

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

**02-02-236М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни  
**«ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ДТП»**  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за  
освітньо-професійною програмою 275.03  
«Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»  
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»  
галузі знань 27 «Транспорт»  
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННМІ  
Протокол №1 від 27.08.2024р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Дослідження і аналіз ДТП» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Швець М. Д., Тхорук Є. І. – Рівне : НУВГП, 2024. – 48 с.

**Укладач:** Швець М. Д., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н.; Тхорук Є.І. доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

**Відповідальний за випуск:**

Никончук В. М., д.е.н., професорка, в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

**Керівник групи забезпечення**

спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Никончук В. М.

Попередня версія методичних вказівок 02-02-84.

© М. Д. Швець,  
Є. І. Тхорук, 2024  
© НУВГП, 2024

## ЗМІСТ

1. Загальні положення.....	4
2. Опис навчальної дисципліни.....	5
3. Програма навчальної дисципліни.....	6
4. Практичні роботи.....	8
5. Практична робота №1. Методичні підходи до розрахунків основних параметрів руху автомобілів.....	8
6. Практична робота №2. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода в умовах необмеженої видимості і оглядовості.....	14
7. Практична робота №3. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода в умовах обмеженої видимості.....	19
8. Практична робота №4. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі гальмування автомобіля.....	21
9. Практична робота №5. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі рівномірного руху автомобіля.....	26
10. Практична робота №6. Дослідження можливості запобігти наїзду автомобіля на пішохода.....	31
11. Практична робота №7. Аналіз маневру автомобіля.....	37
12. Практична робота №8. Аналіз зіткнення автомобіля.....	43
13. Рекомендована література.....	47

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Метою навчальної дисципліни** «Дослідження і аналіз ДТП» є формування у студентів знань і навиків щодо питань дослідження і аналізу причин дорожньо-транспортних пригод в залежності від умов дорожньої ситуації.

**Предметом курсу** є дослідження причин виникнення та аналіз наслідків ДТП в залежності від умов дорожньої ситуації а також розробка заходів з забезпечення ефективності використання автотранспорту і безпеки дорожнього руху.

**Завдання дисципліни:** ознайомлення з основними причинами виникнення ДТП, та проведення їх експертизи в випадку настання такої події.

**Знати:** класифікацію дорожньо–транспортних пригод та основні причини їх виникнення; особливості проведення їх обліку; показники аварійності; завдання та етапи автотехнічної експертизи; порядок обстеження пошкоджених автомобілів; види технічних несправностей транспортних засобів; сучасні методи огляду місця ДТП.

**Вміти:** проводити аналіз, основні причини виникнення та облік дорожньо–транспортних пригод; визначати показники аварійності; здійснювати обстеження пошкоджених автомобілів; визначати технічні несправності транспортних засобів.

## 2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 27 “Транспорт”	Вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність: 275 “Транспортні технології (на автомобільному транспорті)”	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		5-й	6-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>не передбачене</i>		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		9-й	11-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	22 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		18 год.	10 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		80 год.	108 год.
		Індивідуальні завдання: -	
Форма контролю:			
екзамен	екзамен		

### 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекції – 22 год. Практичні – 18 год. Самостійна робота – 80 год	
Розподіл кількості годин, РН	Опис навчальної дисципліни (освітнього компоненту)
<b>Тема 1. Тема 1. Поняття, облік і аналіз ДТП</b>	
лекцій – 2 год. РН-05	Класифікація ДТП. Основні причини ДТП. Види ДТП. Облік ДТП в автотранспортних підприємствах та дорожніх організаціях. Аналіз ДТП. Показники аварійності.
<b>Тема 2. Експертиза ДТП</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Поняття про експертизу та її види. Судова експертиза. Обов'язки, права і відповідальність судового експерта. Завдання судової автотехнічної експертизи. Етапи експертизи і висновок експерта. Службове розслідування ДТП в автотранспортних підприємствах.
<b>Тема 3. Гальмування і ковзання транспортних засобів</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Процес гальмування. Сила ковзання. Сили зчеплення. Коефіцієнт зчеплення. Вимір коефіцієнта зчеплення. Гальмівний шлях залежно від швидкості. Визначення швидкості слідами ковзання. Гальмування на схилах. Облік втрати ефективності гальм.
<b>Тема 4. Зіткнення транспортних засобів</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Аналіз зіткнення. Лінія зіткнення. Обертання і ковзання автомобіля після зіткнення. Місце зіткнення. Зіткнення на автомобільній дорозі. Перехресне зіткнення. Визначення моменту виїзду автомобіля на перехрестя. Місце ДТП. Вивчення слідів на дорозі і уламків автомобілів, що зіткнулися. Зіткнення декількох автомобілів. Автомобілі–тягачі з причепами і напівпричепами.
<b>Тема 5. Вивчення пошкоджень транспортних засобів</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Обстеження вимірювальних приладів пошкодженого при зіткненні автомобіля. Візуальне обстеження автомобіля. Перенесення деталей з

	одного автомобіля на іншій при зіткненні. Шини і колеса. Розбиті вікна.
<b>Тема 6. Характеристика технічного стану транспортних засобів</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Технічні несправності. Втомне руйнування деталей автомобіля. Пошкодження шин. Стійкість автомобіля при впливі бічного вітру. Чинники, що впливають на коефіцієнт зчеплення.
<b>Тема 7. Стійкість та керованість транспортного засобу</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Характеристика стійкості транспортного засобу. Особливості керованості транспортного засобу. Система динамічної стабілізації транспортного засобу.
<b>Тема 8. Експертний розрахунок маневру транспортного засобу</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Види маневру транспортних засобів. Характеристика методик експертного дослідження транспортних засобів.
<b>Тема 9. Аналіз можливостей об'їзду перешкоди</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Характеристика перешкод. Слідчі експерименти та теоретичні дослідження перешкод дорожніх умов при яких виникла ДТП.
<b>Тема 10. Застосування лазерного сканування при огляді місця ДТП</b>	
лекцій – 2 год. РН-05	Характеристика інформативних свідчень ДТП. Сучасні комплекси лазерного сканування при огляді місць ДТП.
<b>Тема 11. Відеореєстратори, як нове джерело отримання інформації про розвиток механізму ДТП</b>	
лекцій – 2 год. Практичні 2 год РН-05	Характеристики відеореєстраторів. Переваги та недоліки отримання інформації з відеореєстраторів. Характеристика прикладних комп'ютерних програм при дослідженні механізму ДТП.

## 4. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

### Практична робота №1. Методичні підходи до розрахунків основних параметрів руху автомобілів

**Мета роботи:** навчитися розраховувати основні параметри руху транспортного засобу (ТЗ), а саме: сталого уповільнення, зупиночного шляху, швидкості руху автомобіля перед гальмуванням.

**Зміст роботи:** використовуючи сучасні методичні підходи навчитися розраховувати основні параметри руху транспортного засобу а саме: сталого уповільнення, зупиночного шляху, швидкості руху автомобіля перед гальмуванням.

#### Задачі

##### Задача 1

Визначити максимальне стале уповільнення повністю завантаженого і порожнього автомобіля OPEL ASTRA на сухому асфальті, сухій ґрунтовій дорозі, мокрій ґрунтовій дорозі і на дорозі, покритій ожеледицею у відповідності до свого варіанту у списку групи (таблиця 1.2). Отримані результати оформити у вигляді таблиці, проаналізувати і порівняти із даними таблиці 1.1.

#### Теоретичне обґрунтування

Загальні теоретичні параметри гальмування транспортного засобу в спорядженому стані на асфальті наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Параметри гальмування ТЗ в спорядженому стані на асфальті

Категорія ТЗ	Час затримки гальмування, $t_2, c$	Час наростання уповільнення $t_3, c$		Стале уповільнення автомобіля $j, m/c^2$	
		сухе покриття	мокре покриття	сухе покриття	мокре покриття
$M_1$	0,2	0,4	0,3	6,7/6,4*	5,0
$M_2$	0,2	0,5	0,4	6,0	4,5
$M_3$	0,3	0,6	0,5	5,3/5,0**	4,0
$N_1$	0,3	0,4	0,3	5,6	4,5
$N_2$	0,3	0,6	0,4	5,9/5,7**	4,0
$N_3$	0,3	0,6	0,4	6,1	4,0
$N_3$ (автомобіля)	0,4	0,7	0,4	5,1	4,0

Примітки: \* – у чисельнику для автомобілів з підсилювачем, у знаменнику – без підсилювача; \*\* – у чисельнику для автомобілів з гідروприводом, у знаменнику – із пневмоприводом.

Рекомендована розрахункова формула для визначення максимального сталого уповільнення має вигляд:



$$J = \frac{\varphi \cdot g}{k_{e,\Gamma}} \quad (1.1)$$

де –  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення (табл. 1.2);

$k_{e,\Gamma}$  – коефіцієнт ефективності гальмування (табл. 1.3).

Таблиця 1.2

Коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття  $\varphi$

№ варіанту студента	№ з/п	Вид покриття дороги	$\varphi, \varphi_{100}^*$
1, 9, 17, 25	1	Сухий асфальт і бетон	$\varphi = 0,8 \dots 0,9$ $\varphi_{100} = 0,7 \dots 0,8$
2, 10, 18, 26	2	Мокрий асфальт	$\varphi = 0,5 \dots 0,7$ $\varphi_{100} = 0,45 \dots 0,6$
3, 11, 19, 27	3	Мокрий бетон	$\varphi = 0,75 \dots 0,8$ $\varphi_{100} = 0,65 \dots 0,7$
4, 12, 20, 28	4	Гравій	$\varphi = 0,55 \dots 0,65$ $\varphi_{100} = 0,5 \dots 0,55$
5, 13, 21, 29 6, 14, 22, 30	5	Грунтова дорога - суха - мокра	$\varphi = 0,65 \dots 0,7$ $\varphi_{100} = 0,6 \dots 0,65$ $\varphi = 0,5 \dots 0,55$ $\varphi_{100} = 0,4 \dots 0,5$
7, 15, 23,	6	Ущільнений сніг	$\varphi = 0,15 \dots 0,2$ $\varphi_{100} = 0,15$
8, 16, 24,	7	Лід	$\varphi = 0,1$ $\varphi_{100} = 0,07$

\* Наведені середні значення коефіцієнтів поздовжнього зчеплення при оптимальному і 100% ковзанні.

Таблиця 1.3

Значення  $\varphi_{\varphi}$  для різних автомобілів при різних швидкостях руху

Транспортні засоби	Швидкість руху – 30 км/год.			Швидкість руху – до 100 км/год.	Швидкість руху – більше 100 км/год
	$\varphi = 0,7 \dots 0,8$		$\varphi < 0,2$	$\varphi = 0,7 \dots 0,8$	$\varphi = 0,7 \dots 0,8$
	без навантаження (з водієм)	з повним навантаженням	з повним навантаженням	з повним навантаженням	з повним навантаженням
Легкові і їх модифікації	1,2	1,2	1,0	1,5	2,3
Вантажні: вантажністю до 4,5т і автобуси	1,4	1,8	1,1...1,2	2,0	-

довжиною до 7,5м					
Вантажні: вантажністю більше 4,5м і автобуси довжиною більше 7,5 м	1,6	2,0	-	-	-
Вантажні: вантажністю більше 9м	-	2,4	-	-	-

## Задача 2.

Визначити величину зупиночного шляху і час, необхідний для зупинки (від моменту раптового виходу пішохода на проїзну частину, де перехід не дозволено) повністю завантаженого автомобіля OPEL ASTRA на сухому асфальті, і на дорозі, покритій ожеледицею, від початкової швидкості 90 км/год. та від 55 км/год. Отримані результати оформити у вигляді таблиці і проаналізувати.

