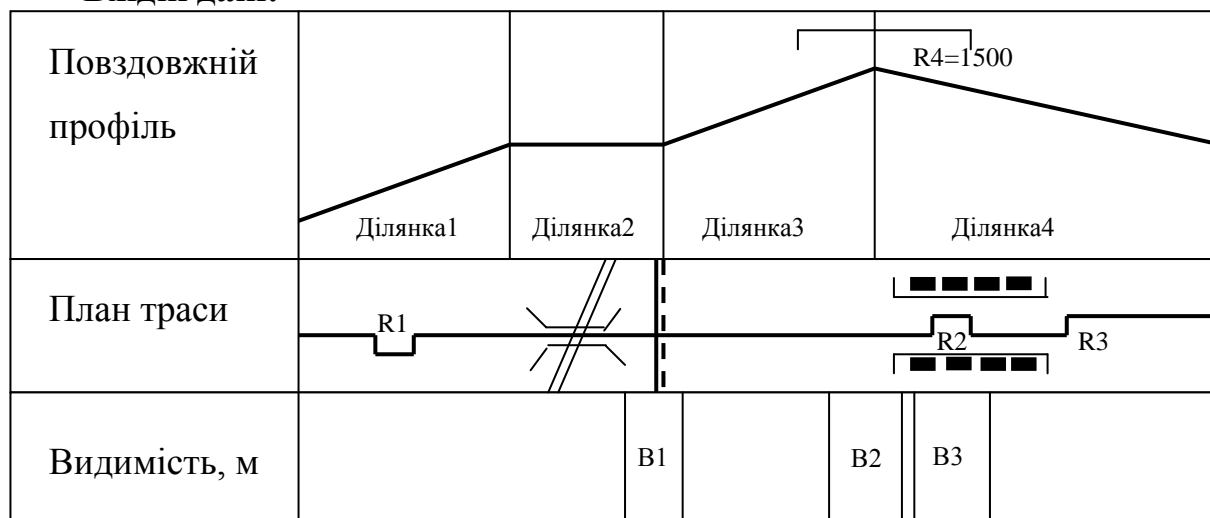


Рис. 8.1. Характеристика дорожньої мережі

Таблиця 8.1

Характеристика перегонів

Показник	Ділянка	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Довжина перегону, м.	1	500	400	600	700	500	350	640	580	420	310
	2	300	500	350	450	240	660	680	900	560	470
	3	200	300	240	420	180	360	500	420	280	250
	4	900	1000	1150	850	740	600	1200	600	950	870
2. Подовжній ухил на перегоні, ‰	1	40	50	60	45	35	60	45	30	70	55
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	90	80	75	65	80	100	60	80	85	65
	4	30	5	25	15	23	14	18	22	24	25
3. Ширина проїжджої частини, м		7	7,5	10,5	7	10,5	14	7	7,5	10,5	14
4. Ширина узбіччя, м		0,5	1,5	2	1,5	1,5	3	1,5	0,5	2	2
5. Ширина моста, м		6	7	7	6,5	6,5	11	6,5	7	6,5	12
6. Кількість смуг руху		2	2	3	2	3	4 без розд. смуги	2	2	3	4 із розд. смугою
7. Характеристика покриття		Чисте сухе	Слизьке	Шорсткувате	Чисте сухе	Чисте сухе	Шорсткувате	Слизьке	Шорсткувате	Чисте сухе	Слизьке

Примітка: варіант вибирається по останній цифрі номеру залікової книжки

Таблиця 8.2

Характеристика небезпечних ділянок

Показник	Ділянка	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Радіус кривої, м	R1	120	150	160	140	200	170	120	135	145	180
	R2	260	300	350	275	320	500	485	400	350	220
	R3	600	700	800	560	490	680	710	730	740	850
2. Видимість, м	B1	55	45	15	50	35	25	26	24	28	64
	B2	150	250	180	170	160	210	120	180	90	164
	B3	240	280	350	240	180	215	245	275	265	295
3. Відстань від забудови до проїжджої частини, м		25	35	45	40	35	30	42	30	45	25

Примітка: варіант вибирається за передостанньою цифрою номеру залікової книжки.

