

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання лабораторних робіт з дисципліни  
**«ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»**  
для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології»  
за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)»  
денної та заочної форми навчання

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
для виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»  
для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології»  
за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)»  
денної та заочної форми навчання

Вінниця  
ВНТУ  
2021

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 7 від «18» березня 2021 р.)

Рецензенти:

**В. А. Макаров**, доктор технічних наук, доцент

**О. В. Петров**, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Правила безпеки дорожнього руху» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології» за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» денної та заочної форми навчання / Уклад. А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 56 с.

Методичні вказівки призначені допомогти студентам спеціальності 275 «Транспортні технології» за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» у самостійній роботі під час підготовки та виконання лабораторних робіт з курсу «Правила безпеки дорожнього руху». Методичні вказівки розроблено відповідно до навчальної програми дисципліни «Правила безпеки дорожнього руху»

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Лабораторна робота № 1.</b> Інструментальна перевірка технічного стану транспортних засобів на відповідність вимогам безпеки .....	5
<b>Лабораторна робота № 2.</b> Моделювання розмірів випробувального майданчика для дорожніх випробувань робочої гальмівної системи ..	10
<b>Лабораторна робота № 3.</b> Дослідження технічного стану автомобільної дороги .....	17
<b>Лабораторна робота № 4.</b> Дослідження характеристик дорожнього руху .....	22
<b>Лабораторна робота № 5.</b> Дослідження транспортно-експлуатаційних характеристик міської вулиці або дороги .....	29
<b>Лабораторна робота № 6.</b> Визначення безпечних режимів руху автомобілів на заданій ділянці вулично-дорожньої мережі .....	36
<b>Лабораторна робота № 7.</b> Визначення ступеня безпечності ділянок дорожньої мережі методом коефіцієнтів безпеки .....	44
<b>Лабораторна робота № 8.</b> Оцінення ступеня безпеки ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнта аварійності .....	49
<b>Література</b> .....	55

## ВСТУП

Безпека дорожнього руху (БДР) – це комплекс та система правил, заходів і засобів, спрямованих на захист і збереження життя та здоров'я учасників дорожнього руху, а також, захист і збереження довкілля та майна. Серед множини факторів, що визначають БДР, можна виділити: створення надійних в експлуатації транспортних засобів (ТЗ), які мають високий рівень активної і пасивної безпеки; своєчасне та якісне обслуговування цих ТЗ; рівень професійної підготовки водіїв, їх психофізіологічні властивості; стан та якість проїжджої частини; якість дорожньої інфраструктури та організацію дорожнього руху; нагляд за дорожнім рухом; правове та юридичне забезпечення учасників дорожнього руху; статистичний аналіз та дослідження для постійного вдосконалення системи з підтримання безпеки дорожнього руху на належному рівні.

Розширення обсягів та сфери застосування ТЗ підвищує імовірність збільшення матеріальних втрат, травматизму та смертності на дорогах країни. За даними ВООЗ, у світі щороку на дорогах гине близько 1,25 млн людей, а кількість травмованих становить близько 50 млн. Ця сама організація прогнозує, що у 2030 році дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) будуть на третьому місці у світі серед причин, які призводять до втрати здоров'я після тяжких депресій та серцево-судинних захворювань.

Розв'язання проблеми підвищення безпеки руху слід здійснювати із застосуванням системного підходу, впровадженням сучасних вимог і технологій, які містять усі ключові аспекти БДР: поведінку людини, дорожню інфраструктуру, безпеку конструкцій ТЗ, та одночасно розглядаються на етапі попередження ДТП, під час ДТП та після ДТП відповідно до загальноприйнятих у світі підходів.

В методичних вказівках наведено перелік лабораторних робіт за тематикою дисципліни «Правила безпеки дорожнього руху», загальним напрямком яких є вивчення і набуття практичних навичок з вирішення питань проблеми вдосконалення процесів організації перевезень вантажів та пасажирів, підвищення безпеки руху та зменшення шкідливого впливу транспорту на навколишнє середовище. Завдяки лабораторним роботам студент краще розуміє теоретичний матеріал з дисципліни та може визначати необхідні заходи щодо вирішення питань проблеми підвищення ефективності, безпеки, захисту й надійності роботи автомобільного транспорту, планувати та реалізовувати професійну діяльність на основі нормативно-правових та законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкцій і рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

### **Інструментальна перевірка технічного стану транспортних засобів на відповідність вимогам безпеки**

**Мета роботи:** встановлення відповідності технічного стану транспортного засобу (ТЗ) вимогам чинної нормативної документації з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища (за ДСТУ 3649:2010).

#### **Зміст роботи**

Лабораторна робота містить у своєму складі ознайомлення із загальними відомостями з теми, підготовку автомобіля; зовнішній огляд елементів, які відповідають за безпеку руху ТЗ; перевірку параметрів заданого елемента за стандартизованою методикою; порівняння значень вимірних параметрів з нормативами і аналіз отриманих результатів.

#### **Обладнання робочого місця**

Необхідне обладнання, наочні посібники, нормативна та навчальна література:

- автомобіль (легковий, вантажний, автобус);
- контрольно-вимірні прилади;
- плакати з конструкції елементів автомобілів, що відповідають за безпеку руху;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [5], [7].

#### **Загальні відомості з теми**

Технічний стан транспортних засобів та їх обладнання мають відповідати вимогам стандартів з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища, а також правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації.

Основні вимоги до технічного стану автомобілів з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища зосереджені в ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби: вимоги до безпечності технічного стану та методи контролювання [5].

Крім того, ряд умов, за яких заборонено експлуатацію транспортних засобів, подано в Правилах дорожнього руху України.

Загальні вимоги до ТЗ. Транспортні засоби мають:

- не загрожувати безпеці осіб, які ними користуються, або іншим учасникам руху;
- рівень шкідливих речовин, що виділяються ними, не має перевищувати встановлені законодавством значення;
- не спричиняти нищення доріг та їх облаштування;
- забезпечувати достатнє поле огляду водієві, а також легке, зручне і повне користування засобами керування, гальмування, сигналізації та освітлення дороги;
- не спричиняти радіоелектричних перешкод вище встановленого рівня.

Запасні частини мають відповідати вимогам нормативної та конструкторської документації і мати маркування для їх ідентифікації. Обладнання та пристрої автомобільних транспортних засобів, насамперед ті, що сприяють безпеці та охороні довкілля від негативних наслідків їх використання, мають утримуватись у належному технічному стані, діяти надійно та ефективно.

Загальні вимоги до технічного стану та обладнання ТЗ:

– технічний стан та обладнання ТЗ мають відповідати вимогам чинної нормативної документації з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища;

– не допускається вносити зміни в конструкцію ТЗ та застосовувати експлуатаційні матеріали, не передбачені підприємством-виробником ТЗ, без узгодження з ним чи з іншою уповноваженою на те організацією;

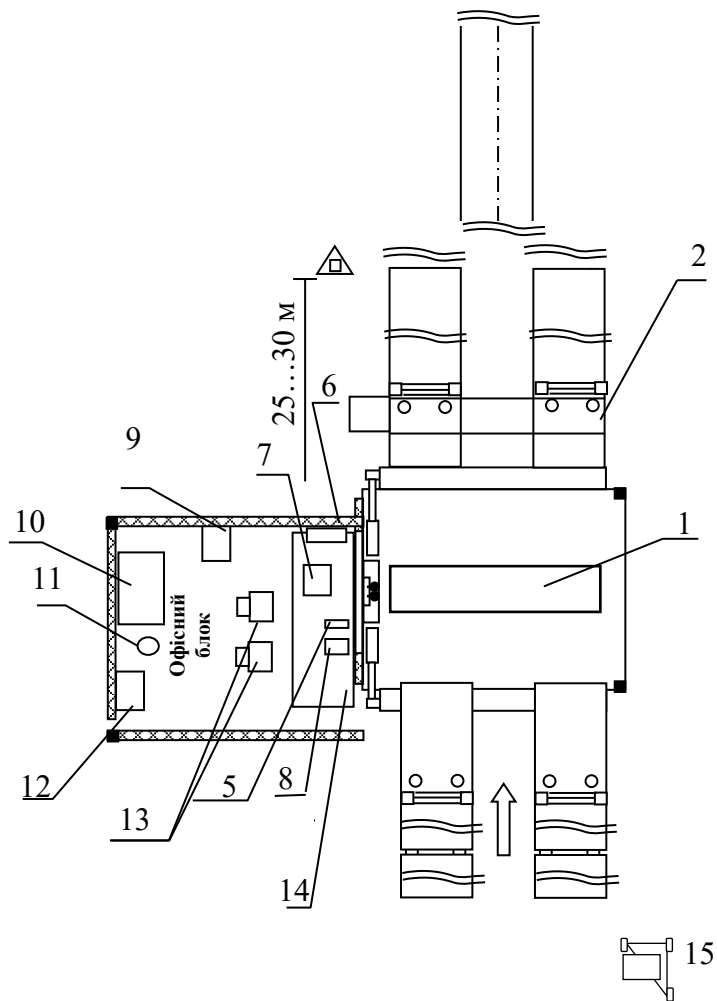
– перед проведенням контролю мають перевірятися: ідентифікаційні номери ТЗ – кузова (шасі) та двигуна, наявність та зміст передбачених підприємством-виробником номерних та кодових табличок, державний реєстраційний номер. Ідентифікаційні дані, характеристики використовуваного обладнання, умови проведення та результати контролю мають бути занесені до протоколу контролю (див. зміст звіту).

Оскільки перелік робіт з технічного огляду та вимоги щодо його проведення визначено заздалегідь і обумовлено ДСТУ 3649:2010, то загальний технологічний процес можна зобразити у вигляді схеми (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Схема процесу контролю технічного стану ТЗ

Приклад технологічного планування лінії контролю технічного стану ТЗ подано на рис. 1.2.



- 1 – Гальмовий стенд;
- 2 – Площадка для з'їзду автомобіля;
- 3 – Люфтомір;
- 4 – «ТОНИК» (перевірка світлопропускання скла);
- 5 – Газоаналізатор «Автотест»;
- 6 – Шафа силова;
- 7 – ПЕОМ;
- 8 – Пробозабірна система газоаналізатора;
- 9 – Тепловий вентилятор;
- 10 – Шафа приладів;
- 11 – Вогнегасник;
- 12 – Вішак;
- 13 – Крісло поворотне (2 шт.);
- 14 – Стіл двомісний;
- 15 – Прилад перевірки фар ИПФ-01.

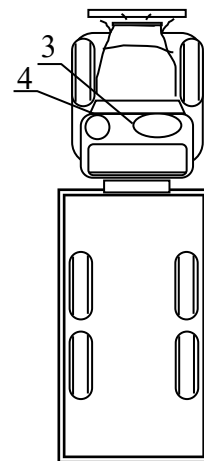


Рисунок 1.2 – Схема планувального рішення лінії контролю технічного стану ТЗ



Елементи конструкції, яким приділяється особлива увага:

- 1) прилади зовнішні світлові;
- 2) рульове керування;
- 3) шини та колеса;
- 4) гальмівні системи;
- 5) склоочисники та склоомивачі вітрового скла;
- 6) двигун та його системи;
- 7) інші елементи конструкції (дзеркала заднього виду, звукові сигнали, сонцезахисні пристрої, розміщення вантажу, замки та запірні пристрої, аварійні виходи тощо).

Згідно зі схемою (див. рис. 1.2), автомобіль, який заїжджає на лінію контролю технічного стану, спочатку встановлюється на пост визначення токсичності відпрацьованих газів. Далі автомобіль заїжджає на пост, обладнаний гальмовим стендом, де виконується перевірка гальмівних властивостей автомобілів. Після визначення стану гальм автомобіль заїжджає на останній пост, який має бути обладнаний оглядовою канавою. На цьому посту виконується огляд та визначення стану вузлів і деталей трансмісії, ходової частини, рульового керування, гальмівної системи, коліс та шин. Також на цьому посту виконуються роботи з перевірки сумарного люфту рульового керування, регулювання фар, світлопропускання скла, дзеркал, системи склоочисників та інші роботи, передбачені ДСТУ 3649:2010.

### Зміст звіту

*Вказати:* номер, найменування, мету і зміст лабораторної роботи, марку ТЗ, елемент конструкції, який потрібно перевірити, використане обладнання, інструмент.

*Записати:* отримані експериментальні дані.

*Порівняти:* отримані експериментальні дані з технічними вимогами за ДСТУ 3649:2010

Ч.ч.	Параметр	Значення		
		за нормою	за паспортом	фактичне

*Зробити висновок:* про технічний стан ТЗ та заповнити протокол випробування автомобіля.

## ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Автомобіль (модель) \_\_\_\_\_

Двигун № \_\_\_\_\_ Шасі (кузов) \_\_\_\_\_

Дата проведення випробувань \_\_\_\_\_

### 1. Технічна характеристика автомобіля:

Тип автомобіля \_\_\_\_\_

Категорія ДТЗ \_\_\_\_\_

Вантажопідйомність, кг \_\_\_\_\_

Повна маса, кг \_\_\_\_\_

Тип і розмір шин \_\_\_\_\_

Тиск в шинах, кПа (кгс/см<sup>2</sup>):

Передніх \_\_\_\_\_

Задніх \_\_\_\_\_

2. Місце випробувань \_\_\_\_\_

3. Вимірювальні прилади (тип, модель, номер) \_\_\_\_\_

4. Результат огляду автомобіля \_\_\_\_\_

5. Результати випробувань: \_\_\_\_\_

6. Висновок за результатами випробувань \_\_\_\_\_

7. Дані про лабораторію, котра проводила випробування:

Назва \_\_\_\_\_

Відповідальний виконавець \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

### Контрольні запитання

1. Яка нормативна документація з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища діє в Україні?

2. Загальні вимоги до ТЗ.

3. Основні вимоги до технічного стану транспортних засобів з безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища.