### Загальні відомості

Рекомендовані розрахункові формули

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2j}, \text{ м}; \quad (1.2)$$

$$T_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a^2}{j}, \text{ с}; \quad (1.3)$$

де  $t_1, t_2, t_3$  – відповідно час реакції водія, часу затримки гальмування і часу наростання уповільнення, с;

$v_a$  – початкова швидкість автомобіля, м/с;

$j$  – максимальне стале уповільнення автомобіля, м/с<sup>2</sup>.

Значення сталого уповільнення автомобіля необхідно взяти із результатів розрахунку попереднього завдання. Значення часу реакції водія, часу затримки гальмування і часу наростання уповільнення визначити за допомогою таблиць 1.4-1.10).

Таблиця 1.4

### Час реакції водія в різних дорожньо-транспортних ситуаціях

Типові дорожньо-транспортні ситуації	$t_1, \text{ с}$
Водій мав об'єктивну можливість попередньо виявити ймовірну небезпеку: - вихід пішохода із-за об'єкту, який обмежує оглядовість, безпосередньо вслід за іншим пішоходом; - пішохід знаходиться на проїзній частині і починає рухатись в напрямі смуги руху транспортного засобу; - виїзд на перехрестя іншого ТЗ, який має перевагу.	0,6
Від водія потребувалась підвищена увага:	0,8

<ul style="list-style-type: none"> <li>- вихід пішохода на пішохідний перехід або дозвільний сигнал світлофора (регулювальника);</li> <li>- вихід на проїзну частину пішохода, який до цього рухався в тому ж напрямі;</li> <li>- рух пішохода до зупинок громадського транспорту або від них;</li> <li>- виникнення небезпеки, про яку водій попереджений відповідним дорожнім знаком;</li> <li>- небезпечний маневр ТЗ, водій якого вимушений був зробити це внаслідок ДТП;</li> <li>- рух ТЗ проти дозволеного напрямку;</li> <li>- зміна напрямку руху або екстрене гальмування ТЗ, який рухається попереду в процесі його обгону.</li> </ul>	
<p>Від водія вимагалась постійна увага:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раптовий вихід пішохода на проїзну частину, де перехід не дозволено;</li> <li>- раптова поява пішохода на ділянці, де перехід не дозволено із-за зустрічного ТЗ, який рухався по смузі, розташованій ближче до осрової лінії;</li> <li>- виїзд ТЗ, водій якого не мав переваги руху;</li> <li>- поворот ТЗ на перехресті без подачі сигналу повороту.</li> </ul>	1,0
<p>Від водія не вимагалась підвищена увага:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раптова поява пішохода на проїзній частині на ділянці, де перехід не дозволено, із-за зустрічного ТЗ, який рухався по смузі, не суміжній із осровою лінією;</li> <li>- раптовий вихід пішохода на проїзну частину з обочини поза населеним пунктом при відсутності пішохідного руху;</li> <li>- початок руху пішохода при заборонному сигналі;</li> <li>- виїзд ТЗ при заборонному сигналі світлофора (регулювальника);</li> <li>- раптова поява ТЗ на проїзній частині населеного пункту із-за об'єкту, який обмежує оглядовість;</li> <li>- раптова зміна напрямку руху зустрічного або попутного ТЗ поза перехрестям, коли ознаки маневру були відсутні;</li> <li>- гальмування переднього ТЗ без вмикання стоп-сигналу із уповільненням <math>3 \dots 6 \text{ м/с}^2</math>.</li> </ul>	1,2
<p>Мінімальна ймовірність виникнення небезпеки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раптова поява пішохода або ТЗ на проїзній частині дороги поза населеним пунктом із-за об'єкту, який обмежує оглядовість;</li> <li>- гальмування переднього ТЗ без вмикання стоп-сигналу із уповільненням до <math>3 \text{ м/с}^2</math>;</li> <li>- нерівності і зруйновані ділянки проїзної частини.</li> </ul>	1,4

Таблиця 1,5

Час реакції водія в різних дорожньо-транспортних ситуаціях при відсутності перешкод

Типові дорожньо-транспортні ситуації	$t_i, \text{с}$
Раптова відмова фар	0,6
Перемикання сигналу світлофора з жовтого на червоний	0,6
Раптове відкриття капоту або кришки багажника спереду ТЗ	0,8
Раптове осліплення водія світлом фар зустрічного ТЗ	0,8
Раптова відмова або неефективність органу керування ТЗ, прояв інших несправностей, які загрожують безпеці руху	1,2
Фізичне втручання пасажирів в процес керування ТЗ	1,2

Таблиця 1.6.

## Час реакції водія при виборі швидкості і дистанції

Типові дорожньо-транспортні ситуації	$t_j, c$
Оцінка водієм дорожніх умов і обстановки: - вибір водієм швидкості ТЗ в умовах обмеженої видимості; - вибір водієм дистанції при слідуванні за ТЗ-лідером.	0,3

Таблиця 1.7

## Класифікація ТЗ

Тип ТЗ	Категорія ТЗ
Пасажи́рські з кількістю місць не більше 8	$M_1$
Пасажи́рські з кількістю місць більше 8 і повною масою до 5 т	$M_2$
Пасажи́рські з повною масою понад 5 т	$M_3$
Вантажні з повною масою до 3,5 т	$N_1$
Вантажні з повною масою 3,5...12 т	$N_2$
Вантажні з повною масою понад 12 т	$N_3$

Таблиця 1.8

## Час затримки гальмування

№ варіанту	Категорія ТЗ	Значення часу $t_2$	
		за даними Іларіонова В.А.	за даними Галаса П.В. та ін.
1, 8, 15, 22, 29	$M_1$	0,2	0,2
2, 9, 16, 23, 30	$M_2$	0,2	0,2
3, 10, 17, 24	$M_3$	0,2	0,4
4, 11, 18, 25	$N_1$	0,3	0,4
5, 12, 19, 26	$N_2$	0,3	0,4
6, 13, 20, 27	$N_3$	0,3	0,4
7, 14, 21, 29	(автопоїзда)	0,4	0,6

Таблиця 1.9

Час наростання уповільнення  $t_3$  для ТЗ із гідроприводом гальмівної системи

№ варіанту	Коефіцієнт зчеплення	Категорія $M_1, N_1$		Категорія $M_2$		Категорія $M_3$		Категорія $N_2$	
		порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений
1, 9, 17	0,1	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2, 10, 18	0,2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,15	0,20
3, 11, 19	0,3	0,10	0,15	0,10	0,15	0,30	0,35	0,20	0,30
4, 12, 20	0,4	0,15	0,15	0,15	0,20	0,40	0,45	0,30	0,35
5, 13, 21	0,5	0,15	0,20	0,15	0,25	0,45	0,55	0,30	0,40
6, 14, 22	0,6	0,20	0,25	0,20	0,30	0,50	0,55	0,35	0,45
7, 15, 23	0,7	0,25	0,30	0,25	0,35	0,50	0,55	0,40	0,50
8, 16, 24	0,8	0,25	0,35	0,25	0,35	0,50	0,55	0,40	0,50

Таблиця 1.10

Час наростання уповільнення  $t_3$  для ТЗ із пневмоприводом гальмівної системи

№ варіанту	Коефіцієнт зчеплення	Категорія М <sub>1</sub> , N <sub>1</sub>		Категорія М <sub>2</sub>		Категорія М <sub>3</sub>		Категорія N <sub>2</sub>	
		порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений
1, 9, 17	0,1	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15
2, 10, 18	0,2	0,20	0,20	0,20	0,25	0,20	0,20	0,25	0,30
3, 11, 19	0,3	0,30	0,30	0,30	0,40	0,25	0,25	0,35	0,45
4, 12, 20	0,4	0,40	0,40	0,40	0,45	0,30	0,30	0,45	0,50
5, 13, 21	0,5	0,4	0,45	0,45	0,50	0,35	0,35	0,50	0,55
6, 14, 22	0,6	0,50	0,60	0,50	0,55	0,40	0,45	0,50	0,60
7, 15, 23	0,7	0,55	0,60	0,50	0,55	0,45	0,50	0,50	0,60
8, 16, 24	0,8	0,55	0,60	0,50	0,55	0,45	0,50	0,50	0,60

### Задача 3.

Визначити швидкість повністю завантаженого автомобіля OPEL ASTRA перед початком гальмування на сухому асфальті, і на дорозі, покритій ожеледицею, якщо довжина слідів юзу становить 32 м. Проаналізувати отримані результати.

### Загальні відомості

Рекомендована розрахункова формула для визначення швидкості руху має вигляд

$$v_a = 0.5jt_3 + \sqrt{2jS_U}, \text{ м/с}, \quad (1.4)$$

де  $S_U$  – довжина слідів юзу коліс автомобіля, м.

Значення сталого уповільнення автомобіля необхідно взяти із результатів розрахунку попередніх завдань. Значення часу наростання уповільнення визначити з допомогою табл. 7 додатку 3.

### Задача 4

Визначити швидкість повністю завантаженого автомобіля OPEL ASTRA перед початком гальмування, якщо в результаті розслідування ДТП встановлено, що автомобіль в процесі гальмування переміщувався 14 м по мокрій асфальтованій дорозі, а потім ще 12 м по мокрому ґрунті, нанесеному на дорогу сільськогосподарською технікою. Проаналізувати отримані результати.

Рекомендована розрахункова формула має вигляд

$$v_a = 0.5j_1 t_3 + \sqrt{2(j_1 S_{U1} + j_2 S_{U2})}, \text{ м/с.} \quad (1.5)$$

Значення сталого уповільнення автомобіля взяти із результатів розрахунку попередніх завдань. Значення часу наростання уповільнення визначити з допомогою таблиці 1.10.

## **Практична робота №2. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода в умовах необмеженої видимості і оглядовості**

**Мета роботи:** отримати теоретичні навички проведення експертних досліджень ДТП, що пов'язані із наїздом на пішохода, в умовах необмеженої видимості і оглядовості.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично дослідити можливі варіанти наїздів на пішоходів, в умовах необмеженої видимості і оглядовості.

### **Загальні відомості**

Швидкість руху автомобіля в момент наїзду на пішохода визначається за формулою

$$v_H = \sqrt{2jS_{\text{пн}}}, \text{ м/с,} \quad (2.1)$$

де  $S_{\text{пн}}$  – шлях, пройдений автомобілем після наїзду на пішохода, м.

При бічному наїзді

$$v_H = \sqrt{2j(S_{\text{пн}} - l_x)}, \text{ м/с,} \quad (2.2)$$

де  $l_x$  – відстань від передньої частини автомобіля до місця удару, м.

Момент виникнення небезпеки визначається відповідно до довідкової таблиці. Час, що минув від моменту виникнення небезпеки до наїзду,

$$t_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}}, \text{ с,} \quad (2.3)$$

або (у випадку руху пішохода під довільним кутом)

$$t_{\text{п}} = \frac{y_{\text{п}}}{|\sin \alpha| v_{\text{п}}}, \text{ с,} \quad (2.4)$$

де  $S_{\text{п}}$ ,  $v_{\text{п}}$  – відповідно шлях і швидкість пішохода, м, м/с;

$y_{\text{п}}$  – відстань від краю проїзної частини до місця наїзду, м.