Таблиця 8.3

Параметри руху автомобілів

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Інтенсивність руху автомобілів, авт/добу	6000	3800	7800	9400	5840	6120	7400	3600	8100	7100
2. Інтенсивність руху автомобілів на дорозі, що перетинається авт/добу	1050	1700	900	2550	2360	1350	1480	1720	1640	1120

Примітка: варіант вибирається за останньою цифрою номеру залікової книжки.

Завдання

1. Визначити окремі коефіцієнти безпеки для кожного типу ділянок дорожньої мережі.
2. Розрахувати значення підсумкового коефіцієнту безпеки.
3. Побудувати лінійний графік зміни значень підсумкових коефіцієнтів безпеки.
4. Зробити висновки про ступень небезпечності ділянок дороги.

Вказівки до виконання

1. Окремі коефіцієнти безпеки являють собою співвідношення кількості

пригод при тому або іншому розміру елемента плану і профілю до кількості подій на еталонній прямій ділянці дороги з проїжджою частиною шириною 7,5 м. із твердими широкими обочинами на прямій горизонтальній ділянці дороги.

Значення коефіцієнтів, виведених за матеріалами аналізу даних дорожньо-транспортних подій, приведені в табл. 8.4. [6].

Серед коефіцієнтів відсутній коефіцієнт, що враховує швидкість руху, оскільки її вплив врахований у значеннях інших коефіцієнтів.

2. Підсумковий коефіцієнт аварійності обчислюється перемноженням окремих коефіцієнтів, що враховують вплив різних параметрів траси:

$$\hat{E}_{\text{іаааа}} = \hat{E}_1 \cdot \hat{E}_2 \cdot \hat{E}_3 \cdot \dots \cdot \hat{E}_{14}, \quad (8.1)$$

де $K_1, K_2, K_3 \dots K_{14}$ – окремі коефіцієнти небезпеки

3. Результати визначення коефіцієнтів аварійності оформляють у вигляді лінійних графіків. Для їхньої побудови аналізують план і повздовжній профіль дороги по кожному з показників, наведених у табл. 8.4, і вираховують відповідний окремий коефіцієнт аварійності. Перемноження по вертикалі для кожної ділянки всіх коефіцієнтів дає значення підсумкового коефіцієнта аварійності.

4. Висновки про ступінь аварійності ділянок дороги варто зробити базуючись на нижченаведених вимогах. При проектуванні нових доріг доцільно перепроєктувати ділянки, для яких коефіцієнт аварійності перевищує 15-20. У проектах реконструкції доріг в умовах рівнинного і горбкуватого рельєфів рекомендується передбачати перебудову ділянок із коефіцієнтами аварійності більш 25-40 у залежності від місцевих умов. У гірській місцевості небезпечними є ділянки з коефіцієнтом аварійності більш 400.

Таблиця 8.4

Значення окремих коефіцієнтів аварійності

Показник	Значення					
Інтенсивність руху авт./доб	500	1000	3000	5000	7000	≥9000
K1	0,4	0,5	0,75	1,0	1,3	1,7
Ширина проїжджої частини, м	4,5	5,5	6	7,5	≥8,5	
K2 (при укріплених обочинах)	2,2	1,5	1,35	1	0,8	
K2 (при неукріплених обочинах)	4	2,75	2,5	1,5	1	
Ширина обочини, м	0,5	1,5	2	3		
K3	2,2	1,4	1,2	1,0		
Повздовжній ухил, ‰	20	30	50	70	80	