4. Елементи конструкції, яким приділяється особлива увага.

5. Вимоги та методи контролю приладів зовнішнього освітлення.

6. Вимоги та методи контролю рульового керування.

7. Вимоги та методи контролю шин та коліс.

8. Вимоги та методи контролю гальмівних систем.

9. Вимоги та методи контролю склоочисників та склоомивачів вітрового скла.

10. Вимоги та методи контролю двигуна та його систем;

11. Вимоги та методи контролю інших елементів конструкції (дзеркала заднього виду, звукові сигнали, розміщення вантажу, замки та запірні пристрої, аварійні виходи і т. д.).

12. Умови заборони руху ТЗ.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### Моделювання розмірів випробувального майданчика для дорожніх випробувань робочої гальмівної системи

**Мета роботи:** вивчити співвідношення параметрів, які впливають на розгінні і гальмівні властивості автотранспортних засобів, засвоїти показники, що нормують ефективність гальмівних систем за умовами безпеки руху, і розрахувати розміри випробувального майданчика для дорожніх випробувань автотранспортних засобів.

#### Зміст роботи

За вибраними вихідними величинами, що характеризують розгін і гальмування автотранспортного засобу (АТЗ) з урахуванням впливу на гальмівні властивості технічного стану елементів гальм і шин, розрахувати розміри майданчика для дорожніх випробувань легкових автомобілів, мікроавтобусів, автобусів, вантажних автомобілів, автопоїздів. Проаналізувати отримані результати розрахунку, накреслити графіки діаграм гальмування і зробити ескіз випробувального майданчика із зазначенням розмірів.

#### Обладнання робочого місця

Необхідні наочні посібники, навчальна та довідкова література:

- плакати з улаштування гальмівних систем, діаграми гальмування;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [5], [9];
- Правила дорожнього руху України. Київ : Укрспецвидав, 2020. 64 с.

#### Загальні відомості з теми

Основною властивістю, що забезпечує безпеку АТЗ, є гальмівна динаміка автомобіля, повнота і реалізація якої пов'язана, насамперед, з конструктивними можливостями, рівнем технічного стану та ефективністю дії автомобільних гальмівних систем в різних умовах експлуатації.

Залежно від свого функціонального призначення гальмівні системи (ГС) автомобіля класифікують за чотирма типами: робоча, запасна або аварійна, стоянкова і допоміжна.

Всі гальмівні системи ТЗ мають бути роботоздатними. Це означає, що за їх застосування показники ефективності гальмування мають відповідати встановленим вимогам нормативної документації. Ефективність дії гальмівної системи містить у своєму складі дві взаємозалежні властивості: ефективність гальмування і стійкість автомобіля під час гальмування. Більшість національних стандартів оцінюють ефективність гальмування за величинами усталеного уповільнення і гальмівного шляху. Стійкість при гальмуванні регламентується величиною лінійного відхилення за межі нормативного коридору руху (рис. 2.1) і кутом курсової стійкості.

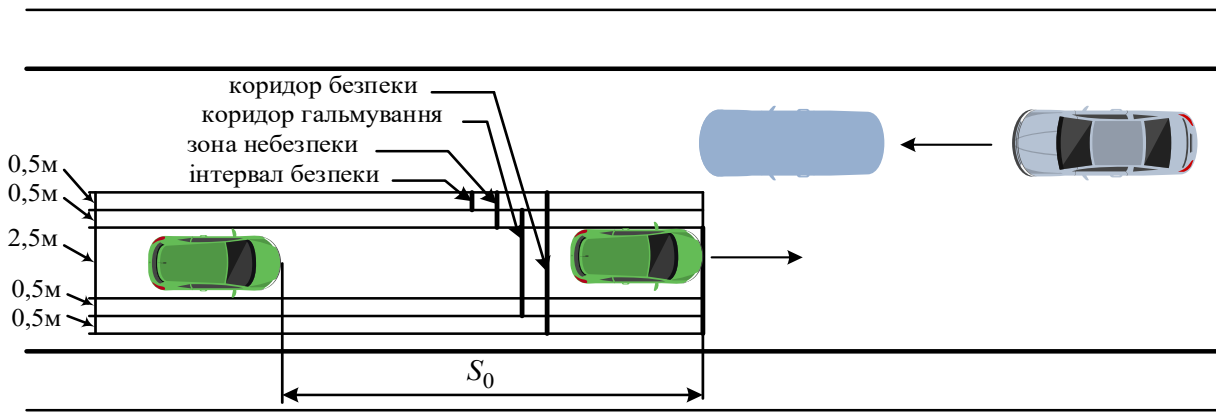


Рисунок 2.1 – Коридор безпеки

Максимально допустимий розворот автомобіля обчислюють з умови

$$\frac{B_{sr}}{2} \leq y + L_A \sin \gamma + \frac{B_A}{2} \cos \gamma,$$

де  $B_{sr}$  – ширина коридору безпеки (смуги руху);

$y$  – відхилення центра мас ТЗ у поперечному напрямку;

$L_A$  та  $B_A$  – довжина і ширина ТЗ;

$\gamma$  – курсовий кут, який характеризує повздожньої осі ТЗ.

Вимоги до гальмівних систем в країнах з розвинуеною автомобілізацією встановлено як для автомобілів, що сходять з конвеєра, так і автомобілів, які знаходяться в експлуатації. . Водночас для АТЗ, які експлуатуються, враховується певне, в межах 10% (Правила № 13 ЄЕК ООН), зниження гальмівних властивостей. В Україні введено у дію стандарт ДСТУ 3649:2010, яким передбачено два види перевірки робочих ГС: дорожні та стендові випробування. У Правилах дорожнього руху віддано перевагу дорожнім випробуванням, тому що цей метод:

- дозволяє визначити безпосередньо ті параметри гальмування автомобіля, які визначають безпеку його руху на дорозі;
- розширює організаційно-практичні можливості зацікавлених осіб, підприємств та організації в самостійній легітимній перевірці гальмівних систем АТЗ, які обслуговуються, ремонтуються і експлуатуються.

### **Розрахунок розмірів випробувального майданчика для дорожніх випробувань робочої гальмівної системи**

Розміри робочого майданчика (ділянки дороги), на якій проводяться дорожні випробування робочої ГС, мають забезпечувати:

- а) по довжині – встановлення ТЗ для його зовнішнього огляду і, за необхідності, додаткового миття та сушіння шин (ділянка  $S_{OC}$ ); шлях на розгін до початкової швидкості гальмування ( $S_{ROZ}$ ); шлях за час реакції водія

на сигнал гальмування ( $S_1$ ); шлях за час приведення в дію гальмівної системи ( $S_2$ ), шлях за час наростання уповільнення ( $S_3$ ); шлях за час усталеного уповільнення ( $S_4$ );

б) по ширині – розміри нормативного коридору руху ( $B_{NKR}$ ) з урахуванням максимально допустимого зміщення ТЗ за межі нормативного коридору руху ( $\Delta B$ ).

Ділянка для розвороту автотранспортного засобу для руху в зворотному напрямку в роботі не розглядається.

#### 1. Вихідні дані

Геометричні і гальмівні характеристики ТЗ (легковий, автобус, вантажний, автопоїзд), табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Геометричні і гальмівні характеристики ТЗ

Вид і категорія ТЗ	Геометричні характеристики, м			Гальмівні характеристики, с			
	$L_A$	$B_A$	$B$ (колія)	$t_p$	$t_1$	$t_2$	$t_3$
Ford Fiesta	4,040	1,734	1,508	8,2	0,3-2,5	0,2	0,4
Skoda Octavia	4,689	1,829	1,543	6,7	0,3-2,5	0,2	0,4
ГАЗ 33023	5,470	2,098	1,700	28,6	0,3-2,5	0,3	0,4
Iveco Daily 65	6,538	2,160	1,725	12,5	0,3-2,5	0,3	0,5
ГАЗ 3309	6,435	2,380	1,690	39,3	0,3-2,5	0,3	0,6
КамАЗ 43114	7,960	2,500	2,050	36,5	0,3-2,5	0,3	0,6
Mercedes-Benz Actros 1831	6,117	2,489	2,034	21,2	0,3-2,5	0,3	0,6
МАЗ 5551	5,990	2,500	2,032	48,8	0,3-2,5	0,3	0,6
КрАЗ В12.2	8,650	2,540	2,090	34,5	0,3-2,5	0,3	0,6
Scania 124	8,995	2,500	2,072	24,4	0,3-2,5	0,4	0,7
MAN F2000 T43	10,310	2,500	2,084	29,3	0,3-2,5	0,4	0,7

#### 2. Розрахунки

##### 2.1. Довжина ділянки встановлення ТЗ перед початком випробувань

$$S_{0C} = L_A, \quad (2.1)$$

де  $L_A$  – габаритна довжина ТЗ, м (табл. 2.1)

##### 2.2. Довжина ділянки для розгону до початкової швидкості гальмування ТЗ

Шлях  $S_p$ , м, і час розгону  $t_p$ , с, до початкової швидкості  $V_p$ , км/год, визначаються за такими наближеними формулами

$$S_p = \frac{k_\delta \cdot G \cdot V_p^2}{26 \cdot g \cdot (P_T - P_O)}, \quad (2.2)$$

$$t_P = \frac{k_\delta \cdot G \cdot V_P}{3,6 \cdot g \cdot (P_T - P_O)}, \quad (2.2, a)$$

де  $k_\delta$  – коефіцієнт інерції обертових мас автомобіля;

$G$  – вага автомобіля, Н;

$P_T$  – сила тяги двигуна, Н;

$P_O$  – сума сил опору руху, Н.

Враховуючи, що час розгону  $t_P$  до швидкості  $V_P$  задано у вихідних даних (табл. 2.1), можна визначити з формули (2.2, а) співвідношення  $k_\delta \cdot G / (P_T - P_O)$  для обраного АТЗ. Підставляючи значення  $k_\delta \cdot G / (P_T - P_O)$  в формулу (2.2), визначаємо величину ділянки дороги  $S_P$ , необхідну для розгону АТЗ до початкової швидкості гальмування.

2.3. Довжини ділянок дороги на переміщення АТС за час реакції водія на сигнал гальмування ( $S_1$ ); за час (спрацювання) приведення в дію гальмівної системи ( $S_2$ ); за час наростання уповільнення ( $S_3$ ); за час усталеного уповільнення ( $S_4$ ). Розрахунки проводимо за формулами 2.3; 2.4 та 2.5:

$$S_1 = t_1 \cdot V_P / 3,6, \quad (2.3)$$

де  $t_1$  – час реакції водія, с (рекомендується приймати максимальне значення з табл. 2.1).

$$S_2 = t_{2d} \cdot V_P / 3,6, \quad (2.4)$$

де  $t_{2d} = k_Z \cdot k_X \cdot t_2$ ;

$k_Z$  – коефіцієнт, що враховує зростання часу спрацювання при збільшених зазорах між барабаном (гальмівним диском) і накладками гальмівних колодок (дорівнює 1,4-2,5);

$k_X$  – коефіцієнт, що враховує зростання часу спрацювання при збільшеному вільному ході педалі гальма (дорівнює 1,15-1,25).

$t_2$  – нормативне значення часу приведення в дію ГС, с (табл. 2.1).

$$S_3 = 0,5 \cdot t_{3d} \cdot V_P / 3,6, \quad (2.5)$$

де  $t_{3d} = k_M t_3$ ,

$k_M$  – коефіцієнт, що враховує зростання часу наростання сповільнення при замаслюванні накладок гальмівних колодок (дорівнює 6,0 – 7,0),

$t_3$  – нормативне значення часу наростання сповільнення, с (табл. 2.1).

$$S_4 = \frac{V_P^2}{26 \cdot j_{Sd}}, \quad (2.6)$$

де  $j_{Sd} = k_S \cdot j_S = k_S \cdot \varphi_X \cdot g$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\varphi_X$  – коефіцієнт зчеплення для цементно- або асфальтобетонного покриття (дорівнює 0,7-0,8).

$k_S$  – коефіцієнт, що враховує зниження коефіцієнта зчеплення при зносі протектора шин до 50% (дорівнює 0,74-0,83).

Час усталеного сповільнення

$$t_4 = \frac{V_P}{3,6 \cdot \varphi_X \cdot g}. \quad (2.6, a)$$

2.4. Гальмівний ( $S_G$ ) і зупинний ( $S_0$ ) шляху АТЗ під час дорожніх випробувань робочої ГС, визначаємо за формулами:

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4, \quad (2.7)$$

$$S_G = S_2 + S_3 + S_4. \quad (2.7, a)$$

2.5. Довжина ділянки ( $S_D$ ) для дорожніх випробувань робочої ГС

$$S_D = S_{0C} + S_P + S_1 + S_G. \quad (2.8)$$

2.6. Ширина ділянки дороги ( $B_D$ ) для випробувань робочої ГС

$$B_D = B_{NKR} + 2 \cdot \Delta B, \quad (2.9)$$

де  $\Delta B \leq 0,5 \cdot (B_{NKR} - B_A)$  – максимально допустима величина зміщення АТЗ за межі нормативного коридору руху, м;

$B_A$  – габарит по ширині автотранспортного засобу, м (табл. 2.1);

$B_{NKR}$  – нормативний коридор руху, м.

### Послідовність виконання роботи

1. За табл. 2.1 вибрати АТЗ, геометричні і гальмівні характеристики.
2. За формулами (2.4)–(2.6, а) визначити гальмівні характеристики АТЗ і оформити таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Гальмівні характеристики автотранспортного засобу

$t_2, c$	$t_3, c$	$t_4, c$	$t_{2d}, c$	$t_{3d}, c$	$t_{4d}, c$	$j_S, m/c^2$	$j_{Sd}, m/c^2$

3. Побудувати гальмову діаграму (рис. 2.2) за нормативними значеннями часу приведення в дію, часу наростання, часу усталеного уповільнення для вибраного АТЗ (див. табл. 2.1).