Швидкість пішохода може визначатись за довідковими таблицями.

Відстань між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки за умови рівномірного руху автомобіля без гальмування

$$S_a = v_a t_{\text{п}}, \text{ м.} \quad (2.5)$$

При бічному наїзді відстань  $S_a$  завжди менша переміщення автомобіля з початку небезпеки до точки наїзду на величину  $l_x$ .

$$S_a = v_a t_{\text{п}} - l_x, \text{ м.} \quad (2.6)$$

Якщо автомобіль уповільнювався внаслідок гальмування, то

$$S_a = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} v_a - \frac{(v_a - v_{\text{н}})^2}{2j}, \text{ м.} \quad (2.7)$$

Якщо пішохід рухається під довільним кутом, то

$$S_a = \frac{y_{\text{п}} v_a}{v_{\text{п}} |\sin \alpha|} - \frac{(v_a - v_{\text{н}})^2}{2j}, \text{ м,} \quad (2.8)$$

або

$$S_a = t_{\text{п}} v_a - \frac{(v_a - v_{\text{н}})^2}{2j}, \text{ м.} \quad (2.9)$$

У випадку бічного наїзду

$$S_a = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} v_a - \frac{(v_a - v_{\text{н}})^2}{2j} - l_x, \text{ м;} \quad (2.10)$$

$$S_a = t_{\text{п}} v_a - \frac{(v_a - v_{\text{н}})^2}{2j} - l_x, \text{ м.}$$

Час приведення гальмівної системи до дії з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{ПР}} = t_1 + t_2 + 0.5t_3, \text{ с.} \quad (2.11)$$

Час з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду

$$T_{\text{Н}} = T_{\text{ПР}} + \frac{v_a - v_{\text{н}}}{j}, \text{ с.} \quad (2.12)$$

Якщо  $T_{\text{Н}} = t_{\text{п}}$ , то це означає, що водій почав гальмування своєчасно.

Якщо  $T_{\text{Н}} > t_{\text{п}}$ , то водій почав реагувати завчасно.

Якщо  $T_{\text{Н}} < t_{\text{п}}$ , то це означає, що водій запізнився із гальмуванням.

Час, на який водій запізнився з гальмуванням, складе

$$t_{\text{зап}} = t_{\text{п}} - T_{\text{Н}}, \text{ с.} \quad (2.13)$$

У випадку, якщо водій запізнився з гальмуванням або зовсім його не застосував, експерт шляхом розрахунків визначає зупиночний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах.

Якщо пішохід рухається в попутному напрямку або переходить проїзну частину під довільним кутом, віддаляючись від автомобіля, то визначається зупиночний шлях автомобіля до моменту, коли швидкість автомобіля знизиться до швидкості пішохода. Причому, враховується проекція швидкості пішохода на напрямок руху автомобіля.

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5t_3)v_a + \frac{v_a^2 - v_{II}^2 \cos \alpha^2}{2j}, \text{ м.} \quad (2.14)$$

або

$$S_0 = T_{\text{пр}}v_a + \frac{v_a^2 - v_{II}^2 \cos \alpha^2}{2j}. \quad (2.15)$$

На підставі результатів порівняння  $S_0$  і  $S_a$  експерт може дійти до одного з наступних висновків:

- якщо  $S_0 < S_a$ , то водій мав технічну можливість зупинити автомобіль до місця наїзду;

- якщо  $S_0 \geq S_a$ , то водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до місця наїзду навіть при своєчасному гальмуванні.

### Задача 1

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з бічним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** легковий автомобіль (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 2) у спорядженому стані, що рухався, за словами водія, зі швидкістю 35 км/год., а за показаннями свідка 50 км/год., зробив бічний наїзд на пішохода (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 3) років, що переходив проїзну частину справа наліво швидким (повільним) кроком (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 4) під кутом 90° на пішохідному переході. Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду (див. вихідні дані, табл. 2.1, графа 5) м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару 3,5м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне, без нахилу.

Таблиця 2.1

Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Марка автомобіля	Вік пішохода, років	Крок пішохода	Відстань від краю проїзної частини, м
1	2	3	4	5
1	ВАЗ-2109	65	швидкий	0,8
2	ВАЗ-2101	63	повільний	0,9
3	ГАЗ-3102	61	швидкий	1,0
4	ЗАЗ 968А	59	повільний	1,1
5	ЗАЗ 968М	57	швидкий	1,2
6	ВАЗ 2101	55	повільний	1,3
7	ВАЗ 2103	53	швидкий	1,4
8	ВАЗ 2106	51	повільний	1,5
9	ВАЗ 2105	49	швидкий	1,6
10	ВАЗ 2107	47	повільний	1,7
11	ЗІЛ 117	45	швидкий	1,8
12	ІЖ-21251	43	повільний	1,9



продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
13	ГАЗ-24	41	швидкий	2,0
14	ГАЗ 24-02	39	повільний	2,1
15	ГАЗ 3102	37	швидкий	2,2
16	ГАЗ-14	35	повільний	2,3
17	ЗІЛ 117	33	швидкий	2,4
18	РАФ 2203	31	повільний	2,5
19	ПАЗ-672	29	швидкий	2,6
20	ПАЗ-3201	27	повільний	2,7
21	ЛАЗ-695Н	25	швидкий	2,8
22	ЛАЗ-697Р	23	повільний	2,9
23	УАЗ-451 ДМ	21	швидкий	3,0
24	УАЗ-451М	19	повільний	3,1
25	ГАЗ 53А	17	швидкий	3,2

### Задача 2.

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з фронтальним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** Легковий автомобіль в спорядженому стані фронтальною частиною збив пішохода віком (див. вихідні дані, табл. 2.2, графа 2) років, що переходив проїзну частину швидким (див. вихідні дані, табл. 2.2, графа 3) кроком справа наліво під кутом  $90^\circ$  на ділянці, де пішохідний перехід не дозволений. Після наїзду автомобіль перемістився на (див. вихідні дані, табл. 2.2, графа 4) м і зупинився. Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду 3,5 м. Відстань від правої сторони автомобіля до місця удару (див. вихідні дані, табл. 2.2, графа 4) м. На місці події зафіксовані сліди гальмування довжиною (див. вихідні дані, табл. 2.2, графа 5) м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне, без ухилу.

Таблиця 2.2

Вихідні дані до завдання 2

№ варіанту	Вік пішохода, років	Крок пішохода	Відстань переміщення автомобіля після удару, м	Відстань від правої сторони автомобіля до місця удару, м	Довжина слідів гальмування, м
1	2	3	4	5	6
1	53	швидкий	4,5	0,6	15,5
2	51	повільний	5,0	0,7	16,0
3	49	швидкий	5,5	0,8	16,5

продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
4	47	повільний	6,0	0,9	17,0
5	45	швидкий	6,5	1,0	17,5
6	43	повільний	7,0	1,1	18,0
7	41	швидкий	7,5	1,2	18,5
8	39	повільний	8,0	1,3	19,0
9	37	швидкий	8,5	1,4	19,5
10	35	повільний	9,0	1,5	20,0
11	33	швидкий	9,5	1,6	20,5
12	31	повільний	10,0	1,7	21,0
13	29	швидкий	10,5	1,8	21,5
14	27	повільний	11,0	1,9	22,0
15	25	швидкий	11,5	2,0	22,5
16	23	повільний	12,0	2,1	23,0
17	21	швидкий	12,5	2,2	23,5
18	19	повільний	13,0	2,3	24,0
19	17	швидкий	13,5	2,4	24,5
20	15	повільний	14,0	2,5	25,0
21	13	швидкий	14,5	2,6	25,5
22	11	повільний	15,0	2,7	26,0
23	9	швидкий	15,5	2,8	26,5
24	7	повільний	16,0	2,9	27,0
25	5	швидкий	16,5	3,0	27,5

**Завдання 3.** Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з фронтальним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** Вантажний автомобіль MAZ-MAN, обладнаний електропневматичним приводом гальм, що не допускають блокування коліс, збив пішохода 44 років, який переходив проїзну частину зліва направо повільним кроком під кутом (див. вихідні дані, табл. 2.3, графа 2) градусів до напрямку руху автомобіля на ділянці, де пішохідний перехід не дозволений. Водій встиг почати екстрене гальмування. Після наїзду автомобіль перемістився на відстань (див. вихідні дані, табл. 2.3, графа 3) *m* і зупинився. До гальмування автомобіль рухався зі швидкістю 55 км/год. Місце удару на автомобілі знаходиться на відстані 2м від його лівої сторони. Місце наїзду на пішохода знаходиться на відстані 4 м від краю проїзної частини. Дорожнє покриття в момент події мокре. Умови видимості й оглядовості не обмежені. Автомобіль перебував у ненавантаженому стані.

## Вихідні дані до завдання 3

№ варіанту	Кут переходу пішоходом проїзної частини, град.	Відстань переміщення автомобіля після удару, м
1	2	3
1	285	4,5
2	286	5,0
3	287	5,5
4	288	6,0
5	289	6,5
6	290	7,0
7	291	7,5
8	292	8,0
9	293	8,5
10	294	9,0
11	295	9,5
12	296	10,0
13	297	10,5
14	298	11,0
15	299	11,5
16	300	12,0
17	301	12,5
18	302	13,0
19	303	13,5
20	304	14,0
21	305	14,5
22	306	15,0
23	307	15,5
24	308	16,0
25	309	16,5

### Практична робота №3. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода в умовах обмеженої видимості

**Мета роботи:** отримати теоретичні навички проведення експертних досліджень ДТП, що пов'язані із наїздом на пішоходів, в умовах обмеженої видимості.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично дослідити можливі варіанти наїздів на пішоходів, в умовах обмеженої видимості.

#### Загальні відомості

Оцінити правильність обраної водієм швидкості руху можливо шляхом порівняння зупиночного шляху автомобіля  $S_0$  з дальністю видимості  $S_w$ . Якщо  $S_0 \leq S_w$ , то водій правильно вибрав швидкість

руху автомобіля відповідно до умов видимості.

Максимально допустима швидкість автомобіля в заданих умовах видимості

$$v_w = jT_{\text{ПР}} \left( \sqrt{\frac{2S_w}{jT_{\text{ПР}}^2} + 1} - 1 \right), \text{ м/с.} \quad (3.1)$$

У момент виникнення небезпеки відстань між автомобілем і пішоходом буде дорівнювати відстані видимості за виключенням відстані від передньої частини автомобіля до водія

$$S_a - v_{\text{п}} t_{\text{п}} \cos \alpha = S_w - a, \text{ м.}$$

Час із моменту виникнення небезпеки до наїзду в умовах обмеженої видимості:

- при рівномірному русі автомобіля й фронтальному наїзді

$$t_{\text{п}} = \frac{S_w - a}{v_a - v_{\text{п}} \cdot \cos \alpha}, \text{ с.} \quad (3.2)$$

- при рівномірному русі автомобіля й бічному наїзді

$$t_{\text{п}} = \frac{S_w - a + l_x}{v_a - v_{\text{п}} \cdot \cos \alpha}, \text{ с.} \quad (3.3)$$

- при русі автомобіля із уповільненням і фронтальному наїзді

$$t_{\text{п}} = \frac{S_w - a + \frac{(v_a - v_{\text{п}})^2}{2j}}{v_a - v_{\text{п}} \cdot \cos \alpha}, \text{ с.} \quad (3.4)$$

- при русі автомобіля із уповільненням і бічному наїзді

$$t_{\text{п}} = \frac{S_w - a + \frac{(v_a - v_{\text{п}})^2}{2j} + l_x}{v_a - v_{\text{п}} \cdot \cos \alpha}, \text{ с.} \quad (3.5)$$

### Задача 1.

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з наїздом автомобіля на пішохода в умовах обмеженої видимості.