К4 (із розділювальною смугою)	1,0	1,0	1,25	1,4	1,5	
К4 (без розділювальної смуги)	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0	
Радіус кривих у плані, м	≤50	100	150	200-300	400-600	1000-2000
К5	10	5,4	4	2,25	1,6	1,25
Видимість дороги, м	100	200	300	400	≥500	
К6 у плані	3	2,25	1,7	1,2	1,0	
К6 у подовжньому профілі	4	2,5	2,0	1,4	1,0	
Ширина проїжджої частини мостів стосовно проїжджої частині дороги	Менше на 1 м.		Дорівнює	Ширше на 1 м.		Ширше на 2 м.
К7	6,0		3,0	1,5		1,0
Довжина прямих ділянок, км	3	5	10	15	20	25
К8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0
Перетинання в однім рівні при інтенсивності руху по головній дорозі, авт./доб	1000	1600-3500	3500-5000	5000-7000		
К9	1,5	2,0	3	4		
Тип перетинання з дорогою,	У різних рівнях		У однім рівні при інтенсивності на дорозі, що перетинає, % від сумарної на двох дорогах			
			≤10	10-20	≥20	
К10	0,35		1,5	3,0	4,0	
Видимість перетинання в однім рівні з дорогою, що примикає, м	>60	60-40	40-30	30-20	<20	
К11	1	1,1	1,65	2,5	10	
Число смуг руху на проїжджої частині	2		3	4 без розділювальної смуги	4 із розділювальною смугою	
К12	1		1,5	0,8	0,65	
Відстань від забудови до проїжджої частини і її характеристики, м	50-20, є смуги місцевого руху і тротуари		20-10, є смуги місцевого руху і тротуари	10, смуги місцевого руху відсутні, тротуари є	10, смуги місцевого руху і тротуари відсутні	
К13	2,5		5	7,5	10	
Коефіцієнт зчеплення	0,2-0,3	0,4	0,6	0,7	0,75	
Характеристика покриття	Слизьке брудне	Слизьке	Чисте сухе	Шорсткувате	Дуже шорсткувате	
К14	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75	

Практичне заняття №9

Метод коефіцієнтів безпеки

Мета роботи – здобуття практичних навичок в визначенні ступені безпечності ділянок дорожньої мережі.

Вихідні дані:

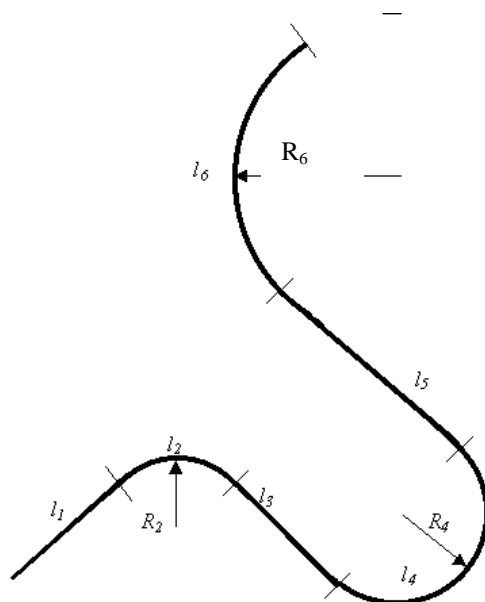


Рис. 9.1. Схема дорожньої мережі

Таблиця 9.1

Характеристика перегонів

Показник	Перегін	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Довжина перегону, км.	1	1,55	1,25	1,62	2,34	1,15	1,87	2,78	1,36	2,55	1,35
	2	0,13	0,11	0,10	0,13	0,17	0,14	0,08	0,13	0,10	0,12
	3	2,25	2,50	2,81	2,92	2,85	2,95	2,65	3,00	3,05	2,45
	4	0,19	0,28	0,38	0,32	0,30	0,26	0,25	0,23	0,20	0,23
	5	2,80	2,70	2,95	2,45	2,55	2,36	2,47	2,05	2,11	2,36
	6	0,20	0,24	0,20	0,16	0,15	0,20	0,17	0,18	0,22	0,26
2. Повздовжній ухил на перегоні, %	1 спуск	3,2	1,5	3,5	2,5	3,2	0	1,5	1,6	4,5	1,3
	2 спуск	1,2	1,3	1,5	1,6	2,5	2,8	1,7	3,1	1,5	1,9
	3 підйом	3,6	2,5	3,5	4,3	4,2	1,8	1,5	3,4	0	0,5
	4 підйом	0	0,5	1,1	0	1,0	0,8	0,4	0,8	1,2	1,6
	5 підйом	2,1	0,2	0	2,3	3,5	2,1	1,3	1,5	1,8	2,3
	6 спуск	0,8	0,4	1,2	1,3	1,4	1,5	0,2	1,6	1,7	0,5
3. Покриття		А/Б	Ц/Б	щебінь	А/Б	Ц/Б	А/Б	щебінь	А/Б	Ц/Б	щебінь