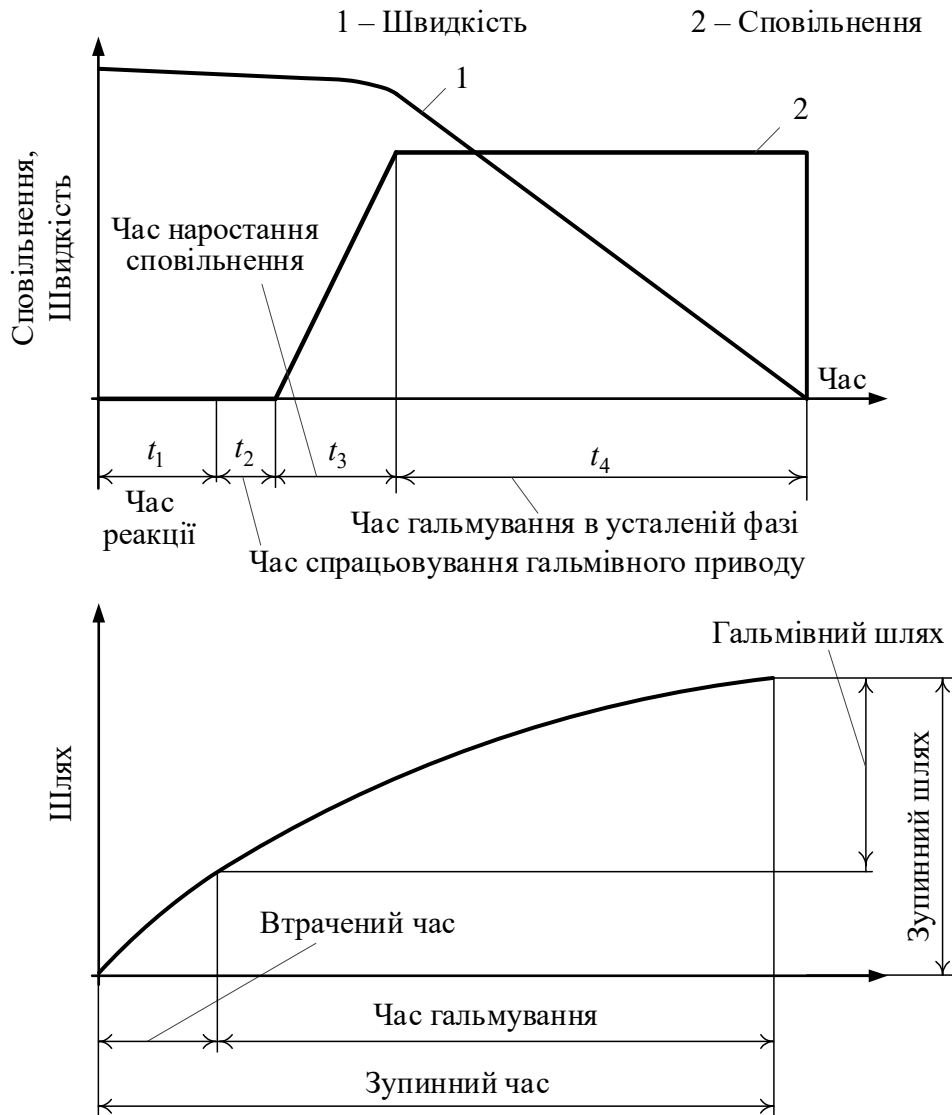


Рисунок 2.2 – Параметри процесу гальмування ТЗ

6.4. На цьому ж графіку побудувати гальмову діаграму з урахуванням зростання часу приведення, часу наростання і часу усталеного уповільнення за відхилень в технічному стані елементів ГС (див. табл. 2.2).

6.5. Порівняти отримані графіки по ділянках гальмування.

6.6. За формулами 2.8 та 2.9 визначити довжину і ширину дороги для випробувань робочої ГС. Оформити табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики випробувального майданчика для АТЗ

$S_{0C}$ , м	$S_P$ , м	$S_1$ , м	$S_G$ , м	$S_0$ , м	$S_D$ , м	$B_{NKR}$ , м	$B_D$ , м



6.7. Нарисувати схему дороги. На схемі виділити:

- по довжині ділянки: установа, розгону, реакції водія, гальмівного шляху;
- по ширині ділянки: нормативний коридор руху, смуги максимально допустимого зміщення АТЗ.

### **Зміст звіту**

Під час оформлення звіту вказати: номер і найменування роботи; мету і зміст роботи; вид автотранспортного засобу, для якого проводилися розрахунки гальмівних характеристик і розміри ділянки дороги для дорожніх випробувань робочої ГС.

У звіті подати графіки гальмових діаграм і схему дороги з виділенням відповідних ділянок.

Порівняти нормативні значення гальмівного шляху та усталеного сповільнення з розрахунковими величинами і зробити висновок про зміни гальмівного шляху й усталеного уповільнення залежно від стану елементів гальмівної системи.

### **Контрольні запитання**

1. Якими гальмівними системами має бути обладнаний АТЗ? Їх призначення?
2. За якими параметрами оцінюються робоча (за дорожніх випробувань) та стоянкова системи?
3. У чому переваги дорожніх випробувань? Які основні вимоги до них з техніки безпеки і за умовами проведення?
4. Як впливають на гальмівний шлях відхилення в технічному стані елементів гальмівної системи: збільшений зазор між фрикційними накладками і гальмівним барабаном, збільшений вільний хід педалі гальма, замащення фрикційних накладок, зношений протектор шин?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3**

### **Дослідження технічного стану автомобільної дороги**

**Мета роботи:** встановлення відповідності технічного стану зазначеної ділянки дороги основним вимогам безпеки до автомобільних доріг і автобусних маршрутів, якими здійснюється рух автотранспорту загального користування; формування заходів за результатами обстеження.

#### **Зміст роботи**

За вибраними вихідними величинами, що характеризують вимоги безпеки до досліджуваної ділянки вулично-дорожньої мережі, проаналізувати її фактичний стан. Проаналізувати отримані результати, накреслити схему ділянки, сформулювати заходи щодо усунення виявлених недоліків.

#### **Обладнання робочого місця**

Необхідні наочні посібники, навчальна та довідкова література, обладнання:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [4], [11], [12].

#### **Загальні відомості з теми**

Автомобільні шляхи України – мережа доріг на території України, що об'єднує між собою населені пункти та окремі об'єкти й призначена для руху транспортних засобів, перевезення пасажирів і вантажів.

Автомобільна дорога (highway) – лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів.

Вулиця (town street) – автомобільна дорога, призначена для руху транспорту й пішоходів, прокладання наземних і підземних інженерних мереж у межах населених пунктів.

Згідно з офіційною статистикою, дорожні умови в Україні є причиною 8...12% всіх ДТП. Однак спеціальні дослідження показали, що несприятливі дорожні фактори насправді спричиняють ДТП у 30...40% [4]. Тому відповідність проектів доріг, рівня і якості їх ремонту, утримання та облаштування сучасними елементами і засобами є важливою умовою забезпечення безаварійної роботи автомобільного транспорту.

Статистика виявляє причини ДТП, викликані незадовільними дорожніми умовами. Приблизний щорічний розподіл у відсотках від загальної кількості пригод, пов'язаних з дорожніми факторами, такий:

- |   |         |
|---|---------|
| – підвищена ковзкість покриття            | – 64,7; |
| – нерівність покриття                     | – 9,5;  |
| – погане утримання дороги в зимовий час   | – 7,2;  |
| – недостатнє освітлення проїжджої частини | – 5,6;  |
| – незадовільний стан обочин               | – 5,2;  |

- відсутність тротуарів і доріжок – 3,3;
- інші причини – 4,5.

З наведених даних видно, що більша частина таких ДТП відбувається за підвищеної ковзкості покриття, критерієм якого є коефіцієнт зчеплення коліс ТЗ з дорогою.

Автомобільні дороги класифікують: за значенням; за покриттям; за категорією. Відповідно до Статті 8 Закону України «Про автомобільні дороги», автомобільні дороги державного значення поділяються на міжнародні, національні, регіональні й територіальні дороги, а місцевого значення – на обласні та районні дороги.

Основні вимоги до автомобільних доріг і вулиць та організації дорожнього руху встановлює закон України «Про дорожній рух» за такими напрямками:

- основні вимоги до проектування автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів;
- основні вимоги до будівництва, реконструкції і ремонту автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів;
- основні вимоги до діяльності власників доріг, вулиць та залізничних переїздів;
- обладнання автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів об'єктами сервісу;
- обмеження або заборона дорожнього руху під час виконання робіт на автомобільних дорогах, вулицях та залізничних переїздах;
- організація дорожнього руху на автомобільних дорогах, вулицях та залізничних переїздах;
- спеціалізовані служби організації дорожнього руху.

Технічні вимоги до новозбудованих і реконструйованих доріг і вулиць, вимоги до ремонту, утримання й улаштуваності доріг, що знаходяться в експлуатації визначаються нормативними документами, основними з яких є: ДБН В.2.3-4:2015, ДБН В.2.3-5:2018.

Стан елементів інженерного облаштування доріг має відповідати вимогам П-Г.1-218-113:2009 «Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України».

Дорожня служба веде систематичний облік і аналіз дорожньо-транспортних пригод. Для виявлених ділянок і місць концентрації ДТП проводять аналіз аварійності за видами та вагомістю, типами транспортних засобів, часом доби і періодами року, а також за умовами руху, у результаті якого встановлюють причини ДТП та розробляють план заходів щодо підвищення безпеки руху. Насамперед вживають заходів щодо підвищення безпеки руху на дуже небезпечних ділянках і місцях концентрації ДТП, далі – на небезпечних, а потім – на малонебезпечних.

На період виконання робіт із реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг виконавець має вжити всіх заходів щодо забезпечення безпеки дорожнього руху відповідно до вимог діючих правил, норм та ста-

ндартів, що стосуються забезпечення безпеки дорожнього руху, та погодженого з органами Національної поліції проекту (схеми) організації руху на період проведення робіт.

Організація руху транспорту та пішоходів в місцях виконання робіт на дорогах визначається «Інструкцією із забезпечення безпеки дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт на автомобільних дорогах» (ІНУВ.3.2-218-051–95).

Дорожня техніка має бути обладнана відповідно до вимог Правил дорожнього руху, норм та стандартів, що стосуються безпеки дорожнього руху, правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації, мати відповідний колір та пофарбування.

До заходів із забезпечення безпеки руху, що вживають у процесі ремонту і утримання доріг, відносять:

- поліпшення геометричних параметрів доріг;
- будівництво додаткових смуг у зонах перетинів і автобусних зупинок, напрямних островців на перехрестях, смуг для місцевого руху, тротуарів і велосипедних доріжок у зонах населених пунктів, улаштування автобусних зупинок, стоянок, площадок відпочинку, пішохідних переходів, скотопрогонів і т. д.;
- зменшення кількості перетинів транспортних потоків (закриття «диких» з'їздів і переїздів і поліпшення умов руху на тих, що залишаються);
- поліпшення організації руху шляхом удосконалення системи установлення дорожніх знаків і розмітки, установлення огорожень, світлофорів, улаштування аварійних уловлювальних карманів та інших технічних засобів і методів;
- зміцнення узбіч, недопущення оголення крайки дорожніх покриттів, забезпечення відведення води із узбіч, запобігання утворенню на узбіччях колій і інших нерівностей;
- забезпечення видимості на всій довжині дороги, підтримка необхідної рівності покриттів, усунення дефектів покриттів;
- підтримка необхідної шорсткості шляхом улаштування шорсткуватих шарів і утримання доріг у чистому стані;
- зниження швидкостей на небезпечних ділянках;
- забезпечення високого рівня утримання доріг в складних погодних умовах, попередження і ліквідація зимової слизькості.

### **Зміст звіту**

Під час оформлення звіту вказати: номер і найменування роботи; мету і зміст роботи, вихідні дані, вимоги до технічного стану заданої ділянки автомобільної дороги (вулиці населеного пункту, залізничного переїзду). У звіті подати план ділянки та акт обстеження. Порівняти нормативні значення показників досліджуваної ділянки з фактичними, на основі чого сформулювати заходи щодо усунення виявлених недоліків.

Дата \_\_\_\_\_

**АКТ  
обстеження дороги (вулиці)**

\_\_\_\_\_  
(назва, народногосподарське значення, категорія, ділянка або населений пункт)

Комісія в складі:

голова комісії \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, місце роботи, посада)

і членів комісії \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, місце роботи, посада)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, місце роботи, посада)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, місце роботи, посада)

на підставі \_\_\_\_\_  
(постанови, розпорядження, наказу від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_)

зробила обстеження зазначеної ділянки дороги (вулиці) і відзначила таке:

Адреса місця (ділянки) від км+ до км+ № будинку, м+	Недоліки	Заходи для усунення виявлених недоліків	Терміни виконання, виконавець	Оцінка про виконання / рік, місяць	Примітка
1	2	3	4	5	6

Узагальнений висновок за результатами обстеження

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Голова \_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище, ініціали)

Члени комісії \_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище, ініціали)

## **Контрольні запитання**

1. Класифікація автомобільних доріг.
2. Чинна нормативна документація з безпеки автомобільних доріг і автобусних маршрутів.
3. Основні вимоги до проектування автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів.
4. Основні вимоги до будівництва, реконструкції і ремонту автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів.
5. Основні вимоги до діяльності власників доріг, вулиць та залізничних переїздів.
6. Обладнання автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів об'єктами сервісу.
7. Обмеження або заборона дорожнього руху під час виконання робіт на автомобільних дорогах, вулицях та залізничних переїздах.
8. Організація дорожнього руху на автомобільних дорогах, вулицях та залізничних переїздах.
9. Спеціалізовані служби організації дорожнього руху.
10. Основні вимоги до технічного стану автодоріг, вулиць населених пунктів, залізничних переїздів.
11. Організація обстеження автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів.
12. Порядок обстеження доріг і вулиць.
13. Порядок обстеження залізничних переїздів.
14. Порядок оформлення матеріалів обстеження та контролю усунення виявлених недоліків.
15. Вимоги безпеки руху у разі відкриття автобусних маршрутів, порядок їх закриття через невідповідність дорожніх умов.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **Дослідження характеристик дорожнього руху**

**Мета роботи:** визначити інтенсивність, склад та швидкість транспортного потоку на заданій ділянці вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

#### **Зміст роботи**

1. Провести обстеження інтенсивності, складу транспортного потоку.
2. Визначити інтенсивність руху у приведених одиницях.
3. Обробити результати обстежень інтенсивності, складу транспортного потоку та подати результати у вигляді підсумкових таблиць.
4. Побудувати картограму інтенсивності руху.
5. Побудувати схему ділянки для визначення швидкості транспортного потоку.
6. Визначити швидкість руху за напрямками й подати результати у вигляді підсумкових таблиць.