**Обставини ДТП:** На міській вулиці в нічний час доби навантажений автомобіль ГАЗ-3102 у режимі гальмування збив пішохода 50 років, який ішов по проїзній частині швидким кроком у попутному з автомобілем напрямку. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування передніх коліс довжиною (див. вихідні дані, табл. 3.1, графа 2) м. Місце наїзду перебуває на відстані 12 м від кінця слідів. Установлена експериментальним шляхом відстань видимості при ближньому світлі фар (див. вихідні дані, табл. 3.1, графа 3) м. Проїзна частина суха, асфальтобетонна, горизонтального профілю. Необхідно оцінити правильність вибору водієм швидкості руху й визначити механізм ДТП.

## Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Довжина слідів гальмування передніх коліс <i>л</i>	Відстань видимості при близьньому світлі фар, <i>л</i>
1	2	3
1	16	20
2	17	21
3	18	22
4	19	23
5	20	24
6	21	25
7	22	26
8	23	27
9	24	28
10	25	29
11	26	30
12	27	31
13	28	32
14	29	33
15	30	34
16	31	35
17	32	36
18	33	37
19	34	38
20	35	39
21	36	40
22	37	41
23	38	42
24	39	43
25	40	44

**Практична робота №4. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі гальмування автомобіля**

**Мета роботи:** отримати теоретичні навички проведення експертних досліджень ДТП, пов'язаних із наїздом на пішохода, при обмеженій видимості в режимі гальмування автомобіля.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично дослідити можливі варіанти наїздів на пішоходів, при обмеженій видимості в режимі гальмування автомобіля.

**Загальні відомості**

Відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода із-за краю перешкоди:

- у випадку фронтального наїзду

$$S_{a1} = \frac{(y+l_y)v_a}{|\sin \alpha|v_n} - \frac{(v_a-v_n)^2}{2j}, \text{ м}; \quad (4.1)$$

- у випадку бічного наїзду

$$S_{a1} = \frac{yv_a}{|\sin \alpha|v_n} - \frac{(v_a-v_n)^2}{2j} - l_x, \text{ м}, \quad (4.2)$$

де  $y$  – інтервал між автомобілем і перешкодою, м.

Якщо  $S_a > S_0$  то перешкода не заважала водієві запобігти події шляхом своєчасного гальмування. У протилежному випадку необхідно розрахувати відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїзну частину  $S_{a2}$ ;

- у випадку фронтального наїзду

$$S_{a2} = \frac{y_nv_a}{|\sin \alpha|v_n} - \frac{(v_a-v_n)^2}{2j}, \text{ м}; \quad (4.3)$$

- у випадку бічного наїзду

$$S_{a2} = \frac{y_nv_a}{|\sin \alpha|v_n} - \frac{(v_a-v_n)^2}{2j} - l_x, \text{ м}. \quad (4.4)$$

Якщо  $S_{a2} > S_0$ , то водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода навіть при необмеженій оглядовості, отже, водій тим більше не мав технічної можливості запобігти наїзду при наявності перешкоди, що обмежує оглядовість.

Можливий також проміжний варіант, коли  $S_{a1} < S_0 < S_{a2}$ , який вимагає проведення більш складних розрахунків.

Кінематична умова полягає в тому, що за якийсь певний час  $t_n$  з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду пішохід, автомобіль і автомобіль-перешкода пройшли відповідно певний шлях  $S_0, S_0, S_2$ .

Геометрична умова полягає в тому, що в момент появи пішохода в поле оглядовості водія пішохід, край перешкоди й автомобіль перебували на одній лінії (рис. 4.1).

Час  $t_n$ , з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду

$$t_n = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \text{ с}. \quad (4.5)$$

Коефіцієнти для підстановки у це рівняння визначаються залежно від умов ДТП: - при фронтальному наїзді на пішохода

$$\alpha = v_n |\sin \alpha| (v_a - v_2)$$

$$b = v_n \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \frac{(v_a - v_n)^2}{2j} - (\pm x) \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a (l_y + y) + v_2 (l_y + b_y) \quad (4.6)$$

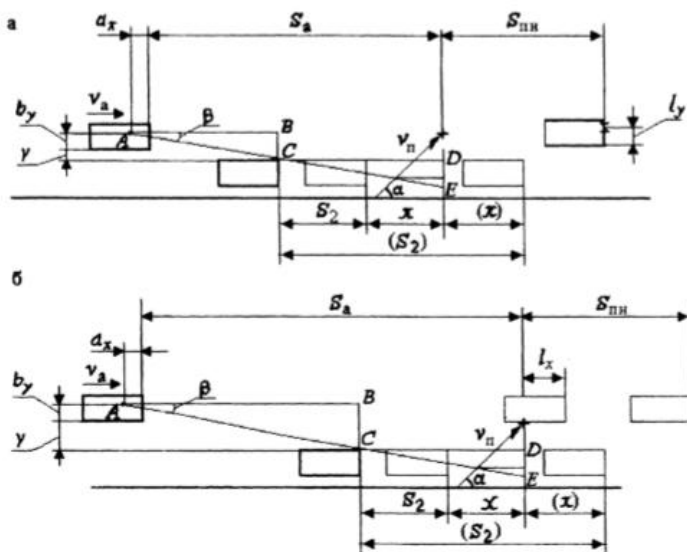


Рис. 4.1. Розрахункова схема наїзду на пішохода в режимі гальмування автомобіля при оглядовості, обмеженій попутним транспортним засобом: а – фронтальний наїзд; б – боковий наїзд

$$c = \pm(l_y - b_y) - (l_y + b) \left( a_x - \frac{(v_a - v_n)^2}{2j} \right);$$

- при боковому наїзді (із урахуванням  $l_y$ )

$$\alpha = v_n | \sin \alpha | (v_a - v_2)$$

$$b = v_n \left[ | \sin \alpha | \left( a_x - \frac{(v_a - v_n)^2}{2j} - l_x \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a y + v_2 b_y; \quad (4.7)$$

$$c = -(\pm x b_y) - y \left( a_x - \frac{(v_a - v_n)^2}{2j} - l_x \right),$$

де  $x$  – відстань між автомобілем-перешкодою і місцем наїзду в момент ДТП, м (додатна, якщо перепона не дійшла до місця наїзду, і від'ємна, в протилежному випадку);

$a_x$  – відстань від водія до передньої частини автомобіля, м;

$b_y$  – відстань від водія до бокової поверхні автомобіля зі сторони руху пішохода, м;

$S_2$  – шлях, який прошов автомобіль-перешкода з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду, м;

$v_2$  – швидкість автомобіля-перешкоди, м/с.

У випадку, коли наїзд на пішохода відбувся в умовах

оглядовості, обмеженої зустрічним транспортом, ключовим моментом розслідування є покази водія, пов'язані з визначенням відстані  $S_{\Delta}$  між зустрічною перешкодою і пішоходом, у момент появи його в полі оглядовості водія (рис. 4.2).

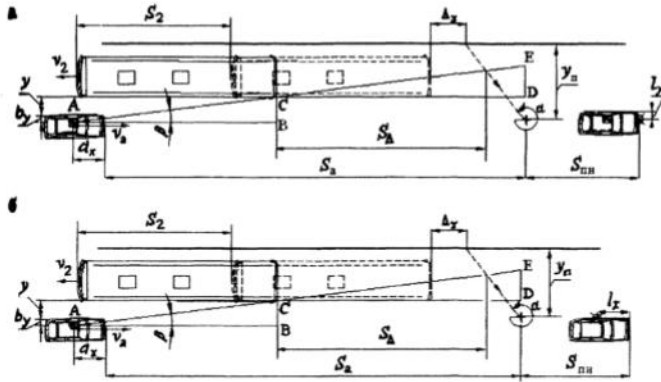


Рис. 4.2. Розрахункова схема наїзду на пішохода в режимі гальмування автомобіля при оглядовості, обмеженій зустрічним транспортом: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

Якщо відстань  $S_{\Delta}$  встановлена слідством, то коефіцієнти для підстановки у рівняння визначаються за наступними формулами:

- для фронтального наїзду

$$\begin{aligned}
 a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha); \\
 b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - S_{\Delta} \right) + \cos \alpha (l_y + y) \right] - v_a (l_y + y); \quad (4.8) \\
 c &= S_{\Delta} (l_y - b_y) - (l_y + y) \left( a_x - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} \right);
 \end{aligned}$$

- для бокового наїзду

$$\begin{aligned}
 a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha); \\
 b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x - S_{\Delta} \right) y + \cos \alpha \right]; \quad (4.9) \\
 c &= -S_{\Delta} b_y.
 \end{aligned}$$

Якщо ж у ході слідства не вдалося з якихось причин визначити відстань  $S_{\Delta}$ , то згідно зі статистичними даними час  $t_{\Delta}$  між проїздом автомобіля і початком руху пішохода залежить від віку пішохода (табл. 4.1).



Таблиця 4.1

Час між проїздом автомобіля і початком руху пішохода

Вік пішохода, років	5-10	10-15	15-18	18-25	25-40	40-60	Понад 60
Час $t_{\Delta}$ , с	1,45	1,40	1,10	0,95	0,98	1,58	1,80

На підставі цих даних, знаючи швидкість руху перешкода  $v_2$ , можна визначити відстані  $\Delta_x$  між перешкодою й пішоходом у момент виходу його на проїзну частину

$$\Delta_x = v_2 t_{\Delta}, \text{ м.} \quad (4.10)$$

Тоді коефіцієнти квадратного рівняння  $a$ ,  $b$ ,  $c$  при дослідженні фронтального наїзду

$$\begin{aligned} a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2); \\ b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - \Delta_x - \frac{y_{\Pi}}{tg \alpha} \right) \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\ &\quad v_a (l_y + y) - v_2 (l_y + y_{\Pi} - b_y) \\ c &= l_y - b_y \left[ y_{\Pi} \left( \frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{tg \alpha} \right) + \Delta_x \right] - (l_y + y) \left( a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right); \end{aligned} \quad (4.11)$$

у випадку бокового наїзду

$$\begin{aligned} a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2); \\ b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{tg \alpha} \right) \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\ &\quad - v_a y - v_2 (y_{\Pi} - b_y); \\ c &= -b_y \left[ y_{\Pi} \left( \frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{tg \alpha} \right) + \Delta_x \right] - y \left( a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x \right). \end{aligned} \quad (4.12)$$

Якщо виявиться, що час  $t_{\Pi}$ , що минув з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, перевищує час  $T_H$  з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду, тобто  $t_{\Pi} > T_H$ , то водій запізнився з гальмуванням.

Якщо  $t_{\Pi} = T_H$ , то водій своєчасно розпочав гальмування, і, якщо  $t_{\Pi} < T_H$ , то водій завчасно розпочав гальмування, або існують неточності у вихідних даних, прийнятих для розрахунків.

### Задача 1

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з фронтальним наїздом автомобіля на пішохода в умовах обмеженої оглядовості.