Примітка: варіант вибирається за передостанньою цифрою номеру залікової книжки

Таблиця 9.2

Характеристика поворотів

Показник	Перегін	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Радіус кривої, м	2	80	70	65	80	110	90	54	82	62	75
	4	59	90	120	103	95	83	80	73	65	73
	6	130	150	125	100	95	128	106	114	139	168
2. Поперечний ухил на перегоні, %	2	2,5	1,5	0	0,6	0,8	1,1	1,1	1,0	1,2	2,5
	4	1,5	2,0	1,3	0	1,8	0	1,9	2,5	2,1	0
	6	0,6	2,4	2,7	1,6	1,5	1,3	0	1,0	0,5	1,2

Примітка: варіант обирається по останній цифрі номеру залікової книжки.

Таблиця 9.3

Параметри руху автомобілів

Показник	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Початкова швидкість, км/год	24	31	32	34	19	20	34	25	21	30
2. Прискорення, м/с ²	0,8	0,7	0,45	0,51	0,9	0,5	0,7	0,48	0,5	0,6
3. Значення подовжнього коефіцієнту зчеплення шин з дорогою	0,25	0,31	0,21	0,2	0,3	0,27	0,31	0,19	0,15	0,28
3. Марка автомобіля	ВАЗ 2106	М412	ВАЗ 2109	ГАЗ 2410	ВАЗ 2104	ЗАЗ 968	ВАЗ 2105	ГАЗ 2410	ВАЗ 2106	ВАЗ 2101
4. Колія передніх коліс, мм	1365	1105	1430	1476	1365	1240	1365	1476	1365	1349

Примітка: варіант вибирається за останньою цифрою номеру залікової книжки.

Завдання

1. Розрахувати швидкість транспортного засобу, яку він може розвинути наприкінці ділянки розгону.
2. Розрахувати можливу максимальну швидкість руху автомобіля на кривої, при якій забезпечується стійкість автомобіля по заносу та перекиданню.
3. Накреслити графік зміни швидкості руху, коефіцієнтів безпеки на

протязі всієї дорожньої мережі.

4. Визначити коефіцієнти безпеки.

5. Побудувати графік зміни значень коефіцієнтів безпеки по довжині дороги.

6. Зробити висновки про безпечність ділянок дорожньої мережі.

Вказівки до виконання

1. При оцінці швидкостей руху на існуючих дорогах використовують графік швидкостей. При розрахунках швидкостей руху автомобілів на перегонах не беруть до уваги обмеження швидкості, що накладаються вимогами правил дорожнього руху (обмеження швидкості в населених пунктах, на переїздах залізниць, на перетинанні інших доріг, на кривих малих радіусів, у зонах дії дорожніх знаків і ін.), а враховують тільки обмеження по максимальній швидкості руху автомобіля, забезпечуванні конструкцією автомобіля. Цим як би враховується вплив можливої недисциплінованості водіїв або недостатньої досвідченості окремих водіїв.

Швидкість руху автомобіля наприкінці ділянки розгону визначається по залежності:

$$V_{\text{ао}} = \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot a' \cdot S \cdot 12960} \quad (9.1)$$

де V_0 – швидкість руху автомобіля на початку перегону, км/год; a' – абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням подовжнього ухилу дороги на перегоні, м/с²; S – довжина перегону, км; 12960 – коефіцієнт, що враховує переведення прискорення з м/с² у км/год².

Абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням повздовжнього ухилу на перегоні визначаємо по формулі:

$$a' = a \pm (i_{\text{повдов}} \cdot g / 100) \quad (9.2)$$

де a – абсолютне прискорення автомобіля без урахування повздовжнього ухилу дороги на перегоні, м/с²; $i_{\text{повдов}}$ – повздовжній ухил на перегоні, %; g – прискорення вільного падіння, м/с² ($g=9,8$ м/с²);

У формулі (9.2) використовується знак «+» якщо автомобіль рухається вниз, а «-» - якщо вгору. У випадку якщо швидкість автомобіля наприкінці ділянки розгону перевищує 120 км/год, приймаємо її рівної 120 км/год. Швидкість руху автомобіля на початку перегону вибираємо з мінімального значення швидкості входу в поворот або критичної швидкості по перекиданню чи заносу.

2. Можливу швидкість руху на кривих у плані оцінюють виходячи з граничного значення коефіцієнта поперечного зчеплення, що забезпечує

стійкість автомобіля проти заносу і перекидання.

Можливу максимальну швидкість руху автомобіля, при якому забезпечується стійкість автомобіля по заносу, визначаємо за формулою:

$$V_z = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot \left(\varphi_y + \frac{i_{non}}{100} \right)} \quad (9.3)$$

де R – радіус кривої у плані, м; φ_y – поперечний коефіцієнт зчеплення шин з дорогою; i_{non} – поперечний ухил на кривій, %; 3,6 – коефіцієнт переведення швидкості з м/с у км/год.

Значення φ_y приймається 70% від значення подовжнього коефіцієнту зчеплення шин з дорогою для відповідного типу покриття.

Критичну швидкість (максимально допустиму) автомобіля по перекиданню визначаємо по формулі:

$$V_{ie\delta} = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot B / (2 \cdot h)} \quad (9.4)$$

де B – колія транспортного засобу, м; h – висота центру мас, м.

Приймаємо висоту центру мас автомобіля рівній половині габаритної висоти.

3. Графік зміни швидкості руху транспортних засобів робиться в масштабі. На графіку відобразити швидкість автомобіля по кожній ділянці мережі, можливу максимальну швидкість руху автомобіля, при якому забезпечується стійкість автомобіля по заносу та по перекиданню.

4. За графіками швидкостей руху визначають співвідношення швидкостей при вході на кожний елемент дороги і мінімальною швидкістю, що допускається геометричними елементами аналізованої ділянки:

$$\hat{E}_{\hat{a}\hat{a}\hat{\zeta}} = \frac{\min \{ V_{\zeta}, V_{i\hat{a}\hat{\delta}} \}}{V_{\hat{a}\hat{\delta}}} \quad (9.5)$$

5. На основі розрахованих значень коефіцієнту безпеки будують графік зміни по довжині дороги значень коефіцієнтів безпеки. Графік малюється в масштабі. Доцільно графік зміни коефіцієнтів безпеки намалювати на одному малюнку з графіком швидкостей. Приклад наведено на рис. 9.2.