У рамках цієї роботи всі дані отримують шляхом натурних обстежень.

#### **Обладнання робочого місця**

Необхідні наочні посібники, навчальна та довідкова література, обладнання:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- бланки для проведення обліку;
- секундомір;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [4], [11], [12].

#### **Загальні відомості з теми**

Залежно від мети дослідження, можуть бути використані різні методи визначення характеристик дорожнього руху (ДР): документальні, натурні, методи моделювання.

Документальні методи – оснований на вивченні та аналізі планових, звітних, статистичних і проектно-технічних матеріалів. До цієї групи методів відносяться також анкетні обстеження транспортних потоків і пасажиропотоків. У документальних методах використовуються залежності між обсягами руху й обсягами виробництва, щільністю населення транспортних районів, транспортною рухомістю населення тощо. Документальні методи мають високу трудомісткість і, як правило, низьку точність результатів.

Методи натурних обстежень оснований на проведенні безпосередніх вимірів характеристик ДР у різних місцях ВДМ. Інформацію можна одержати шляхом безпосередніх спостережень або за допомогою засобів автоматичної реєстрації.

Натурні обстеження поділяються на локальні, зональні, регіональні.

Локальні обстеження проводяться для вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць.

Зональні обстеження полягають в одержанні просторових і тимчасових характеристик у певній зоні. Ці обстеження є вибірковими.

Регіональні обстеження проводяться для одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків у районі, місті, області. Вони використовуються для прогнозування тенденцій зміни характеристик потоків під час будівництва, реконструкції об'єктів.

Перевагами методів натурних обстежень є їхня простота, висока точність. Недоліки – висока трудомісткість обстежень, неможливість застосування цих методів для проєктованих об'єктів.

Методи моделювання оснований на використанні математичних і нематематичних (фізичних, аналогових) моделей зміни параметрів транспортних потоків. Наприклад, основне рівняння транспортного потоку – математична модель, яка описує взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю й щільністю потоку. Порівняно з методами натурних обстежень, методи моделювання мають більш низьку точність. А проте, вони прості в застосуванні, не потребують залучення великої кількості обліковців. Крім того методи моделювання застосовні для проєктованих об'єктів.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити схему вулично-дорожньої мережі заданого району.
2. Вибрати перехрестя, на якому будуть проводитися обстеження. На одне перехрестя призначається бригада з 2–4 чол. залежно від геометричних параметрів і складності перехрестя.
3. Підготувати бланки для проведення обліку (рис. 4.1).
4. Заздалегідь до обстеження побувати на перехресті, визначити його параметри: кількість підходів до перехрестя, кількість смуг руху, тип дорожньої розмітки, розташування трамвайних колій, тип дорожніх знаків, засоби світлофорного регулювання та ін. Побудувати схему перехрестя. Зразок схеми (для студента, що стоятиме на посту №3) показано на рис. 4.2. Схема і порядок нумерації постів мають бути однаковими для студентів з однієї бригади.
5. У вказаний день і час прибути на перехрестя, точно на початку години розпочати обстеження та закінчити точно через годину. Кожен студент з бригади вибирає свій підхід до перехрестя, визначає місце розташування поста. Номер поста зазначається у бланку.
6. З початку обстеження кожен студент рахує транспортні засоби, які проїжджають з його підходу через перехрестя. Кількість транспортних засобів заноситься у бланк (рис. 4.1) відповідно до категорії та напрямку руху.
- Позначати транспортні засоби потрібно не цифрами, а спеціальними позначеннями – «конвертиками». Ця система була спеціально розроблена для бланкового обліку. Згідно з цією системою один автомобіль позначається рисочкою або точкою (табл. 4.1).
7. Після проведення обстеження проводять обробку інформації. Для кожного напрямку розраховується інтенсивність транспортного потоку (у фізичних одиницях за годину).



**КАРТКА**  
**обліку інтенсивності і складу транспортного потоку**

Пост № \_\_\_\_\_ Місце знаходження поста \_\_\_\_\_

Час проведення обліку з \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Прізвище, ім'я студента \_\_\_\_\_

Вид транспортних засобів (ТЗ)	Напрямки руху		
Легкові автомобілі (Кп=1,0)			
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 2 т. (Кп=1,5)			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 2–5 т. (Кп=2,0)			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 5–8 т. (Кп=2,5)			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю більше 8т. (Кп=3,5)			
Автобуси всіх марок (Кп=2,5)			
Зчленовані автобуси та тролейбуси (Кп=3,5)			
Тролейбуси (Кп=3,0)			
Мотоцикли, мопеди Кп=0,5)			
Трактори. (Кп=4,0)			
Крани (Кп=3,5)			
Всього у фізичних од./год.			
Всього у приведених од./год.			
Всього у приведених од./ доб.			

**Рисунок 4.1 – Бланк для проведення обліку інтенсивності та складу потоку ТЗ**



**Рисунок 4.2 – Схема обстежуваного перехрестя**

Таблиця 4.1 – Позначення кількості транспортних засобів під час обліку

Кількість ТЗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позначення		└	└└	□	▣	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

Інтенсивність транспортного потоку (у фізичних одиницях за годину) визначається за формулою

$$N_i = \sum_{k=1}^n N_{ik}, \quad (4.1)$$

де  $i$  – напрямок руху;

$k$  – вид транспортних засобів;

$N_{ik}$  – кількість транспортних засобів виду  $k$ , що проїхали у напрямку  $i$  протягом обстеження, од.

8. Для кожного напрямку розраховується інтенсивність транспортного потоку (у приведених одиницях за годину) за формулою

$$N_{npi} = \sum_{k=1}^n (k_k^{np} \cdot N_{ik}), \quad (4.2)$$

де  $k_k^{np}$  – коефіцієнт приведення кількості транспортних засобів типу  $k$  до легкового автомобіля (наведено у бланку рис. 4.1).

9. Для кожного напрямку розраховують добову інтенсивність транспортного потоку (у приведених одиницях за добу) за формулою

$$N_{npi}^{dob} = \frac{N_{npi} \cdot 100}{k_{dob}}, \quad (4.3)$$

де  $k_{dob}$  – середнє співвідношення добової до годинної інтенсивності руху у годину проведення обстеження, %. Вибирають з табл. 4.2.

10. Побудувати картограми інтенсивностей транспортних потоків у масштабі. Приклад оформлення картограми наведено на рис. 4.3.

11. Зразок бланка для вимірювання швидкості показано на рис. 4.4. Заміри виконуються в реальних дорожніх умовах в той самий день, що й заміри інтенсивності і складу транспортного потоку.

Для виконання замірів потрібен секундомір. Спочатку потрібно вибрати ділянку для виконання замірів. Ділянка має бути віддалена від найближчих перехресть на 100 м. Довжина мірної ділянки становить 100 м. (приблизно 132 кроки чоловіка середнього зросту). Схему ділянки з зображенням місць розташування обліковців потрібно відобразити у звіті. Зразок схеми показано на рис. 4.5.

Таблиця 4.2 – Позначення кількості транспортних засобів під час обліку

Час доби	Співвідношення $k_{dob}$			Час доби	Співвідношення $k_{dob}$		
	Min	Max	середнє		Min	Max	середнє
6-7	2,36	2,94	2,62	18-19	5,21	6,04	5,61
7-8	5,64	5,94	5,75	19-20	3,08	5,50	4,46
8-9	6,96	7,46	7,18	20-21	3,00	3,74	3,47
9-10	6,30	7,51	7,05	21-22	2,02	3,10	2,59
10-11	6,56	7,30	7,02	22-23	0,70	2,50	1,89
11-12	6,31	7,27	6,66	23-24	0,50	2,45	1,54
12-13	6,21	7,22	6,61	0-1	0,45	1,61	0,99
13-14	5,39	6,34	6,00	1-2	0,41	1,44	0,74
14-15	6,32	6,87	6,59	2-3	0,19	0,55	0,31
15-16	6,66	7,42	7,12	3-4	0,22	0,37	0,29
16-17	6,90	7,41	7,08	4-5	0,28	0,83	0,50
17-18	6,33	7,03	6,63	5-6	0,50	1,32	0,75

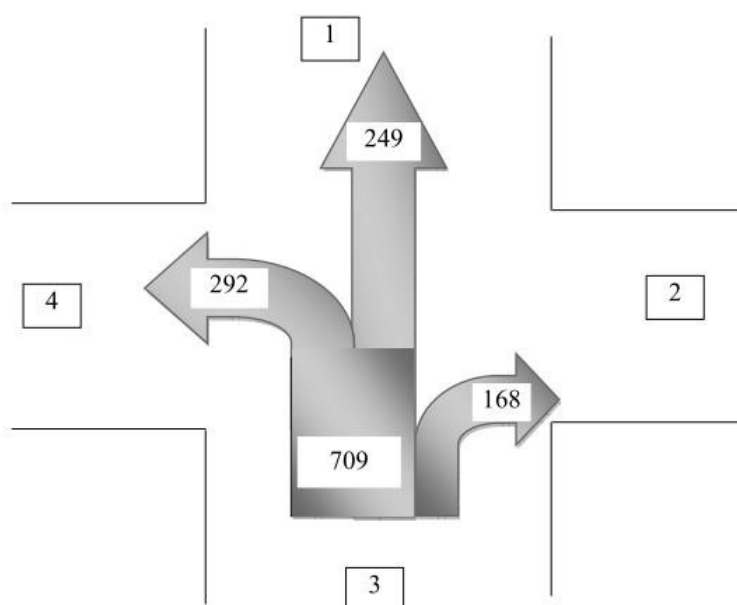


Рисунок 4.3 – Картограма інтенсивності транспортних потоків на перехресті (у приведених од./год)

12. Заміри часу проходження автомобілями мірної ділянки виконуються у такій послідовності:

- обліковець, який стоїть на початку мірної ділянки, вибирає окремий автомобіль у потоці. Секундомір встановлюється на нуль;
- в момент проїзду вибраного автомобіля через початкову межу мірної ділянки секундомір запускається;
- в момент проходження автомобілем через кінцеву межу мірної ділянки інший обліковець, що стоїть в кінці мірної ділянки, подає першому сигнал рукою або прапорцем. Перший обліковець зупиняє секундомір;
- показання секундоміра записують у бланк.

Аналогічно виконують заміри по інших автомобілях різних категорій.

**КАРТКА  
обліку швидкості руху транспортних засобів**

Місце проведення обстеження \_\_\_\_\_  
(назва вулиці, дороги і т. д.)  
Час проведення обліку з \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ Дата « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
Прізвища І.Б. обліковців \_\_\_\_\_

Категорія транспортного засобу	Час проходження мірної ділянки, с.	Швидкість	
		м./с.	км./год.
Легкові автомобілі			
Мікроавтобуси та вантажівки до 2 т.			
Вантажні автомобілі 2–5 т.			
Вантажні автомобілі 5–8 т.			
Вантажні автомобілі більше 8 т.			
Автобуси			
Зчленовані автобуси			
Тролейбуси			
Трамваї			
Зчленовані тролейбуси			
Мотоцикли, мопеди та ін.			
Трактори			
Крани та інші дорожні машини			

Рисунок 4.4 – Картка обліку швидкості руху транспортних засобів



Умовні позначення:

- — межа мірної ділянки;
- ▲ — місця розташування обліковців.

Рисунок 4.5 – Схема ділянки для визначення швидкості транспортного потоку

Загалом потрібно зробити по три заміри для кожної категорії автомобілів. Перелік категорій наведено у бланку на рис. 4.4.

Після проведення замірів потрібно розрахувати швидкість руху окремих автомобілів, середню швидкість автомобілів з кожної категорії та швидкість потоку у цілому.

Швидкість ( $V_{ij}$ , км/год) окремого автомобіля  $i$  в кожній категорії  $j$  розраховується за формулою

$$V_{ij} = 3,6 \cdot \frac{L_M}{t_{ij}}, \quad (4.4)$$

де  $L_M$  – довжина мірної ділянки, м;

$t_{ij}$  – час проходження мірної ділянки автомобілем, с;

$i$  – номер заміру;

$j$  – номер категорії.

Середню швидкість ( $V_{кат j}$ , км/год) автомобіля  $i$  в кожній категорії  $j$  розраховують за формулою

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n}, \quad (4.5)$$

де  $n$  – кількість замірів за категорією  $j$ .

Швидкість транспортного потоку ( $V_P$ , км/год) розраховують так

$$V_P = \frac{\sum_{j=1}^k V_{kj}}{k}, \quad (4.6)$$

де  $k$  – кількість категорій автомобілів.

### Зміст звіту

Під час оформлення звіту вказати: номер і найменування роботи; мету і зміст роботи, вихідні дані; результати обробки обстежень інтенсивності, складу транспортного потоку у вигляді підсумкових таблиць; побудувати картограму інтенсивності руху; побудувати схему ділянки для визначення швидкості транспортного потоку, визначити швидкість руху за напрямками й подати результати у вигляді підсумкових таблиць.