**Обставини ДТП:** порожній автомобіль ВАЗ-2108, що рухався в другому ряді, зробив фронтальний наїзд на пішохода, який перетинав проїзну частину швидким кроком під кутом  $750^\circ$  перед тролейбусом,

що рухався в першому ряді із швидкістю 25 км/год. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування передніх коліс довжиною (див. вихідні дані, табл. 4.2, графа 2) м. Після наїзду автомобіль перемістився на (див. вихідні дані, табл. 4.2, графа 3) м і зупинився. Необхідно визначити механізм і причинно-наслідкові зв'язки події.

Таблиця 4.2

Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Довжина слідів гальмування передніх коліс, м	Відстань переміщення автомобіля після наїзду, м
1	2	3
1	16	5,2
2	17	5,4
3	18	5,6
4	19	5,8
5	20	6,0
6	21	6,2
7	22	6,4
8	23	6,6
9	24	6,8
10	25	7,0
11	26	7,2
12	27	7,4
13	28	7,6
14	29	7,8
15	30	8,0
16	31	8,2
17	32	8,4
18	33	8,6
19	34	8,8
20	35	9,0
21	36	9,2
22	37	9,4
23	38	9,6
24	39	9,8
25	40	10,0

### **Практична робота №5. Дослідження наїзду автомобіля на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі рівномірного руху автомобіля**

**Мета роботи:** отримати навички проведення експертних досліджень ДТП, пов'язаних із наїздом на пішохода, при обмеженій оглядовості в режимі рівномірного руху автомобіля.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично дослідити можливі варіанти наїздів на пішоходів, при обмеженій

оглядовості в режимі рівномірного руху автомобіля.

### Загальні відомості

Розглянемо випадок, коли оглядовість обмежена транспортним засобом, що рухаються в попутному напрямку (рис. 5.1).

З урахуванням того, що пішохід, автомобіль і перешкода рухалися рівномірно, значення коефіцієнтів  $a$ ,  $b$ ,  $c$  визначаються із залежності:

- для випадку фронтального наїзду

$$\begin{aligned} a &= v_n |\sin \alpha| (v_a - v_2); \\ b &= v_n [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x)) + \cos \alpha (b_y + y)] - v_a (l_y + y) + \\ &\quad v_2 (l_y + b_y); \\ c &= \pm x (l_y - b_y) - a_x (l_y + y); \end{aligned} \quad (5.1)$$

- для випадку бокового наїзду

$$\begin{aligned} a &= v_n |\sin \alpha| (v_a - v_2); \\ b &= v_n [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x) - l_x) + \cos \alpha (b_y + y)] - v_2 y + v_2 b_y; \\ c &= -(\pm x b_y) - a_x y. \end{aligned} \quad (5.2)$$

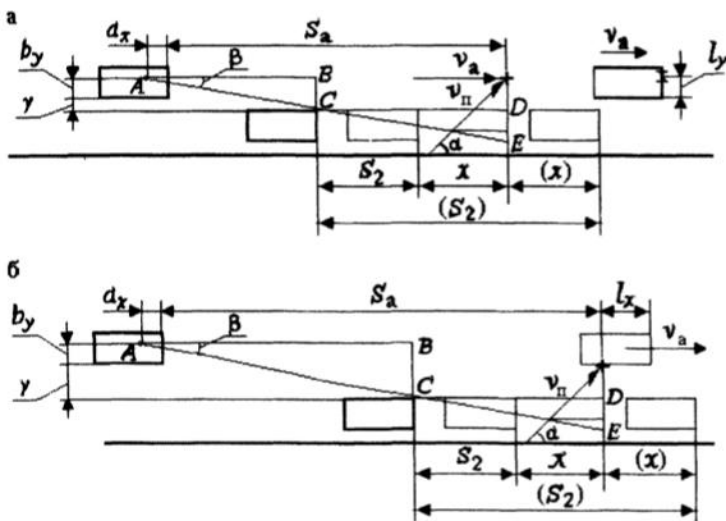


Рис. 5.1. Розрахункова схема наїзду на пішохода в умовах оглядовості, обмеженої попутною перешкодою: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

Випадок, коли оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на попутній або зустрічній смузі (рис. 5.2, 5.3).

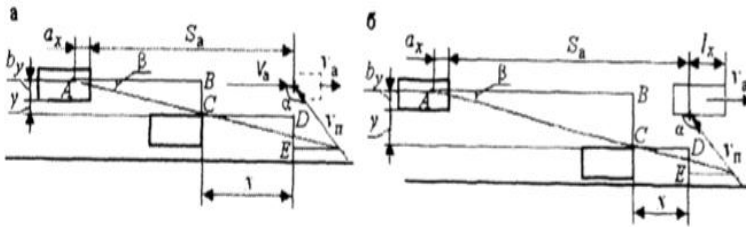


Рис. 5.2. Оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на попутній смузі: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд.

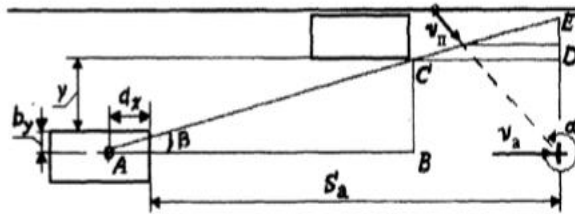


Рис. 5.3. Оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на зустрічній смузі

Значення коефіцієнтів  $a, b, c$ :

- для випадку фронтального наїзду

$$a = v_n |\sin \alpha| v_a;$$

$$b = v_n [|\sin \alpha| (a_x (\pm x)) + \cos \alpha (b_y + y)] - v_a (l_y + y); \quad (5.3)$$

$$c = \pm x (l_y - b_y) - a_x (l_y + y);$$

- для випадку бокового наїзду

$$a = v_n |\sin \alpha| v_a;$$

$$b = v_n [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x) - l_x) + \cos \alpha (b_y + y)] - v_a y; \quad (5.4)$$

$$c = -(\pm x b_y) - a_x y.$$

Якщо оглядовість обмежена транспортними засобами, що рухаються назустріч, то з методичної точки зору аналіз такого виду події аналогічна аналізу при оглядовості, обмеженої попутним транспортним засобом (рис. 5.4).

Значення коефіцієнтів  $a$ ,  $b$ ,  $c$  визначаються із залежності:

- для випадку фронтального наїзду

$$\begin{aligned}
 a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2); \\
 b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a (l_y + y) - \\
 &\quad v_2 (l_y + y_{\Pi} - b_y); \\
 c &= (l_y - b_y) \left[ y_{\Pi} \left( \frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - a_x (l_y + y).
 \end{aligned} \tag{5.5}$$

- для випадку бокового наїзду

$$\begin{aligned}
 a &= v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2); \\
 b &= v_{\Pi} \left[ |\sin \alpha| \left( a_x - l_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a y - \\
 &\quad v_2 (y_{\Pi} - b_y); \\
 c &= -b_y \left[ y_{\Pi} \left( \frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - y (a_x - l_x).
 \end{aligned} \tag{5.6}$$

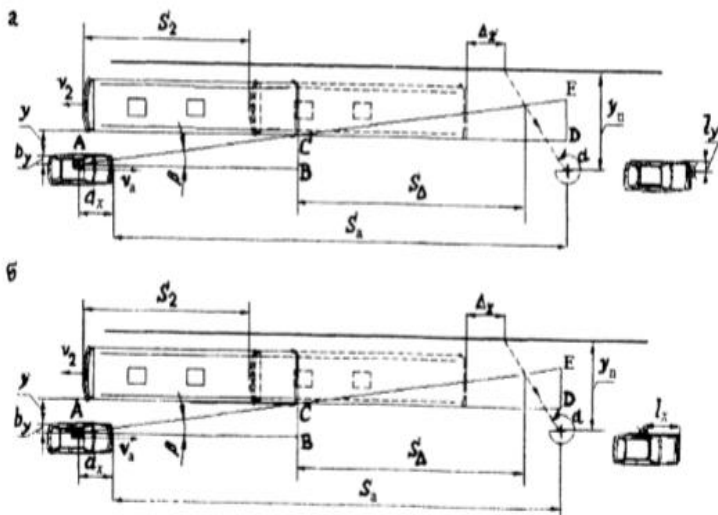


Рис. 5.4. Розрахункова схема наїзду на пішохода в умовах обмеження оглядовості зустрічним транспортом: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

### Задача 1.

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з фронтальним наїздом автомобіля на пішохода в умовах обмеженої оглядовості.

**Обставини ДТП:** легковий автомобіль ВАЗ 2170 у порожньому

стані, рухаючись у другому ряді зі швидкістю (див. вихідні дані, табл. 5.1, графа 2) *км/год.*, здійснив фронтальний наїзд на пішохода, який раптово вийшов із-за тролейбуса, що рухався в першому ряді. Пішохід 40 років рухався швидким кроком під кутом  $75^\circ$  у напрямку руху автомобіля. Тролейбус рухався зі швидкістю (див. вихідні дані, табл. 5.1, графа 2) *км/год.* Інтервал між тролейбусом і автомобілем становив 1,5 м. У момент ДТП автобус перебував на відстані 1 м до місця наїзду. Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду 6,5 м. Місце удару на автомобілі розташовано на відстані 0,5 м від переднього правого кута. Проїзна частина рівна, суха. Необхідно визначити механізм ДТП і причинно-наслідкові зв'язки.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Швидкість руху легкового автомобіля, <i>км/год.</i>	Швидкість руху тролейбуса, <i>км/год.</i>
1	2	3
1	58	29
2	56	28
3	54	27
4	52	26
5	50	25
6	48	24
7	46	23
8	44	22
9	42	21
10	40	20
11	38	19
12	36	18
13	34	17
14	32	16
15	30	15
16	28	14
17	26	13
18	24	12
19	22	11
20	20	10
21	18	9
22	16	8
23	14	7
24	12	6
25	10	5

## Практична робота №6. Дослідження можливості запобігти наїзду автомобіля на пішохода

**Мета роботи:** отримати теоретичні навички проведення експертних досліджень ДТП, пов'язаних із наїздом на пішохода, щодо можливості запобігти наїзду автомобіля на пішохода.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично дослідити можливі варіанти запобігання наїзду автомобіля на пішохода.

### Загальні відомості

Відстань між автомобілем і пішоходом у момент виникнення небезпеки

$$S_b = S_a - S_{\Pi} \cos \alpha, \text{ м.} \quad (6.1)$$

Час руху автомобіля із постійним уповільненням до моменту перетину лінії руху пішохода може визначатись за формулою

$$t_j = \frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j} \sqrt{\left(\frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j}\right)^2 - \frac{2(S_b - (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha)T_{\Pi P})}{j}}, \text{ с.} \quad (6.2)$$

Якщо наїзд на пішохода відбувся в режимі рівномірного руху, то справедливий вираз:

$$t_j = \frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j} \sqrt{\left(\frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j}\right)^2 - \frac{2(S_b - (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha)(t_{\Pi} - T_{\Pi P}))}{j}}, \text{ с.} \quad (6.3)$$

Якщо у наведених формулах вираз під коренем негативний, то вираз втрачає сенс. Це означає, що при своєчасному гальмуванні автомобіль зупинився б до лінії проходження пішохода.