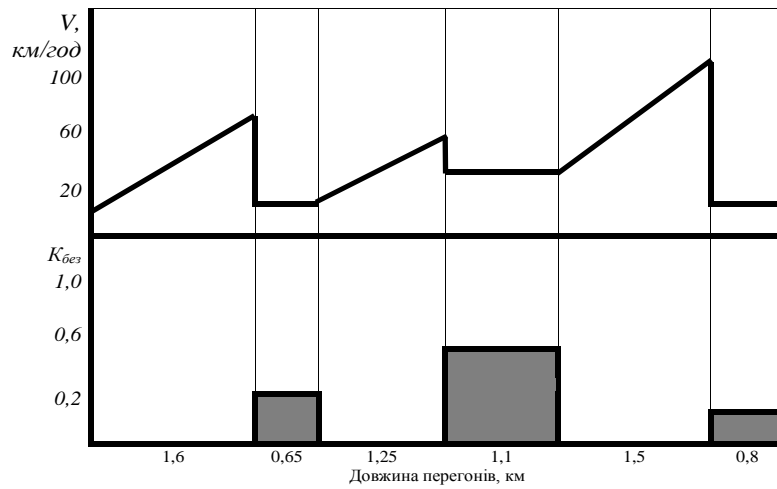


Рис. 9.2. Графік зміни швидкості автомобіля і коефіцієнтів безпеки

6. На основі графіка зміни коефіцієнтів безпеки робляться висновки про стан безпеки на дорозі. Ділянки, для яких коефіцієнт безпеки менше 0,4 дуже небезпечні для руху, від 0,4 до 0,6 – небезпечні, від 0,6 до 0,8 – малобезпечні. При $\hat{E}_{aa\zeta} \geq 0,8$ умови не надають впливи на безпеку руху.

Практичне заняття №10

Визначення характеристик дорожнього руху

Мета роботи – набути навичок по розрахунку пропускної спроможності вулиць із безперервним рухом та багатосмуговою проїжджою частиною, а також визначення рівня завантаження дороги рухом та щільності транспортних потоків.

Вихідні дані.

Дані про інтенсивності руху на ділянках мережі в приведених одиницях вибирають за варіантом із табл. 10.1. Варіант визначається за останньою цифрою номера залікової книжки. В рамках даної роботи інтенсивність на одній дузі вважається однаковою в обох напрямках.

Таблиця 10.1

Інтенсивність руху на ділянках мережі (в прямому напрямку)

Дуга	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-5	600	700	800	750	1300	1200	1300	900	1100	1000
2-6	1900	2000	1600	2100	1700	1000	1500	1600	700	800
3-7	500	400	250	200	100	440	450	380	300	160
5-9	1000	200	700	1000	1100	1400	1300	1000	1100	1200
6-10	850	1400	1500	1600	1300	1600	1400	1300	1200	990

Продовження таблиці 10.1

7-11	400	100	80	90	110	120	90	180	320	800
4-5	1800	1500	1900	900	600	700	1800	1600	1720	1800
5-6	800	1100	1400	1100	900	890	1600	900	1600	700
6-7	500	1600	800	900	300	500	700	600	600	800
7-8	1900	1700	1800	2000	1500	1800	1500	1800	1200	1600