### Контрольні запитання

1. Як організують облік інтенсивності й складу руху по дорозі?
2. Як визначають інтенсивність у приведених одиницях?
3. Як оцінюють пропускну здатність дороги?
4. Які параметри руху вивчають за допомогою ходової лабораторії?
5. Які показники характеризують міру безпеки й зручності руху?
6. Які параметри руху можна вивчити за допомогою системи інтелектуального відеоспостереження?
7. У чому полягає методика визначення швидкості руху транспортного потоку?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **Дослідження транспортно-експлуатаційних характеристик міської вулиці або дороги**

**Мета роботи:** вивчення класифікації, призначення та транспортно-експлуатаційних характеристик міських вулиць та доріг.

#### **Зміст роботи**

В процесі виконання роботи студент має визначити параметри елементів поперечного профілю міської вулиці або дороги (ширину проїжджої частини і тротуарів) залежно від інтенсивності руху, пропускної здатності смуги, рухомого складу, швидкості тощо.

#### **Обладнання робочого місця**

Необхідні наочні посібники, навчальна та довідкова література, обладнання:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- результати досліджень характеристик дорожнього руху, виконаних в лабораторній роботі №6;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [4], [12], [13].

#### **Загальні відомості з теми**

Мережі вулиць та доріг населених пунктів проектують у вигляді єдиної системи з урахуванням функціонального призначення окремих вулиць і доріг, інтенсивності транспортного пішохідного та велосипедного руху. У складі вулично-дорожньої мережі виділяють вулиці і дороги магістрального та місцевого значення.

Категорії вулиць і доріг та розрахункові параметри призначають відповідно до класифікації ДБН 360-92\*\* (табл. 5.1). Класифікацію та параметри вулиць і доріг сільських населених місць потрібно вибирати за таблицею 5.2.

Ширина вулиць і доріг визначається розрахунком залежно від інтенсивності руху транспорту та пішоходів, складу елементів, які розміщуються в межах поперечного профілю – проїжджі частини, технічні смуги для прокладання підземних комунікацій, тротуари, велосипедні доріжки, трамвайне полотно, зелені насадження, тощо.

Як правило, ширина вулиць і доріг в червоних лініях (рис. 5.1) вибирається:

- магістральних вулиць 50 ... 80 м;
- вулиць і доріг місцевого значення 15 ... 25 м.

Центральні розділювальні смуги потрібно передбачати завширшки не менше, м:

- на вулицях магістрального безперервного руху – 4;
- на дорогах регульованого руху, які мають проїжджу частину у 6 смуг руху – 3;

– на інших магістральних вулицях і дорогах допускається розділювальна смуга завширшки до 2 м, за умови її влаштування на рівні проїжджої частини і виділення суцільною лінією розмітки.

Таблиця 5.1 – Класифікація і параметри вулиць і доріг ДБН 360-92\*\*

Група поселень	Категорія вулиць і доріг	Розрахункова швидкість руху, км/год	Ширина смуги руху	Кількість смуг проїжджої частини	Найбільший позовжній ухил, %	Найменші радіуси кривини у плані, м	Ширина тротуару, м
Найзначніші міста (більше 1000000)	Магістральні вулиці і дороги:						
	загальноміського значення безперервного руху	100	3,75	6...8	40	500	4,50
	загальноміського значення регульованого руху	80	3,75	4...6	50	400	3,00
	районного значення	70	3,75	4...6	60	250	2,25
Великі міста (від 500000 до 1000000)	Магістральні вулиці і дороги:						
	загальноміського значення	80	3,75	4...6	60	400	3,00
	районного значення	60	3,75	2...4	60	250	2,25
Середні, малі міста	Магістральні вулиці і дороги	60	3,75	2...4	60	250	2,25
Усі групи поселень	Вулиці і дороги місцевого значення						
	житлові вулиці	40	3,50	2...3*	70	125	1,50
	дороги в промислових і комунально-складських зонах	40	3,75	2	60	250	1,50
	проїзди	30	3,0...3,50	1...2	80	30	0,75
	пішохідні вулиці і дороги	4	0,75	2...6	60	–	–
	велосипедні доріжки	30	1,50	1...2	40	50	–
* З урахуванням стоянок легкових автомобілів							

Таблиця 5.2 – Параметри вулиць і доріг сільських населених місць

Категорія вулиць і доріг	Ширина смуги руху, м	Кількість смуг руху	Найменша ширина тротуару, м
Селищна дорога	3,5	2...4	–
Головна вулиця	3,5	2...4	1,5
Житлова вулиця	3,0	2	1
Проїзд	3,5	1...2	–
Дорога господарського призначення	4,5	1	–
Пішохідна дорога	0,75	2...4	–

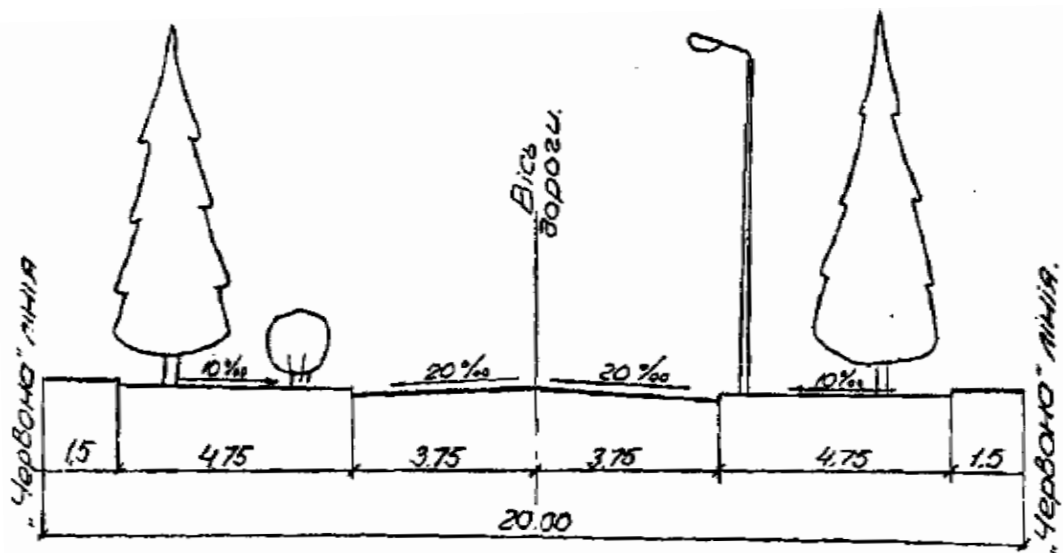


Рисунок 5.1 – Типовий поперечний профіль М 1:100

Між проїжджими частинами і бортовим каменем магістральних вулиць і доріг має бути передбачено запобіжні смуги завширшки, м:

- для магістральних вулиць безперервного руху – 0,75;
- для магістральних вулиць і доріг регульованого руху – 0,5.

У стиснених умовах і за реконструкції крайові смуги допускається влаштовувати тільки на магістральних вулицях та дорогах безперервного руху завширшки 0,5 м.

Ширину інших розділювальних смуг між елементами поперечного профілю вулиць і доріг треба визначати, виходячи із умов розміщення підземних комунікацій, озеленення, необхідності зниження негативної дії транспорту на навколишнє середовище, але не менше розмірів, наведених у ДБН 360-92\*\* (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Ширина розділювальних смуг між елементами поперечного профілю вулиць і доріг

Місцезнаходження розділювальної смуги	Найменша ширина розділювальної смуги, м		
	Магістральної вулиці і дороги		Вулиці і дороги місцевого значення
	Безперервного руху	Регульованого руху	
Між основною проїзною частиною і місцевими проїздами	8(5)	6(3)	–
Між проїзною частиною і віссю ближньої трамвайної колії	6(3,5)	4(3,5)	–
Між проїзною частиною і велодоріжкою	–	3	2
Між проїзною частиною і тротуаром	5	3	2
Між тротуаром і віссю ближньої трамвайної колії	–	4	–
Між тротуаром і велодоріжкою	–	2	–

Примітка. Позначення в дужках – для умов реконструкції.



Ширина трамвайного полотна вибирається згідно з ДБН В.2.3-18-2007 «Трамвайні і тролейбусні лінії. Загальні вимоги до проектування». Так на прямих ділянках перегонів ширину двоколієних трамвайних ліній колій звичайного трамвая, розташованих на одному рівні з проїжджою частиною за відсутності опор контактної мережі потрібно брати, м:

- між смугами руху проїжджої частини – 7,0;
- окремо – 8,8.
- те саме з урахуванням розміщення посадочних площадок – 10;
- швидкісного трамвая – 10 м;
- одноколієних ліній трамвая – 3,8 м.

Ширина самостійного земляного полотна:

- одноколієні – 5,5 м;
- двоколієні за відстані між осями суміжних колій, мм: 3200 – 8,8 м; 3700 – 9,3 м; 4100 – 9,7 м.

Для встановлення ширини проїжджої частини необхідно:

– визначити пропускну здатність однієї смуги руху для кожного виду транспорту;

- визначити необхідну кількість смуг;
- уточнити ширину проїжджої частини вулиці.

Пропускна здатність однієї смуги руху

$$N = \frac{3600 \cdot V}{S}, \text{ авт/год} \quad (5.1)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість для відповідної категорії вулиці або дороги (ДБН 360-92\*\*), м/с;

$S$  – динамічний габарит (рис. 5.2) або безпечна відстань між транспортними одиницями, які рухаються попутно в колоні (включно з власною довжиною), м.

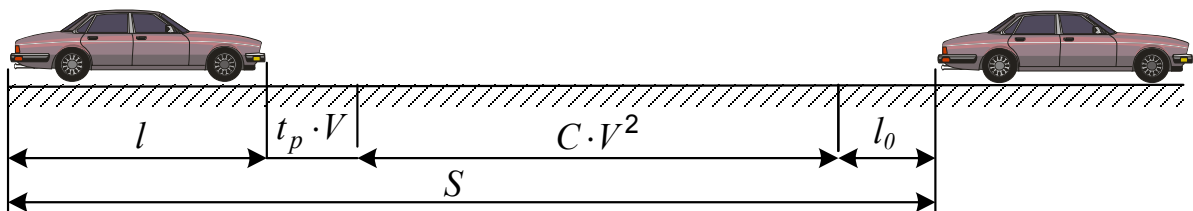


Рисунок 5.2 – Схема до визначення динамічного габариту автомобіля

Динамічний габарит має параболічну залежність від швидкості ТЗ

$$S = t_p \cdot V + C \cdot V^2 + l + l_0, \quad (5.2)$$

де  $t_p \cdot V$  – шлях, пройдений автомобілем за час реакції водія до початку гальмування, м; ( $t_p = 1,0$  с – час реакції водія);

$C \cdot V^2$  – шлях гальмування, м;

$l$  – габаритна довжина транспортного засобу, м;

$l_0$  – зазор безпеки, між автомобілями, що зупинилися, м.

Гальмівний шлях у динамічному габариті  $S_g = C \cdot V^2$ . Коефіцієнт гальмування

$$C = \frac{K_e}{2g(\varphi \pm i)}, \quad (5.3)$$

де  $K_e$  – коефіцієнт, який враховує експлуатаційні умови гальмування (беремо 1);

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення сили тяжіння;

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення шин автомобіля з дорожнім покриттям (для а/б і ц/б покриття приймається  $\varphi = 0,3$ );

$i$  – поздовжній ухил, який вибирається зі знаком «+» за руху на підйом та «-» за руху на спуск.

Остаточна формула для обчислення динамічного габариту має вигляд

$$S = t_p \cdot V + \frac{K_e \cdot V^2}{2g(\varphi \pm i)} + l + l_0. \quad (5.4)$$

Довжина транспортних засобів  $l$  вибирається:

– легкові автомобілі – 4 ... 6 м;

– вантажні – 6 ... 10 м;

– автобуси – 7 ... 10 м;

– тролейбуси – 9 ... 11 м;

$l_0$  вибирається – 2 ... 3 м.

Формула (5.4) використовується під час розрахунку пропускної здатності смуги в разі відсутності регульованих перехресть. Пропускна здатність смуги з урахуванням затримок на перехресті дорівнює

$$N_1 = N \cdot \alpha, \text{ авт/год}, \quad (5.5)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт зниження пропускної здатності:

$$\alpha = \frac{L_n}{L_n + \frac{V^2}{2a} + \frac{V^2}{2b} + \Delta t \cdot V}, \quad (5.6)$$

де  $L_n$  – відстань між регульованими перехрестями, м;  
 $a$  – середнє прискорення під час зрушення автомобіля, м/с<sup>2</sup>;  
 $b$  – середнє сповільнення автомобіля під час гальмування, м/с<sup>2</sup>;  
 $\Delta t$  – середня тривалість затримки перед світлофором, с

$$\Delta t = 0.5(t_R + 2t_Y), \quad (5.7)$$

де  $t_R$  – тривалість червоної фази світлофора, с;  
 $t_Y$  – тривалість жовтої фази світлофора, с.

Кількість смуг руху проїжджої частини для кожного виду транспорту визначається за формулами:

- для легкових автомобілів  $n_l = Q_l / N_l$ ;
- для вантажних –  $n_b = Q_b / N_b$ ;
- для автобусів –  $n_a = Q_a / 100$ ;
- для тролейбусів –  $n_{TP} = Q_{TP} / 70$ ,

де  $Q_l, Q_b, Q_a, Q_{TP}$  – перспективна інтенсивність руху, од/год. (коєф. переходу від добової до погодинної інтенсивності вибирається 0,1).

Пропускна здатність смуги для тролейбусів приймається 70 од/год., теж для автобусів – 100 од/год.