Якщо вираз під коренем дорівнює нулю, то це означає, що автомобіль і пішохід виявляться в одній точці, коли їх швидкості будуть рівні. У випадку косою попутного наїзду це дозволяє практично уникнути удару й знизити швидкість автомобіля до безпечного значення. При косому зустрічному наїзді можливість зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні буде відсутня.

Якщо вираз під коренем позитивний, то навіть при своєчасному гальмуванні зупинка автомобіля до лінії проходження пішохода неможлива, і експерт повинен проаналізувати, чи мав пішохід можливість вийти зі смуги руху автомобіля. Умова безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля можна представити в такий спосіб:

- у випадку фронтального наїзду

$$(T_{\text{ПР}} + t_j)v_{\text{П}}|\sin \alpha| > t_{\text{П}}v_{\text{П}}|\sin \alpha| + B_a - l_y + \delta; \quad (6.4)$$

- у випадку бічного наїзду

$$(T_{\text{ПР}} + t_j)v_{\text{П}}|\sin \alpha| > t_{\text{П}}v_{\text{П}}|\sin \alpha| + B_a + \delta, \quad (6.5)$$

де  $B_a$  – ширина автомобіля, м;

$\delta$  – безпечний інтервал між автомобілем і пішоходом, м.

Безпечний інтервал визначається за формулою проф. Ларіонова

$$\delta = 0,005L_a v'_H, \text{ м}, \quad (6.6)$$

де  $L_a$  – довжина автомобіля, м;

$v'_H$  – швидкість автомобіля в момент перетину лінії проходження пішохода, м/с.

При невеликих швидкостях

$$\delta = 0,005L_a v_a + l_{\text{П}}, \text{ м}. \quad (6.7)$$

Деякі експерти небезпідставно вважають, що безпечний інтервал становить не менше  $\delta = 1$  м, оскільки контури людини будуть визначатися довжиною її кроку.

Можлива швидкість автомобіля в момент перетинання з лінією проходження пішохода

$$v'_H = v_a - jt_j, \text{ м/с}. \quad (6.8)$$

У випадку дослідження бічного наїзду на пішохода (можлива версія), якби водій вчасно застосував гальмування, то за час  $t_{\text{П}}$ , який минув з моменту виникнення небезпеки до наїзду, автомобіль перемістився б на відстань, обумовлену рівнянням

$$S'_{dn} = T_{\text{ПР}}v_a(t_{\text{П}} - T_{\text{ПР}})v_a - \frac{j(t_{\text{П}} - T_{\text{ПР}})^2}{2}, \text{ м}. \quad (6.9)$$

Залежно від результатів розрахунків відстані  $S'_{dn}$  існує кілька варіантів розвитку події. Якщо

$$S'_{dn} > S_a, \quad (6.10)$$

то відбудеться бічний наїзд на пішохода. Можливе місце удару на автомобілі буде перебувати ближче до передньої частини автомобіля на відстані

$$l'_x = S'_{dn} - S_a, \text{ м}, \quad (6.11)$$

а швидкість автомобіля в момент наїзду складе

$$v'_H = \sqrt{2(S_0 - S'_{dn})}, \text{ м/с}. \quad (6.12)$$

Якщо виконується рівність  $S'_{dn} = S_a$ , то удар пішоходові буде нанесений ближнім переднім кутом автомобіля, і, якщо  $S'_{dn} < S_a$ , то пішохід встигне ввійти в смугу руху автомобіля і відбудеться фронтальний наїзд. У такому випадку необхідно проаналізувати



можливу версію розвитку ДТП.

Якщо пішохід рухався під прямим кутом до краю проїзної частини, то при аналізі можливості виходу пішохода зі смуги руху автомобіля розрахунки можна трохи спростити. Швидкість автомобіля в момент перетинання лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні складе

$$v'_H = \sqrt{2(S_0 - S_a)}, \text{ м/с.} \quad (6.13)$$

Час руху автомобіля з моменту виникнення небезпеки до лінії проходження пішохода

$$T'_H = T_{\text{ПР}} + \frac{(v_a - v'_H)}{j}, \text{ с.} \quad (6.14)$$

Умова безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля:

- у випадку фронтального наїзду

$$T'_H v_H > t_{\text{П}} v_{\text{П}} + B_a - l_y + \delta, \text{ с;} \quad (6.15)$$

- у випадку бічного наїзду

$$T'_H v_H > t_{\text{П}} v_{\text{П}} + B_a + \delta, \text{ с.} \quad (6.16)$$

### Задача 1.

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з фронтальним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** легковий автомобіль Infiniti, що рухався зі швидкістю (див. вихідні дані, табл. 6.1, графа 2) км/год., здійснив фронтальний наїзд на пішохода, чоловіка 33 років, що раптово вийшов на проїзну частину, і переходив її справа наліво швидким кроком під кутом (див. вихідні дані, табл. 6.1, графа 6) до напрямку руху автомобіля. Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду 3,0 м. Відстань від правої сторони автомобіля до місця удару 1,2 м. Дорожнє покриття сухе, рівне, асфальтобетонне. Автомобіль перебував у спорядженому стані. Необхідно визначити механізм ДТП і проаналізувати можливість уникнути наїзду на пішохода.

## Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Швидкість руху автомобіля, км/год.	Кут переходу пішоходом проїзної частини до напрямку руху автомобіля, град.
1	2	3
1	46	51
2	47	52
3	48	53
4	49	54
5	50	55
6	51	56
7	52	57
8	53	58
9	54	59
10	55	60
11	56	61
12	57	62
13	58	63
14	59	64
15	60	65
16	61	66
17	62	67
18	63	68
19	64	69
20	65	70
21	66	71
22	67	72
23	68	73
24	69	74
25	70	75

## Задача 2

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з бічним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** легковий автомобіль Opel Astra, що рухався зі швидкістю (див. вихідні дані, табл. 6.2, графа 2) км/год., зробив бічний наїзд на пішохода 27 років, який переходив проїзну частину на нерегульованому пішохідному переході зліва направо швидким кроком під кутом  $240^\circ$  до напрямку руху. Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду автомобіля (див. вихідні дані, табл. 6.2, графа 3) м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару 1,8 м. Дорожнє покриття сухе, рівне, асфальтобетонне. Автомобіль перебував у спорядженому стані. Необхідно визначити механізм ДТП і проаналізувати можливість запобігання наїзду на пішохода.

## Вихідні дані до завдання 2

№ варіанту	Швидкість руху автомобіля, км/год.	Відстань від краю проїзної частини до місця наїзду автомобіля, м
1	2	3
1	60	3,8
2	59	3,7
3	58	3,6
4	57	3,5
5	56	3,4
6	55	3,3
7	54	3,2
8	53	3,1
9	52	3,0
10	51	2,9
11	50	2,8
12	49	2,7
13	48	2,6
14	47	2,5
15	46	2,4
16	45	2,3
17	44	2,2
18	43	2,1
19	42	2,0
20	41	1,9
21	40	1,8
22	39	1,7
23	38	1,6
24	37	1,5
25	36	1,4

**Задача 3.**

Виконати експертне дослідження ДТП, пов'язане з бічним наїздом автомобіля на пішохода.

**Обставини ДТП:** легковий автомобіль Opel Insignia, обладнаний антиблокувальною системою гальм, у режимі гальмування зробив бічний наїзд на пішохода 23 років, що переходив проїзну частину у швидкому темпі зліва направо під кутом  $280^\circ$  до напрямку руху автомобіля на нерегульованому пішохідному переході. За словами водія, автомобіль рухався зі швидкістю 45 км/год., а за словами свідків – близько 55 км/год. Від місця наїзду автомобіль перемістився в загальмованому стані на відстань 5,5 м і зупинився. Відстань від лівої межі проїзної частини до місця наїзду (див. вихідні дані, табл. 6.3, графа 2) м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару 1,8 м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне.

Уповільнення автомобіля, встановлене експериментальним шляхом, – (див. вихідні дані, табл. 6.3, графа 3)  $\text{м/с}^2$ . Небезпека для руху виникла в момент виходу пішохода на проїзну частину.

Таблиця 6.3

Вихідні дані до завдання 3

№ варіанту	Відстань від лівої межі проїзної частини до місця наїзду, <i>м</i>	Уповільнення автомобіля, встановлене експериментальним шляхом, $\text{м/с}^2$
1	2	3
1	3,9	9,0
2	3,8	8,9
3	3,7	8,8
4	3,6	8,7
5	3,5	8,6
6	3,4	8,5
7	3,3	8,4
8	3,2	8,3
9	3,1	8,2
10	3,0	8,1
11	2,9	8,0
12	2,8	7,9
13	2,7	7,8
14	2,6	7,7
15	2,5	7,6
16	2,4	7,5
17	2,3	7,4
18	2,2	7,3
19	2,1	7,2
20	2,0	7,1
21	1,9	7,0
22	1,8	6,9
23	1,7	6,8
24	1,8	6,7
25	1,7	6,6

## Практична робота №7. Аналіз маневру автомобіля

**Мета роботи:** отримати теоретичні навички проведення експертних досліджень ДТП, пов'язаних із маневруванням автомобіля.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично провести експертні дослідження ДТП, пов'язані із маневруванням автомобіля.

### Загальні відомості

1. Поняття «небезпека» і «перешкода для руху».

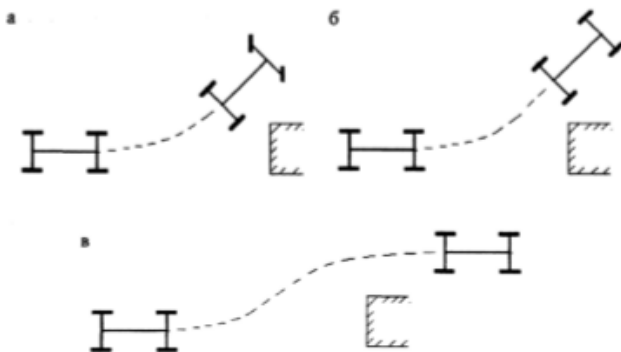


Рис. 7.1. Види маневрів: а – «вхід у поворот»; б – «вхід-вихід»; в – «зміна смуги руху»

2. Розрахунок маневру автомобіля.

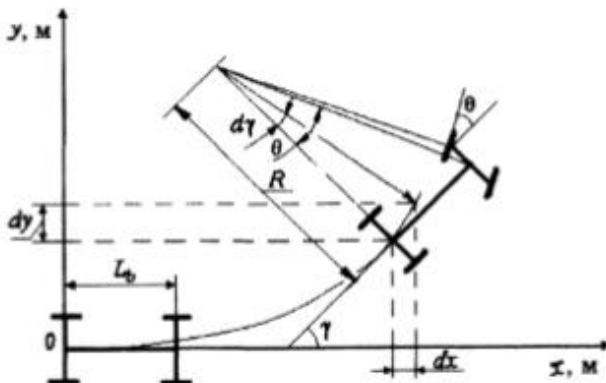


Рис. 7.2. Розрахункова схема повороту автомобіля з абсолютно

жорсткими шинами

Для автомобіля з абсолютно жорсткими шинами

$$R = \frac{L_b}{\tan \theta} \approx \frac{L_b}{\theta}, \text{ м}, \quad (7.1)$$

де  $\theta$  – кут повороту керованих коліс, град.;

$L_b$  – база автомобіля, м.

Припущення:

$$\theta = \omega_\theta t, \text{ град.} \quad (7.2)$$

Курсовий кут автомобіля через  $t_\theta$

$$\gamma_\theta = \frac{v_a \omega_\theta t_\theta^2}{2L_b}, \text{ град.}, \quad (7.3)$$

де  $t_\theta$  – тривалість одного циклу, с.