Схема транспортної мережі показана на рис. 10.1

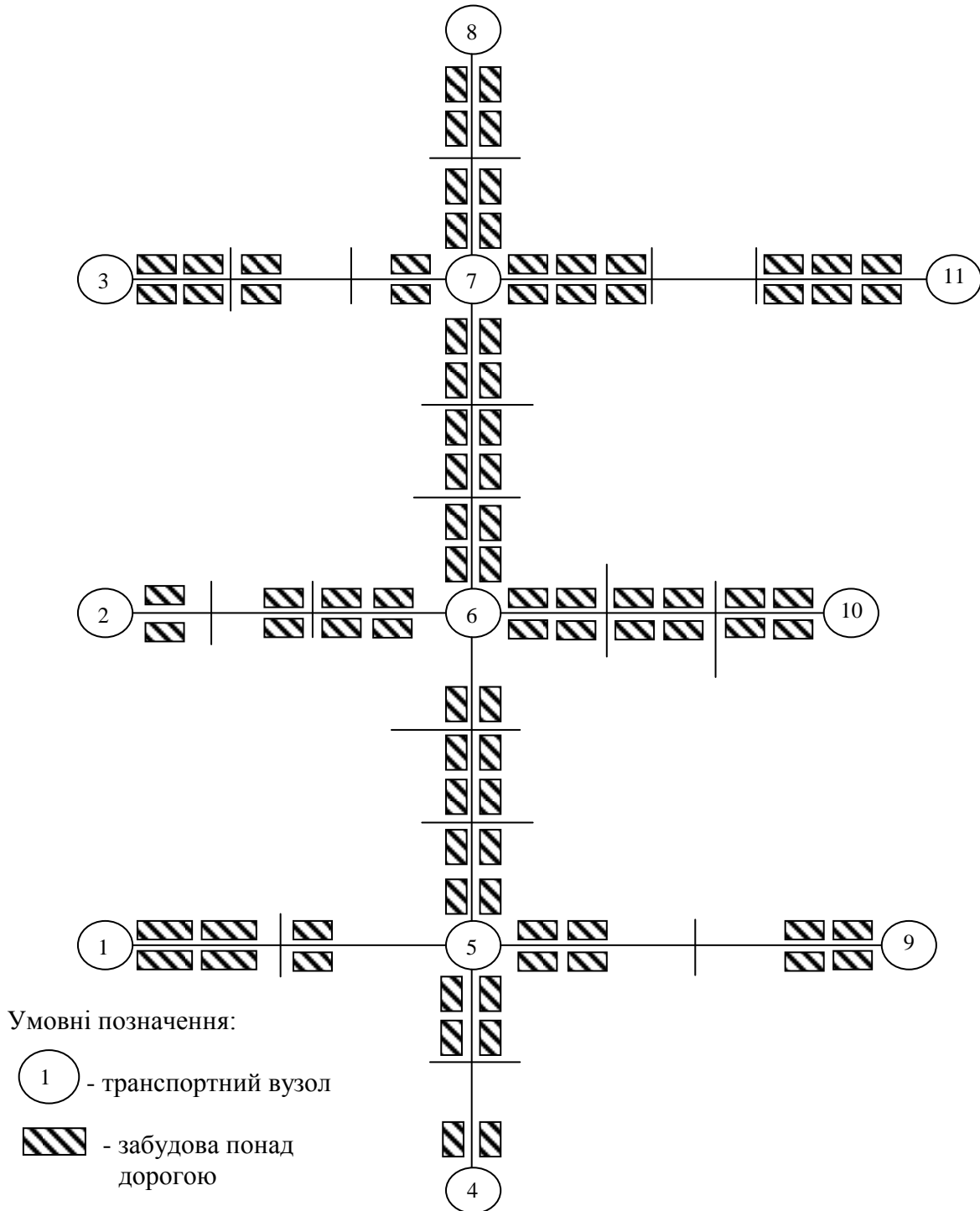


Рис. 10.1. Схема транспортної мережі

Завдання

1. Розрахувати пропускну спроможність вулиць із безперервним рухом та багатосмуговою проїжджою частиною.
2. Визначити коефіцієнт завантаження дороги рухом.
3. Розрахувати щільність транспортних потоків.
4. Зробити висновки щодо роботи.

Вказівки до виконання завдання

Пропускна спроможність (P_k) вулиць із безперервним рухом та багатосмуговою проїжджою частиною розраховується за формулою:

$$D_e = D_i \cdot \hat{E}_i \quad (10.1)$$

де P_k – пропускна спроможність k -ої ділянки мережі, авт/год; P_o – розрахункова пропускна спроможність однієї смуги руху, авт/год; K_n – коефіцієнт, який враховує вплив кількості смуг на пропускну спроможність.

Значення коефіцієнту K_n наведені у таблиці 10.2.

Таблиця 10.2

Залежність K_n від кількості смуг руху

Кількість смуг руху	1	2	3	4	5	6
K_n	1,0	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

Кількість смуг на дорогах транспортної мережі подана у таблиці 10.3.

Таблиця 10.3

Кількість смуг на дорогах мережі (в обидва напрямки)

Позначення дороги	4-5-6-7-8	2-6-10	1-5-9	3-7-11
Кількість смуг руху	6	6	4	2

Розрахункову пропускну спроможність приймають $P_o=1000$ авт./год при умові забезпечення можливості маневрів у транспортному потоці та $P_o=1200$ авт./год при відсутності у потоці змін смуг руху.

Коефіцієнт завантаження дороги рухом K_s визначається за співвідношенням:

$$\hat{E}_s = N_k^{id} / D_k \quad (10.2)$$

де N_k^{np} – інтенсивність руху на k-тій ділянці мережі у приведених одиницях, авт/год.

Щільність транспортних потоків q на ділянках мережі розраховується за співвідношенням:

$$q = \frac{N}{V \cdot n} \quad (10.3)$$

де V – швидкість потоку, км/год; n – кількість смуг руху в даному напрямку.