Загальна кількість смуг проїжджої частини становить

$$n_\Sigma = n_l + n_b + n_a + n_{TP}. \quad (5.8)$$

Для перевірки проводиться розрахунок на змішаний потік руху. Зводимо інтенсивність руху усіх заданих видів транспорту до розрахункового – легкового, використовуючи коефіцієнти приведення (див. рис. 4.1).

Коефіцієнти приведення для автобусів і спеціальних автомобілів потрібно вибирати як для базових автомобілів відповідної вантажопідйомності.

Кількість смуг руху

$$n_\Sigma = Q / N_l. \quad (5.9)$$

Після порівняння одержаної кількості смуг з результатом попереднього розрахунку вибираємо більше значення для подальшого розрахунку ширини проїжджої частини  $B$ , м

$$B = b \cdot n_\Sigma, \quad (5.10)$$

де  $b$  – ширина однієї смуги руху відповідно до категорії вулиці.

Ширина тротуарів визначається аналогічно:  
– визначаємо кількість смуг руху пішоходів

$$n_T = Q_P / N_P. \quad (5.11)$$

де  $Q_P$  – задана інтенсивність руху пішоходів, піш./год;

$N_P$  – пропускна здатність однієї смуги тротуару, піш./год (800... 1200).

– визначаємо ширину тротуару

$$B_T = 0,75 \cdot n_T, \quad (5.12)$$

де 0,75 м – ширина однієї смуги тротуару відповідно до ДБН 360-92\*\*.

За результатами розрахунків рисуємо поперечний профіль вулиці чи дороги та робимо висновки.

### **Зміст звіту**

В процесі оформлення звіту вказати: номер і найменування роботи; мету і зміст роботи, вихідні дані: категорія вулиці або дороги згідно з ДБН 360-92\*\*, перспективна середньодобова інтенсивність і склад руху в двох напрямках, режим роботи світлофорів на регульованому перехресті, відстань між перехрестями; результати визначення параметрів елементів поперечного профілю міської вулиці або дороги (ширину проїжджої частини і тротуарів) залежно від інтенсивності руху, пропускної здатності смуги, рухомого складу, швидкості тощо; побудувати схему поперечного профілю дороги (вулиці) за результатами виконаних розрахунків та порівняти з фактичною; на основі порівняння зробити висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Що ви знаєте про технічну класифікацію вулиць і доріг населених пунктів?
2. Напишіть формулу для визначення динамічного габариту ТЗ.
3. Як оцінюють пропускну здатність смуги руху та дороги в цілому?
4. Які параметри впливають на коефіцієнт зниження пропускної здатності?
5. Для чого визначають приведену інтенсивність руху?
6. Від чого залежить ширина проїжджої частини?
7. Які нормативні документи визначають вимоги до конструктивних елементів вулиць і доріг населених пунктів та споруд, розташованих на них?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### Визначення безпечних режимів руху автомобілів на заданій ділянці вулично-дорожньої мережі

**Мета:** набути навичок з визначення безпечних швидкостей руху під час криволінійного руху ТЗ на заданій ділянці вулично-дорожньої мережі (ВДМ), виходячи з умов заносу та перекидання.

#### Зміст роботи

Як результат виконання роботи студент має визначити параметри безпечних режимів криволінійного руху автомобілів по міській вулиці або дорозі, виходячи з умов заносу та перекидання.

#### Обладнання робочого місця

Необхідні наочні посібники, навчальна та довідкова література, обладнання:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- схема заданої ділянки вулично-дорожньої мережі та її параметри;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [4], [6], [14].

#### Загальні відомості з теми

Стійкість – це властивість автомобіля протистояти заносу та перекиданню. Розрізняють поздовжню і поперечну стійкість автомобіля.

Поздовжня стійкість транспортних засобів визначає вірогідність перекидання автомобіля через передню чи задню вісь, або його ковзання у поздовжньому напрямку.

За наявності порівняно досить-таки великої бази і низького розташування центра мас перекидання автомобіля через одну із осей малоймовірне. А буксування і ковзання в процесі подолання підйомів (спусків) у зимовий період зустрічається нерідко.

Для автомобіля з причепом гранична величина підйомів за умов перекидання визначається за формулою

$$\operatorname{tg}\alpha_m = \frac{b - f \cdot r_k}{h_g + \frac{G_{np}}{G} h_{g_{np}}}, \quad (6.1)$$

де  $b$  – відстань по горизонталі від центра мас до задньої осі, м;

$f$  – коефіцієнт опору кочення;

$r_k$  – радіус кочення колеса, м;

$G$  – вага автомобіля, Н;

$G_{np}$  – вага причепа, Н;

$h_g$  – висота центра мас автомобіля, м;

$h_{g_{np}}$  – висота центра мас причепа, м.

Якщо автомобіль без причепа рухається по хорошій дорозі ( $f = 0$ ), то гранична величина кута підйому становить

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{b}{h_g}. \quad (6.2)$$

Величина максимального критичного кута підйому, за якої починають ведучі колеса буксувати, визначають так

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{(\varphi + f) \cdot a}{L - (\varphi + f) \cdot h_g}, \quad (6.3)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення шин з дорогою;

$a$  – відстань по горизонталі від центра мас до передньої осі, м.

На дорогах з якісним покриттям ( $f = 0$ )

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{\varphi \cdot a}{L - \varphi \cdot h_g}. \quad (6.4)$$

Максимальна величина кута підйому, за умов зчеплення, для автомобіля з усіма ведучими колесами становить

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \varphi - f, \quad (6.5)$$

$$\text{при } f = 0, \operatorname{tg} \alpha_m = \varphi. \quad (6.6)$$

Для автопоїзда з причепом найбільшій кут підйому, за якого починають пробуксовувати задні ведучі колеса, визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{G \cdot a \cdot \varphi}{L(G + n_{np} \cdot G_{np}) - \varphi(G h_g + n_{np} \cdot G_{np} \cdot h_{g_{np}})}, \quad (6.7)$$

де  $n_{np}$  – кількість причепів.

Якщо у тягача всі колеса ведучі, то

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{G \cdot \varphi}{G + n_{np} \cdot G_{np}}. \quad (6.8)$$

Сповзання (ковзання) загальмованого автомобіля на спуску (підйомі) може бути за умови

$$\cos \alpha \cdot \varphi \leq \sin \alpha \quad \text{або} \quad \varphi \leq \operatorname{tg} \alpha. \quad (6.9)$$

Статистика свідчить про те, що значна кількість ДТП виникає внаслідок втрати поперечної стійкості транспортних засобів.

Втрата автомобілем стійкості відбувається внаслідок дії бокової зовнішньої сили (повертального моменту).

Виникнення бокового заносу і подальше падіння на бік (перекидання) може статися під час прямолінійного руху на поверхні, яка має поперечний ухил, чи на повороті.

Ковзання шин починається з того моменту, коли горизонтальна сила, що діє на автомобіль, досягає величини сили їх зчеплення з поверхнею дороги. Якщо поздовжні сили в зонах контакту шин з дорогою відсутні, або незначні, то в розрахунках береться до уваги лише сила зчеплення шин з дорогою у поперечному напрямку.

Під час прямолінійного руху автомобіля з незмінною швидкістю по дорозі, що має поперечний ухил (рис. 6.1), бокове ковзання (занос) виникає за виконання нерівності

$$G \cdot \sin \beta \geq G \cdot \cos \beta \cdot \varphi', \quad \operatorname{tg} \beta \geq \varphi'. \quad (6.10)$$

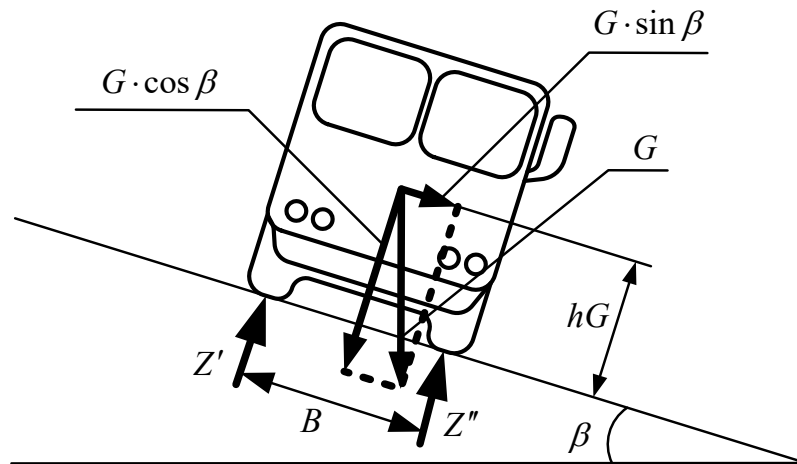


Рисунок 6.1 – Схема сил, які діють на автомобіль під час прямолінійного руху на дорозі з поперечним ухилом

За таких самих умов можливість падіння автомобіля на бік (перекидання) визначається нерівністю:

$$G \cdot \sin \beta \cdot h_g \geq \eta_k G \cdot \cos \beta \cdot \frac{B}{2}, \quad \operatorname{tg} \beta \geq \eta_k \frac{B}{2h_g}, \quad (6.11)$$

де  $G$  – вага автомобіля з урахуванням завантаження, Н;

$B$  – колія автомобіля, м;

$\beta$  – кут поперечного ухилу дороги, °;

$h_g$  – висота центру маси автомобіля, м;

$\eta_k$  – коефіцієнт поперечної стійкості автомобіля: легкові автомобілі і вантажні з вантажем  $\eta_k = 0.8-0.85$ ; вантажні без вантажу  $\eta_k = 0.9$ ;

$\varphi'$  – коефіцієнт зчеплення шин при боковому ковзанні.

Під час аналізування механізму ДТП, що виникли в результаті заносу, а також за розрахунку маневру вважають, що  $\varphi' = (0.5 - 0.7) \cdot \varphi$ .

Ковзання коліс починається раніше, ніж перекидання автомобіля за умови

$$\varphi' \leq \eta_k \frac{B}{2h_g}. \quad (6.12)$$

Потрібно зазначити, що колеса передньої і задньої осей автомобіля знаходяться в різних умовах, оскільки через ведучі колеса передається крутний момент, то вони можуть сприймати меншу бокову силу і починають ковзання раніше, ніж ведені.

Занос автомобіля може виникнути у таких випадках:

- під час руху автомобіля по дорозі, що має поперечний ухил;
- в процесі повороту;
- під час різкого гальмування, особливо на дорозі з низьким коефіцієнтом зчеплення;
- за різкої зміни напрямку руху;
- під час руху з високою швидкістю по дорозі, що має нерівності;
- в процесі різкої зміни коефіцієнта зчеплення.

Варто зауважити, що причин виникнення заносу нерідко буває декілька.

Розглянемо дію сил на автомобіль за заносу передньої і задньої осі. У випадку заносу передньої осі (рис. 6.2) змінюється напрямок її руху у напрямку вектора  $V_a$ . Напрямок руху передньої осі не збігається з напрямком руху задньої осі. Під час руху автомобіля на повороті миттєвий центр повороту розташовується на прямій, яка є продовженням задньої осі.

В цьому випадку поперечна складова  $P'_y$  відцентрової сили  $P_y$  направлена в протилежний бік відносно сили  $P_y$ . При цьому занос автоматично гаситься.

Якщо починається занос задньої осі, то вона ковзає у напрямку вектора  $V_a$  (рис. 6.3). В цьому випадку поперечна складова сила  $P'_y$  відцентрової



сили  $P_y$  направлена в той самий бік, що і поперечна сила  $P'_y$ , а це сприяє зростанню заносу.

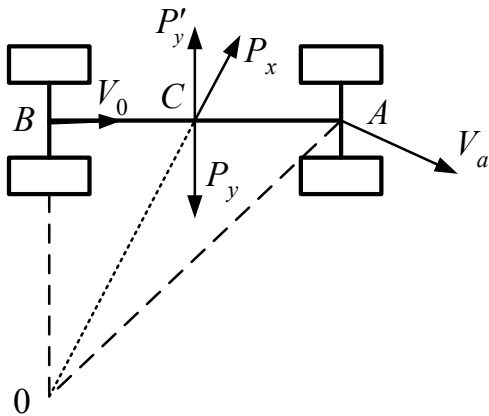


Рисунок 6.2 – Схема заносу передньої осі автомобіля

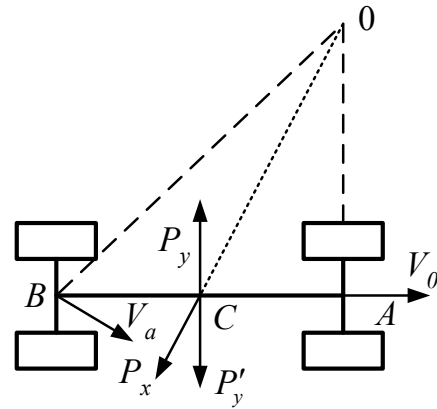


Рисунок 6.3 – Схема заносу задньої осі автомобіля

Основною причиною виникнення заносу автомобіля, який рухається на повороті, є перевищення відцентрової сили над силою зчеплення у поперечному напрямку  $P_y > P'_y$ .

Гранична швидкість автомобіля, який рухається на повороті з незмінною швидкістю, виходячи із умов заносу, визначається за формулою

$$V_{зан} = 3.6 \sqrt{\frac{\varphi' \pm tg \beta}{1 \pm \varphi' tg \beta}} gR, \text{ км/год}, \quad (6.13)$$

де  $\varphi'$  – коефіцієнт зчеплення шин при боковому ковзанні;

$\beta$  – кут поперечного ухилу дороги, °;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – радіус повороту дороги, м.

Знаки «+» в чисельнику і «-» в знаменнику використовують у тому випадку, коли рух здійснюється в бік центра повороту дороги; якщо є ухил в протилежний бік від центра дороги, то в чисельнику беруть знак «-», а в знаменнику «+».