Координати середини заднього моста через час  $t_\theta$ , коли курсовий кут автомобіля досягає значення  $\gamma_\theta$

$$x_\theta = v_a t_\theta, \text{ м}; \quad (7.4)$$

$$y_\theta = v_a \gamma_\theta t_\theta = \frac{v_a^2 \omega_\theta t_\theta^3}{2L_b}, \text{ м}, \quad (7.5)$$

де  $y_\theta$  – курсовий кут автомобіля наприкінці першого циклу маневру, град.

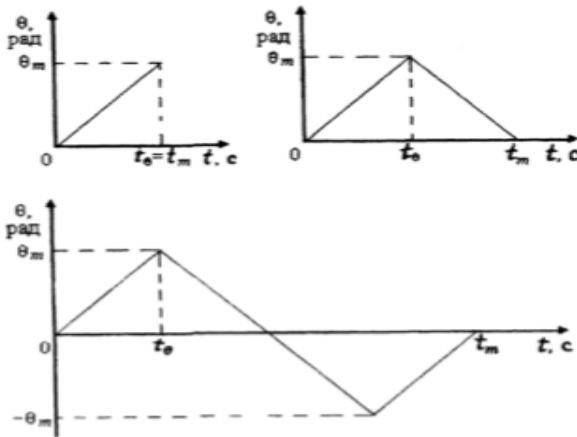


Рис. 7.3. Лінійна зміна кута повороту керованих коліс при маневрі: а – «вхід у поворот»; б – «вхід-вихід»; в – «зміна смуги руху»

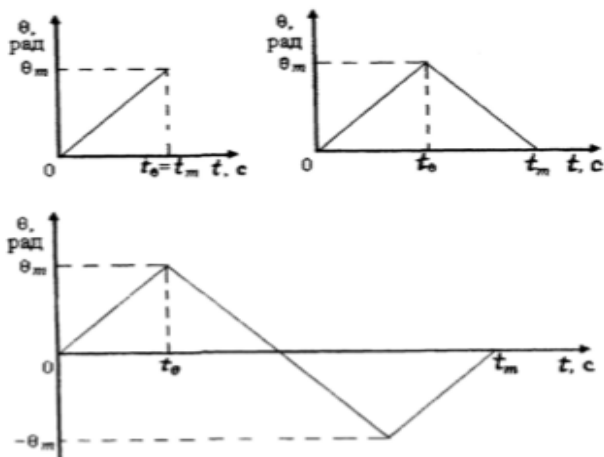


Рис. 7.4. Лінійна зміна кута повороту керованих коліс при маневрі: а – «вхід у поворот»; б – «вхід-вихід»; в – «зміна смуги руху»

Координати середини заднього моста наприкінці другого циклу маневру («вхід-вихід») і наприкінці четвертого циклу маневру («зміна смуги руху») відповідно

$$x_{\theta} = 2v_a t_{\theta}, \text{ м}; \quad (7.6)$$

$$y_{\theta} = \frac{v_a^2 \omega t_{\theta}^3}{L_b}, \text{ м}; \quad (7.7)$$

$$x_{\theta} = 4v_a t_{\theta}, \text{ м}; \quad (7.8)$$

$$y_{\theta} = \frac{2v_a^2 \omega t_{\theta}^3}{L_b}, \text{ м}. \quad (7.9)$$

Відцентрова сила у момент початку поперечного ковзання

$$P_c = \frac{mv_a^2}{R} = \frac{mv_a^2 \theta_m}{L_b} \quad (7.10)$$

досягає сили зчеплення коліс із дорогою

$$P_{\varphi} = mg\varphi_y. \quad (7.11)$$

Максимально допустимі кут і швидкість повороту керованих коліс відповідно

$$\theta_m = \frac{g\varphi_y L_b}{v_a^2}, \text{ град.}; \quad (7.12)$$

$$\omega_{\theta} = \frac{g\varphi_y L_b}{v_a^2 t_{\theta}}, \text{ град.}, \quad (7.13)$$

де  $\varphi_y$  – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в поперечному

напрямку.

Критична швидкість автомобіля за умовами поперечного ковзання

$$v_k = \sqrt{\frac{gR(\varphi_y \pm tg\beta_d)}{1 \pm \varphi_y tg\beta_d}}, \text{ м/с}, \quad (7.14)$$

де  $R$  – відстань від центра повороту до середини заднього моста автомобіля;  $\beta_d$  – поперечний кут нахилу дороги, град.

На дорозі без поперечного нахилу ( $\beta_d = 0$ )

$$v_k = \sqrt{gR\varphi_y}, \text{ м/с}. \quad (7.15)$$

У випадку руху автомобіля під дією тягових або гальмівних сил зменшується і критична швидкість за умовами поперечного ковзання

$$v_k = \sqrt{gR(\varphi_y^2 - \chi^2)}, \text{ м/с}, \quad (7.16)$$

де  $\chi$  – коефіцієнт гальмівної (або тягової) сили, який дорівнює відношенню гальмівної (тягової) сили до ваги, що припадає на колесо.

Максимально допустима швидкість за умовами перекидання

$$v_{\text{ПЕР}} = \eta_{\text{кр}} \sqrt{\frac{BRg}{2h_{\text{ц}}}}, \text{ м/с}, \quad (7.17)$$

де  $\eta_{\text{кр}}$  – коефіцієнт, який враховує поперечний крен підресорених мас автомобіля на пружних елементах підвіски під дією відцентрової сили. Для легкових автомобілів  $\eta_{\text{кр}} = 0,8 \dots 0,9$ , для вантажних автомобілів і автобусів  $\eta_{\text{кр}} = 0,85 \dots 0,95$ .

Виходячи з максимально допустимої швидкості повороту керованих коліс при русі на заданій криволінійній ділянці, зміщення автомобіля в поперечному (бічному) напрямку складе

- при маневрі «вхід-вихід»

$$y_{\theta} = \varphi g t_{\theta}^2, \text{ м}; \quad (7.18)$$

- при маневрі «зміна смуги руху»

$$y_{\theta} = 2\varphi g t_{\theta}^2, \text{ м}. \quad (7.19)$$

Для наближення результатів розрахунків координат до експериментальних даних при аналізі ДТП використовується поправочний емпіричний коефіцієнт:

- для сухого асфальту

$$k_m = 1,12 + 0,005v_a; \quad (7.20)$$

- для мокрого асфальту

$$k_m = 1,05 + 0,005v_a; \quad (7.21)$$

- для зледенілої дороги



$$k_m = 1,0 + 0,035v_a. \quad (7.22)$$

При дослідженні ДТП експерт може визначити час  $t_\theta$ , виходячи із часу маневру  $t_m$  (див. рис. 7.4) або відстані від автомобіля до перешкоди  $x_m$ , яку мав у своєму розпорядженні водій безпосередньо для виконання маневру:

- «вхід-вихід»

$$t_\theta = \frac{t_m}{2} = \frac{x_m}{2v_a}, \text{ с}; \quad (7.23)$$

- «зміна смуги руху»

$$t_\theta = \frac{t_m}{4} = \frac{x_m}{4v_a}, \text{ с}, \quad (7.24)$$

де  $t_m$  – час, який мав водій для маневру, с;

$x_m$  – відстань від автомобіля до перешкоди, в межах якої водій міг маневрувати, м.

З урахуванням  $k_m$  і виходячи із  $t_m$  або  $x_m$ , бічне зміщення автомобіля при маневрі:

- «вхід-вихід»

$$y_m = \frac{\varphi g t_\theta^2}{k_m} = \frac{\varphi g t_m^2}{4k_m} = \frac{\varphi g x_m^2}{4k_m v_a^2}, \text{ м}; \quad (7.25)$$

- «зміна смуги руху»

$$y_m = \frac{\varphi g t_\theta^2}{k_m} = \frac{\varphi g t_m^2}{8k_m} = \frac{\varphi g x_m^2}{8k_m v_a^2}, \text{ м}, \quad (7.26)$$

де  $k_m$  – поправочний коефіцієнт маневру.

### 3. Можливість об'їзду нерухомої перешкоди.

Час запізнення спрацювання рульового приводу для легкових автомобілів близько 0,2-0,4 с, а у вантажних автомобілів 0,8-1,2 с.

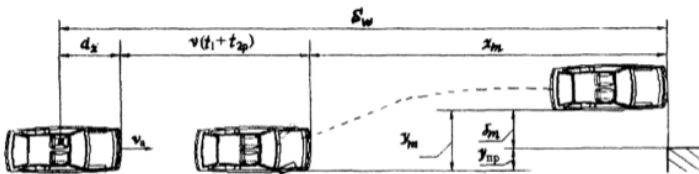


Рис. 7.5. Схема об'їзду нерухомої перешкоди

Відстань від автомобіля до перешкоди  $x_m$ , що залишилася безпосередньо для виконання маневру «зміна смуги руху»,

$$x_m = S_w - a_x - v_a(t_1 - t_{2P}), \text{ м}, \quad (7.27)$$

де  $S_w$  – відстань видимості, м;  $a_x$  – відстань від місця водія до передньої частини автомобіля;  $t_1$  – час реакції водія, с;  $t_{2P}$  – час

запізнювання спрацьовування рульового керування, с.

Безпечний інтервал при об'їзді

$$\delta_m = \frac{(5L_a + 18)v_a}{1000}, \text{ м}, \quad (7.28)$$

де  $L_a$  – довжина автомобіля, м.

Умова безпечного об'їзду нерухомої перешкоди з використанням маневру «зміна смуги руху»

$$y_m \geq y_{\text{ПР}} + \delta_m, \quad (7.29)$$

де  $y_m$  – координата поперечного зміщення автомобіля, м;

$y_{\text{ПР}}$  – координата частини перешкоди, що заважає руху, м;

$\delta_m$  – безпечний інтервал при маневрі, м.

### Задача 1.

Водій автомобіля ВАЗ-2109 (або за вибором студента), рухаючись зі швидкістю (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 2) км/год. на відстані (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 3) м від краю дороги, в умовах видимості, обмеженої відстанню (див. вихідні дані, табл. 7.1, графа 4) м, почав об'їзд нерухомої перешкоди. Однак уникнути ДТП не вдалося. Перешкодою був припаркований впритул до краю дороги автомобіль VOLVO. Дорожнє покриття – мокрий асфальт. Автомобіль ВАЗ перебував у навантаженому стані. Проаналізувати можливість уникнути ДТП шляхом об'їзду перешкоди по попутній смузі і оцінити правильність обраної водієм швидкості руху автомобіля ВАЗ в умовах недостатньої видимості.

Таблиця 7.1

Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Швидкість руху автомобіля, м/с	Відстань від краю дороги перед об'їздом перешкоди, м	Відстань видимості, м
1	2	3	4
1	36	0,5	23
2	37	0,6	25
3	38	0,7	27
4	39	0,8	29
5	40	0,9	31
6	41	1,0	33
7	42	1,1	35
8	43	1,2	37
9	44	1,3	39
10	45	1,4	41
11	46	1,5	43
12	47	1,6	45
13	48	1,7	47
14	49	1,8	49
15	50	1,9	51

1	2	3	4
16	51	2,0	53
17	52	2,1	55
18	53	2,2	57
19	54	2,3	59
20	55	2,4	61
21	56	2,5	63
22	57	2,6	65
23	58	2,7	67
24	59	2,8	71
25	60	2,9	73

### Практична робота №8. Аналіз зіткнення автомобіля

**Мета роботи:** отримати навички проведення експертних досліджень ДТП, пов'язаних із зіткненням автомобілів.

**Зміст роботи:** Ознайомитись, проаналізувати та аналітично провести експертні дослідження ДТП, пов'язані із зіткненням автомобілів.