Значення V обирається за варіантом з таблиці 10.4.

Таблиця 10.4

Значення швидкості транспортного потоку

Номер варіанту	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швидкість, км/год	24	25	24	24	25	25	24	25	24	25

Примітка: варіант визначається за передостанньою цифрою номера залікової книжки.

Результати розрахунків слід оформити у вигляді підсумкової таблиці 10.5.

Таблиця 10.5

Параметри ділянок транспортної мережі

Ділянка	Кількість смуг в одному напрямку	Інтенсивність, авт/год	Пропускна спроможність авт/год	Коефіцієнт завантаження дороги рухом	Щільність транспортного потоку, авт/км

Оцінювання виконання практичних занять

Перелік припущених недоліків, що знижують оцінку якості виконання практичних занять:

- повнота відповідності звіту про виконання практичної роботи методичним рекомендаціям;
- ступінь володіння теоретичним матеріалом щодо предмету вивчення;
- загальна та професійна грамотність, лаконізм і логічна послідовність викладу матеріалу;
- відповідність оформлення звіту чинним стандартам.

При захисті практичних робіт на «відмінно» оцінюється відповідь, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та уміння у повному обсязі виконувати завдання та знання з додаткової літератури на рівні творчого їх використання. Розв'язання задачі, яка претендує на оцінку «відмінно», повинно бути методично правильним з належними поясненнями і обґрунтуваннями.

Оцінка «добре» виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та уміння відповісти за програмним матеріалом на рівні аналітичного відтворення. У даному разі відповідь повинна бути в цілому правильною, але може мати окремі неточності, системне розуміння матеріалу.

«Задовільно» – виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та уміння відповісти за програмним матеріалом на рівні репродуктивного відтворення.

Оцінка «Незадовільно» виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив серйозні пробіли в знаннях основного матеріалу, допустив принципові помилки при виконанні завдання на рівні нижче репродуктивного відтворення.

Список літератури

1. Навчальне видання до практичних та лабораторних робіт з дисципліни “Організація дорожнього руху” . Денисенко О.В., Засядко Д.В., Харків: ХНАДУ, 2004.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Організація руху видів транспорту” / Укл. Лобашов О.О., Терлецька І.В., Вдовиченко В.О., Горяїнов О.М., Засядко Д.В., Харків: ХНАДУ, 2004.
3. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения, М.: Транспорт, 1991. -183с.
4. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения, М.: Транспорт, 1982. -240с.
5. Правила дорожнього руху України, Харків: НПП “Светофор”, 2002. –88с.
6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения, М.: Транспорт, 1970. -188с.
7. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях, М.: Транспорт, 1962. -398с.
8. Рябчинский А.И., Иванов В.Н. Безопасность движения автомобильного транспорта в тёмное время суток, М.: «Высшая школа», 1970. -100с.
9. Залуга В.П. Светотехнические требования к дорожным покрытиям. «Автомобильные дороги» №11, 1965. – 312с.
10. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. Пер. с англ. М.: Транспорт, 1972. -423с.
11. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства регулирования движения. М.: Транспорт, 1981. -249с.
12. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения, М.: Транспорт, 1997. -301с.
13. Конвенция о дорожном движении. Конвенция о дорожных знаках и сигналах, М.: Транспорт, 1971. -100с.
14. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков: Пер. с англ. М.: Мир, 1979. -188с.
15. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. М.Стройиздат, 1980. -120с.
16. СНИП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. М.:Стройиздат, 1979. -60с.
17. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. Киев, 1986. -267с.
18. Решетников Є.Б. Експертне дослідження наїзду на пішохода.-Харків ХДАДТУ 1999 – 88с.
19. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения, М.: Транспорт 1991 – 183с.

Ігор Олександрович Таран
Яна Володимирівна Грищенко

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 0701 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Підписано до друку . Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк.
Обл.-вид. арк. . Тираж 80 прим. Зам. №

Державний ВНЗ «НГУ»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19.