#### Загальні відомості

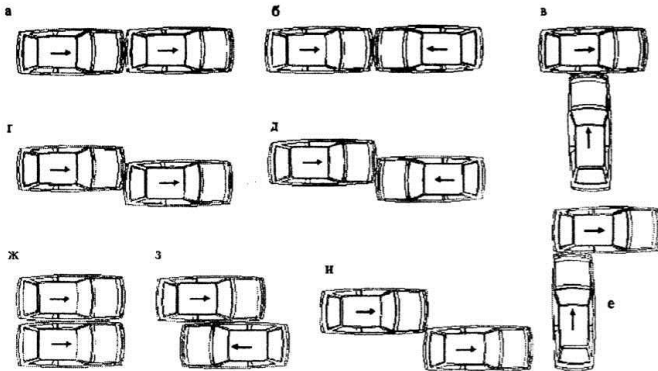


Рис. 8.1. Схеми зіткнень: а – попутне із центральним ударом; б – зустрічне із центральним ударом; в – перехресне із центральним ударом; г – попутне зі зміщеним ударом; д – зустрічне зі зміщеним ударом; е – перехресне зі зміщеним ударом; ж – попутне ковзне; з – зустрічне ковзне; и – дотичне \ зі зміщеним ударом

Використання закону збереження імпульсу в замкненій системі тіл

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2, \quad (8.1)$$

де,  $m_1 m_2$  – маси автомобілів, кг;  $v_1, v_2$  – швидкості автомобілів безпосередньо перед ударом, м/с;  $u_1, u_2$  – швидкості автомобілів після удару, м/с.

Якщо один з автомобілів у момент удару був нерухомий, то

$$v_1 = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1}, \text{ м/с.} \quad (8.2)$$

Якщо після зіткнення автомобілі рухаються, як одне ціле, то

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) u_{1,2}}{m_1}, \text{ м/с,} \quad (8.3)$$

де  $u_{1,2} = u_1 = u_2$ , м/с.

Швидкість автомобілів  $u_1, u_2$  безпосередньо після зіткнення

$$u = \sqrt{2 j_{OT} S_{OT}}, \text{ м/с,} \quad (8.4)$$

де  $j_{OT}$  – уповільнення відкидання (відкочування), м/с<sup>2</sup>;

$S_{OT}$  – відстань відкидання (відкочування), м.

У випадку, коли після удару автомобілі котяться, то уповільнення автомобіля під дією сил опору коченню й опору підйому складе

$$j_{OT} = (f \cos \lambda + \cos \lambda) g, \text{ м/с}^2, \quad (8.5)$$

де  $\lambda$  – кут поздовжнього ухилу дороги в градусах;  $f$  – коефіцієнт опору коченню коліс;  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

При відкочуванні автомобіля на рівній ділянці  $\cos \theta = 1, \sin \theta = 0$ :

$$j_{OT} = f g, \text{ м/с.} \quad (8.6)$$

При відкиданні автомобіля в процесі гальмування уповільнення визначається за формулами  $j_{OT} = \varphi g, j_{OT} = \frac{\varphi g}{k_B}$ .

Якщо один з автомобілів-учасників ДТП утримувався на місці ручним гальмом або після зіткнення відбулося блокування одного з коліс, то уповільнення при частковому використанні зчипної ваги автомобіля можна визначити з умови рівноваги між силами інерції і гальмування  $P_j = P_T$

$$j_{OT} m_a = \varphi m_i g;$$

$$j_{OT} = \varphi \frac{m_i}{m_a} g, \text{ м/с,} \quad (8.7)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою;  $m_i$  – маса, що приходить на загальмовані колеса автомобіля, кг;  $m_a$  – маса автомобіля, кг.

Якщо водій перед зіткненням застосував гальмування, то швидкість автомобіля на початку гальмового шляху складе

$$v_a = 0.5jt_3 + \sqrt{2jS_s + v_1^2}, \text{ м/с}, \quad (8.8)$$

де  $S_s$  – відстань, пройдена автомобілем з початку гальмування до зіткнення, м

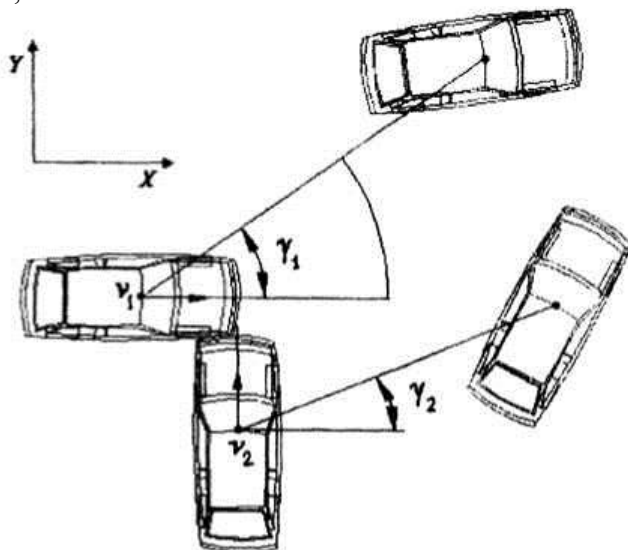


Рис. 8.2. Перехресне зіткнення зі зміщеним ударом

При перехресному зіткненні всю кількість руху системи можна розкласти на дві складові проекції відповідно до обраної системи координат:

- проекція на вісь X

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos \alpha = m_1 u_1 \cos \gamma_1 + m_2 u_2 \cos \gamma_2; \quad (8.9)$$

- проекція на вісь Y

$$m_2 v_2 \sin \alpha = m_1 u_1 \sin \gamma_1 + m_2 u_2 \sin \gamma_2, \quad (8.10)$$

де  $\alpha$  – кут удару, град.;  $\gamma_1, \gamma_2$  – кут відкидання відповідно кожного автомобіля, град. З виразів (8.9), (8.10) одержимо швидкості автомобілів перед зіткненням

$$v_1 = u_1 \cos \gamma_1 + \frac{m_2 u_2 \cos \gamma_2 - m_2 v_2 \sin \alpha}{m_1}, \text{ м/с}; \quad (8.11)$$

$$v_2 = \frac{m_1 u_1 \sin \gamma_1 + m_2 u_2 \cos \gamma_2}{m_2 \sin \alpha}, \text{ м/с}. \quad (8.12)$$

Після перехресного зіткнення кінетична енергія автомобіля повністю витрачається на роботу з подолання сили тертя ковзання

$$\frac{m_a u^2}{2} = m_a g \varphi S_{OT}: u = \sqrt{2g\varphi S_{OT}}. \quad (8.13)$$

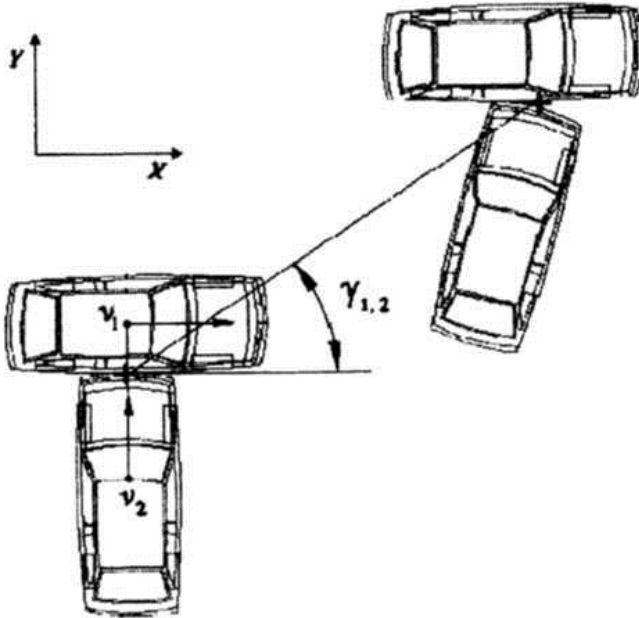


Рис. 8.3. Перехресне зіткнення автомобілів з їхнім наступним блокуванням

Якщо автомобілі після удару заблоковані один відносно другого, то  $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_{1,2}$ ,  $u_1 = u_2 = u_{1,2}$ . Тоді швидкості автомобілів перед зіткненням можуть бути визначені за формулами

$$v_1 = \frac{u_{1,2} (m_1 + m_2) \cos \gamma_{1,2} - v_2 m_2 \cos \alpha}{m_1}, \text{ м/с}; \quad (8.14)$$

$$v_2 = \frac{u_{1,2} (m_1 + m_2) \sin \gamma_{1,2}}{m_2 \sin \alpha}, \text{ м/с}. \quad (8.15)$$

### Задача 1.

Автомобіль Volkswagen Passat наїхав на автомобіль KIA Optima, що стояв на узбіччі. Після зіткнення автомобіль Volkswagen Passat перемістився в загальмованому стані на 3 м і зупинився, а автомобіль KIA Optima відкотився на (див. вихідні дані, табл. 8.1, графа 2) м. За словами водія автомобіля Volkswagen Passat,

гальмування було розпочато на відстані (див. вихідні дані, табл. 8.1, графа 3) м від перешкоди. Обидва автомобіля були повністю завантаженими. ДТП відбулося на ділянці з рівним сухим асфальтом в умовах необмеженої видимості. Необхідно виконати схему ДТП і розрахунковим шляхом визначити швидкість автомобіля Volkswagen Passat, обладнаного антиблокувальною системою гальм.

Таблиця 8.1

Вихідні дані до завдання 1

№ варіанту	Відстань відкочення автомобіля KIA Optima після наїзду, м	Відстань початку гальмування автомобіля Volkswagen Passat, м
1	2	3
1	8	16
2	9	17
3	10	18
4	11	19
5	12	20
6	13	21
7	14	22
8	15	23
9	16	24
10	17	25
11	18	26
12	19	27
13	20	28
14	21	29
15	22	30
16	23	31
17	24	32
18	25	33
19	26	34
20	27	35
21	28	36
22	29	37
23	30	38
24	31	39
25	32	40

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Туренко А.М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП.: підручник для вищих навчальних закладів / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сарасв, С.В. Данець. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320 с.
2. Автотранспортна експертиза: підручник/ В.К. Доля, Ю.О. Давідіч, А.І. Лозвий та ін.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 422 с.

3. Решетніков Є.Б. Експертне дослідження наїзду на пішохода: навчальний посібник / Є.Б. Решетніков. – Х.: ХДАДТУ, 1999. – 89 с.
4. Туренко А.Н., Клименко В.И., Сараев А.В. Автотехническая экспертиза: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2007. – С. 20-36.

### **Додаткова**

1. Галаса П.В. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод/ П.В. Галаса, В.Б. Кисильов, А.С. Куйбіда та ін. – К., 1995. – 192 с.
2. Правила дорожнього руху України. – Х.: НПП «Светофор», 2001. – 88 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Кабінет Міністрів України/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/>
2. Законодавство України/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.kiev.ua/>
3. Державна служба статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6)/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>
6. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cbs.rv.ua/>
7. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75)/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>