У випадку, коли автомобіль рухається по дорозі без поперечного ухилу, то його гранична швидкість за умов заносу на повороті з незмінним радіусом визначається за формулою

$$V_{зан} = 3.6 \sqrt{\varphi' \cdot R \cdot g}, \text{ км/год} \quad (6.14)$$

або

$$V_{зан} = 3.6 \sqrt{127 \cdot R \cdot \varphi'}, \text{ км/год}. \quad (6.15)$$

Під час руху на повороті під дією поперечної сили автомобіль може перекинутися. Якщо бокові сили, прикладені вище зони контакту шин з дорогою і ковзання коліс не настає, то автомобіль може перекинутися без попереднього заносу.

Умова, за якої починається перекидання автомобіля на повороті має вигляд

$$P_y \geq G \frac{B - 2\Delta}{2h_g}, \quad (6.16)$$

де  $P_y$  – відцентрова сила, Н;

$G$  – маса автомобіля, Н;

$B$  – колія автомобіля, м;

$h_g$  – висота центра мас автомобіля, м.

В процесі виконання розрахунків на практиці користуються такими співвідношеннями [14].

Для легкових автомобілів  $h_g = 0,45 \dots 0,6$  м,  $b / h_g = 1,8 \dots 2,5$ .

Для вантажних автомобілів  $h_g = 0,65 \dots 1,0$  м,  $b / h_g = 2 \dots 3$ .

Для автобусів  $h_g = 0,7 \dots 1,2$  м,  $b / h_g = 1,7 \dots 2,2$ .

Основною силою, яка викликає перекидання автомобіля, що рухається з рівномірною швидкістю на повороті з незмінним радіусом без поперечного ухилу, є відцентрова сила

$$P_u = \frac{GV_{nep}^2}{127 \cdot R}, \quad (6.17)$$

де  $R$  – радіус повороту дороги, м.

Критична швидкість за умов перекидання визначається за формулою

$$V_{nep} = \eta_k \sqrt{\frac{635 \cdot B \cdot L}{h_g \cdot \theta}} \approx 8\eta_k \sqrt{\frac{B \cdot L}{h_g \cdot \theta}}, \text{ км/год}, \quad (6.18)$$

де  $L$  – база автомобіля, м;

$\theta$  – величина кута повороту передніх коліс, рад.;

$\eta_k$  – коефіцієнт поперечної стійкості автомобіля.

Критичну швидкість за умов перекидання можна також визначити за формулою

$$V_{пер} = 3.6\eta_k \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2h_g}}, \text{ км/год.} \quad (6.19)$$

Якщо автомобіль рухається по дорозі, що має поперечний ухил, який сприяє стійкості (рис. 6.4), то граничну швидкість, за якої може статися перекидання, можна визначити за формулою

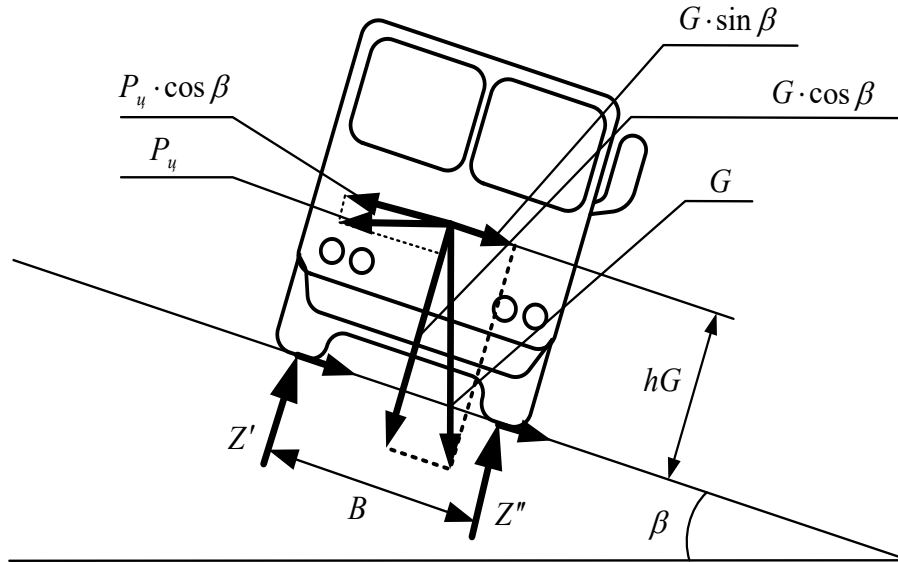


Рисунок 6.4 – Схема сил, які діють на автомобіль під час руху на повороті, що сприяє стійкості

$$V_{пер} = 3.6\eta_k \sqrt{\frac{B + 2h_g \cdot \text{tg} \beta}{2h_g - B \cdot \text{tg} \beta}} gR, \text{ км/год.} \quad (6.20)$$

В тому випадку, коли поперечний ухил має протилежний напрямок від центра дороги, тобто не сприяє стійкості, гранична швидкість за умов перекидання визначається так

$$V_{пер} = 3.6\eta_k \sqrt{\frac{B - h_g \cdot \text{tg} \beta}{2h_g + B \cdot \text{tg} \beta}} gR, \text{ км/год.} \quad (6.21)$$

Із наведеного вище видно, що критична швидкість за умов перекидання залежить від багатьох факторів: від ширини колії  $B$  автомобіля (чим ширше розташовані колеса, тим більш стійкий автомобіль, а значить тим більша критична швидкість); від висоти розташування центра мас  $h_g$  (чим нижче центр мас, тим більша критична швидкість); від кута поперечного ухилу дороги  $\beta$ ; від радіуса повороту дороги  $R$  (чим більший радіус повороту дороги, тим вища швидкість).

Критична величина косоугру, за якої починається перекидання, з урахуванням швидкості руху, визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{кр}} = \frac{6.5 \cdot B \cdot g \cdot R \mp V^2 h_g}{6.5 \cdot B \cdot V^2 \pm h_g \cdot R \cdot g}. \quad (6.22)$$

Інколи під час руху на повороті водії підвищують швидкість. В такому випадку на повороті з постійним радіусом на дорозі без поперечного ухилу критична швидкість за умов перекидання становить

$$V_{\text{неп}} = 3.6 \eta_k \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2h_g} - b \cdot j'}, \text{ км/год} \quad (6.23)$$

де  $b$  – відстань по горизонталі від центра мас до задньої осі, м;

$j'$  – прискорення поступального руху, м/с<sup>2</sup>.

Якщо автомобіль рухається в тих самих умовах, але по дорозі з поперечним ухилом, то критичну швидкість можна визначити так

$$V_{\text{неп}} = 3.6 \eta_k \sqrt{\frac{B \pm 2h_g \cdot \operatorname{tg} \beta}{2h_g \pm B \operatorname{tg} \beta} gR - b \cdot j'}, \text{ км/год.} \quad (6.24)$$

У формулах (6.22 і 6.24) знак "+" в чисельнику і "-" в знаменнику беруть на випадок руху по дорозі з ухилом, який сприяє стійкості (спрямованому до центру повороту дороги).

### Зміст звіту

В процесі оформлення звіту вказати: номер і найменування роботи; мету і зміст роботи; параметри заданої ділянки вулично-дорожньої мережі та її схему; обґрунтування та вибір розрахункових моделей ТЗ (легкових автомобілів, вантажних автомобілів, автобусів); результати моделювання безпечних режимів криволінійного руху автомобілів по міській вулиці або дорозі, виходячи з умов заносу та перекидання (графіки залежності критичної швидкості руху від радіусу повороту автомобіля, коефіцієнта зчеплення, зміщення центра мас); за результатами моделювання зробити висновки.

### Контрольні запитання

1. Що розуміється під поперечною стійкістю автомобіля?
2. Як визначити критичну швидкість криволінійного руху за умови заносу?
3. Що розуміється під критичним радіусом повороту?
4. Якого значення набуває коефіцієнт зчеплення на різних видах дорожнього покриття?
5. Від яких показників залежить критична швидкість криволінійного руху?
6. За яких умов ТЗ втрачає поздовжню стійкість?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### Визначення ступеня безпечності ділянок дорожньої мережі методом коефіцієнтів безпеки

**Мета роботи:** здобуття практичних навичок з визначення ступеня безпечності ділянок дорожньої мережі.

#### Зміст роботи

1. Розрахувати швидкість транспортного засобу, яку він може розвинути наприкінці ділянки розгону.
2. Розрахувати можливу максимальну швидкість руху автомобіля на кривій, за якої забезпечується стійкість автомобіля до заносу та перекидання.
3. Накреслити графік зміни швидкості руху та визначити коефіцієнти безпеки.
4. Накреслити графік коефіцієнтів безпеки для всієї дорожньої мережі.
5. Зробити висновки про безпечність ділянок дорожньої мережі.

#### Обладнання робочого місця

Необхідне обладнання, наочні посібники, нормативна та навчальна література:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- схема дорожньої мережі;
- параметри ділянок дорожньої мережі, вказані на схемі;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [3], [6], [14].

#### Загальні відомості з теми

Метод коефіцієнтів безпеки базується на співвідношенні між безпечною швидкістю, забезпечуваною певною ділянкою ( $V$ ), і швидкістю, яка може бути розвинена автомобілем на попередній ділянці ( $V_E$ ). Коефіцієнт безпеки визначається за формулою [3]

$$K_{bez} = \frac{V}{V_E}. \quad (7.1)$$

Для побудови графіка коефіцієнтів безпеки всю ділянку дороги розбивають на окремі ділянки за ознакою зміни параметрів дорожніх умов і характеристик руху. Після цього за експериментальними даними будують графік зміни швидкості руху по ділянках дороги. В процесів виконання розрахунків швидкостей не враховують місцеві обмеження швидкості, що накладаються правилами дорожнього руху. Цим враховують можливу недисциплінованість водіїв. Крім того, ухвалюється допущення, що швид-

кість руху на ділянці зростає доти, доки не перевищить значення, забезпечуване яким-небудь елементом плану або профілю. По графіках зміни швидкості розраховують коефіцієнти безпеки для окремих ділянок. Залежно від значення коефіцієнта безпеки визначають ступінь небезпеки ділянки дороги. Під час визначення користуються такими рекомендаціями:

- $K_{bez} < 0,4$  – ділянка дуже небезпечна;
- $0,4 < K_{bez} < 0,6$  – ділянка небезпечна;
- $0,6 < K_{bez} < 0,8$  – ділянка малобезпечна;
- $0,8 < K_{bez}$  – ділянка безпечна.

Для небезпечних і дуже небезпечних ділянок необхідно розробити додаткові заходи щодо організації дорожнього руху з метою зниження ймовірності виникнення ДТП. Кардинальним рішенням є реконструкція ділянки дороги. В процесі оцінення швидкостей руху на існуючих дорогах використовують графік швидкостей, отриманих експериментально.

В методику розрахунку швидкостей для визначення коефіцієнта безпеки вводять такі зміни для обліку можливих найбільш небезпечних режимів руху по дорозі [14]:

– під час розрахування швидкостей не беруть до уваги місцеві обмеження швидкості, що накладаються вимогою Правил дорожнього руху по дорогах (обмеження швидкості в населених пунктах, на переїздах залізниць, на перетинах інших доріг, на кривих малих радіусів, в зонах дії дорожніх знаків тощо);

– не враховуються ділянки гальмування для плавної зміни швидкості руху при в'їздах на криві малих радіусів, вузькі мости тощо. В кінці кожної ділянки дороги визначають максимальну швидкість, яка може бути розвинена без урахування умов руху на подальших ділянках;

– можливу швидкість руху на кривих в плані оцінюють, виходячи з граничного значення коефіцієнта поперечного зчеплення, що забезпечує стійкість автомобіля проти заносу;

– вважають, що швидкості руху зростають до тих пір, поки не перевищать значення, що забезпечується яким-небудь елементом плану або профілю. Під час подальших розрахунків вважають, що автомобіль входить на наступну ділянку зі швидкістю, що забезпечується цим елементом.

Задану ділянку ВДМ зображають у вигляді схеми, поданої на рис. 7.1.

Швидкість руху автомобіля наприкінці ділянки розгону визначають за залежністю

$$V_E = \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot a' \cdot S \cdot 12960}, \quad (7.2)$$

де  $V_0$  – швидкість руху автомобіля на початку перегону, км/год;

$a'$  – абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням поздовжнього ухилу дороги на перегоні, м/с<sup>2</sup>;

$S$  – довжина перегону, км;  
 12960 – коефіцієнт, що враховує переведення прискорення з  $\text{м/с}^2$  у  $\text{км/год}^2$ .

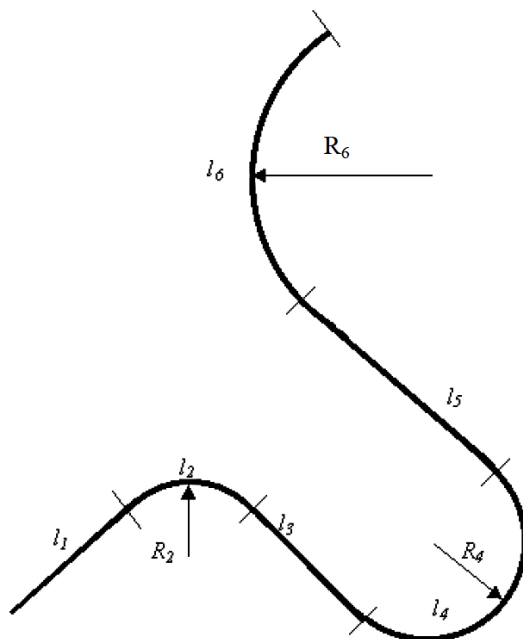


Рисунок 7.1 – Приклад зображення заданої ділянки ВДМ у вигляді схеми

Абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням поздовжнього ухилу на перегоні знаходять за формулою

$$a' = a \pm \left( i_n \cdot \frac{g}{100} \right), \quad (7.3)$$

де  $a$  – абсолютне прискорення автомобіля без урахування поздовжнього ухилу дороги на перегоні,  $\text{м/с}^2$ ;

$i_n$  – поздовжній ухил на перегоні, %;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ .

У формулі (7.3) використовують знак «+», якщо автомобіль рухається вниз, і «-» – якщо вгору. У випадку, якщо швидкість автомобіля наприкінці ділянки розгону перевищує 120 км/год її вважають такою, що дорівнює 120 км/год. Швидкість руху автомобіля на початку перегону вибирають з мінімального значення швидкості входу в поворот або критичної швидкості під час перекидання чи заносу.

Значення можливої швидкості руху на кривих у плані оцінюють, виходячи з граничного значення коефіцієнта поперечного зчеплення, що забезпечує стійкість автомобіля проти заносу і перекидання.

Значення можливої максимальної швидкості руху автомобіля, за якого забезпечується стійкість під час заносу, встановлюють за формулою

$$V_z = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot \left( \varphi_y \cdot \frac{i_n}{100} \right)}, \quad (7.4)$$

де  $R$  – радіус кривої у плані, м;

$\varphi_y$  – поперечний коефіцієнт зчеплення шин з дорогою;

$i_n$  – поперечний ухил на кривій, %;

3,6 – коефіцієнт переведення швидкості з м/с у км/год.

Значення  $\varphi_y$  – 70% від значення поздовжнього коефіцієнта зчеплення шин з дорогою для відповідного типу покриття [9, 10].

Значення критичної швидкості (максимально допустимої) автомобіля для перекидання визначають за формулою

$$V_{\Pi} = 3,6 \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h}}, \quad (7.5)$$

де  $B$  – колія транспортного засобу, м;

$h$  – висота центра мас, м.

Висоту центра мас автомобіля беремо такою, що дорівнює половині габаритної висоти.

Графік зміни швидкості руху транспортних засобів виконують в масштабі (рис. 7.2). На графіку відображають швидкість автомобіля по кожній ділянці мережі, можливу максимальну швидкість руху автомобіля, за якої забезпечується стійкість автомобіля під час заносу та перекидання.

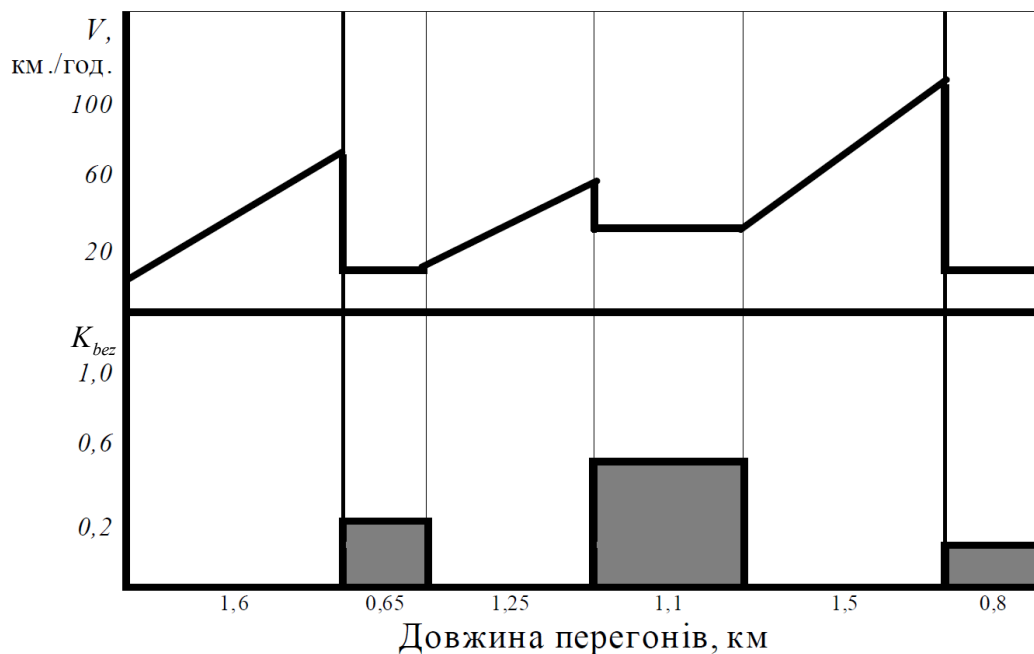


Рисунок 7.2 – Графік зміни швидкості автомобіля і коефіцієнтів безпеки



За графіками швидкостей руху визначають співвідношення швидкостей під час входу на кожний елемент дороги і мінімальною швидкістю, що допускається геометричними елементами аналізованої ділянки

$$K_{bez} = \frac{\min\{V_Z, V_{\Pi}\}}{V_E}. \quad (7.5)$$

Доцільно графік зміни коефіцієнтів безпеки рисувати разом з графіком швидкостей (див. рис. 7.2).

На основі графіка зміни коефіцієнтів безпеки роблять висновки про стан безпеки на дорозі. Ділянки, для яких коефіцієнт безпеки менший 0,4 є дуже небезпечними для руху, від 0,4 до 0,6 – небезпечні, від 0,6 до 0,8 – малобезпечні. За  $K_{bez} \geq 0,8$  умови не впливають на безпеку руху.

### **Зміст звіту**

Вказати номер, найменування, мету і зміст лабораторної роботи, розрахункові показники швидкості ТЗ, яку він може розвинути наприкінці ділянки розгону та можливу максимальну швидкість руху на кривій, за якої забезпечується стійкість до заносу та перекидання. Накреслити графік зміни швидкості руху, коефіцієнтів безпеки для всієї дорожньої мережі. Зробити висновок про безпечність ділянок дорожньої мережі.

### **Контрольні запитання**

1. Що розуміють під коефіцієнтом безпеки?
2. Для чого використовують і чим характеризується коефіцієнт поперечного зчеплення?
3. У чому полягає методика розрахунку швидкостей для визначення коефіцієнта безпеки?
4. За яким критерієм оцінюють значення можливої швидкості руху на кривих у плані?
5. Що визначають за графіком швидкостей руху?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

### Оцінення ступеня безпеки ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнта аварійності

**Мета роботи:** здобуття практичних навичок з визначення ступеня небезпечності ділянок дорожньої мережі.

#### Зміст роботи

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

#### Обладнання робочого місця

Необхідне обладнання, наочні посібники, нормативна та навчальна література:

- персональний комп'ютер, підключений до мережі інтернет, MS Word, Google maps;
- схема дорожньої мережі;
- параметри ділянок дорожньої мережі, вказані на схемі;
- нормативна та навчальна література [1], [2], [3], [6], [14].

#### Загальні відомості з теми

Метод підсумкових коефіцієнтів аварійності оснований на обробці статистики ДТП. Згідно із цим методом, ступінь безпеки ділянок дороги характеризується підсумковим коефіцієнтом аварійності [14]

$$K_A = \prod_{i=1}^{15} K_i, \quad (8.1)$$

де  $K_i$  – окремий коефіцієнт аварійності.

Окремий коефіцієнт аварійності являє собою відношення кількості ДТП на цьому елементі дороги до кількості ДТП на еталонній ділянці. Еталонною вважається прямолінійна ділянка двосмугової дороги без поздовжніх ухилів, із твердими узбіччями, асфальтобетонним або цементобетонним покриттям і шириною проїжджої частини 7,5 м.  $K_i$  враховує вплив на БДР інтенсивності руху, ширини проїжджої частини, ширини й типу узбіч, величини ухилів, складу потоку тощо.  $K_A$  характеризує відносну ймовірність виникнення ДТП на ділянці дороги. Серед коефіцієнтів аварійності відсутній коефіцієнт, що враховує швидкість потоку. Вплив швидкості потоку побічно врахований в значеннях інших коефіцієнтів [14].

Для побудови графіка підсумкових коефіцієнтів аварійності всю ділянку дороги розбивають на окремі ділянки за ознакою зміни параметрів дорожніх умов і характеристик руху (рис. 8.1).

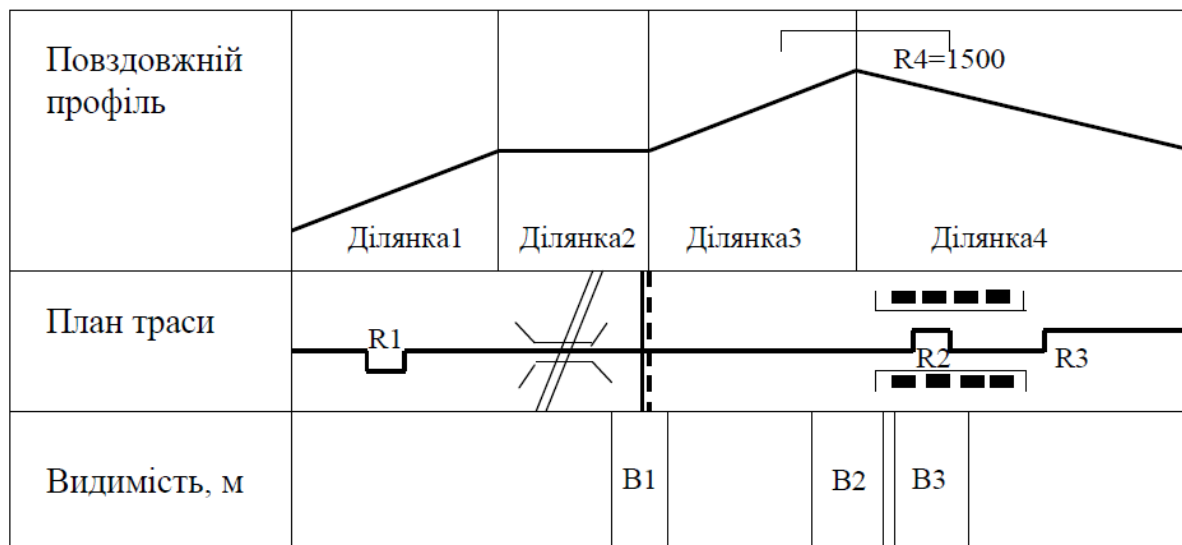


Рисунок 8.1 – Схема ділянки для визначення показника аварійності

Потім для кожної виділеної ділянки визначають за довідником значення коефіцієнтів аварійності (табл. 8.1). Після цього для цих самих ділянок розраховують підсумкові коефіцієнти аварійності й будують графік їх зміни на всій розглянутій ділянці дороги (рис. 8.2).

Метод коефіцієнтів аварійності оснований на узагальненні матеріалів статистики дорожньо-транспортних пригод. Він особливо зручний для аналізу проектних рішень під час реконструкції існуючих доріг, дозволяючи без громіздких розрахунків виявити небезпечні місця на основі проектних документів. Оскільки залежність коефіцієнта аварійності від поперечного ухилу проїжджої частини на кривих і наявності віражів спеціально не враховується, під час оцінювання ступеня безпеки руху потрібно виходити із значень еквівалентних радіусів кривих, що допускають проїзд з тією самою швидкістю, що й на розглядуваних кривих, але які мають ухил віражу, що дорівнює ухилу проїжджої частини на прямих ділянках [3].

В межах кожної ділянки в спеціальній графі у вибраному масштабі показується наочно значення підсумкового коефіцієнта аварійності. Підсумковий коефіцієнт аварійності в проектах нових доріг не має бути більшим 15 – 20. Під час реконструкції або капітального ремонту дороги в умовах горбистого рельєфу підлягають перебудуванню ділянки з коефіцієнтом аварійності, більшим 25-40 залежно від місцевих умов. На існуючих дорогах потрібно наносити розмітку проїжджої частини, що забороняє обгін з виїздом на смугу зустрічного руху за коефіцієнта аварійності, більшого 10–20. За його значення, більшого 20–40, встановлюються знаки заборони обгону і обмеження швидкості. В умовах гірської місцевості небезпечні ділянки з  $K_A > 400$  [14].

Таблиця 8.1 – Значення окремих коефіцієнтів аварійності [14]

Показник	Значення					
Інтенсивність руху, авт./доб. K1	500 0,4	1000 0,5	3000 0,75	5000 1,0	7000 1,3	≥9000 1,7
Ширина проїжджої частини, м K2 (за укріплених обочин) K2 (за неукріплених обочин)	4,5 2,2 4	5,5 1,5 2,75	6 1,35 2,5	7,5 1 1,5	≥8,5 0,8 1	
Ширина обочини, м K3	0,5 2,2	1,5 1,4	2 1,2	3 1,0		
Поздовжній ухил, % K4 (з роздільною смугою) K4 (без роздільної смуги)	20 1,0 1,0	30 1,0 1,25	50 1,25 2,5	70 1,4 2,8	80 1,5 3,0	
Радіус кривих у плані, м K5	≤50 10	100 5,4	150 4	200-300 2,25	400-600 1,6	1000-2000 1,25
Видимість дороги, м K6 у плані K6 у поздовжньому профілі	100 3 4	200 2,25 2,5	300 1,7 2,0	400 1,2 1,4	≥500 1,0 1,0	
Ширина проїжджої частини мостів відносно проїжджої частини дороги K7	Менше на 1 м 6,0	Дорівнює 3,0		Ширше на 1 м 1,5	Ширше на 2 м 1,0	
Довжина прямих ділянок, км K8	3 1,0	5 1,1	10 1,4	15 1,6	20 1,9	25 2,0
Перетини в одному рівні за інтенсивності руху по головній дорозі, авт./доб. K9	1000 1,5	1600-3500 2,0	3500-5000 3	5000-7000 4		
Тип перетинів з дорогою K10	У різних рівнях 0,35	У одному рівні за інтенсивності на дорозі, що перетинає, % від сумарної на двох дорогах				
		≤10 1,5		10-20 3,0	≥20 4,0	
Видимість перетинів в одному рівні з дорогою, що примикає, м K11	>60 1	50-40 1,1	40-30 1,65	30-20 2,5	<20 10	
Кількість смуг руху на проїжджій частині K12	2 1		3 1,5	4 без роздільної смуги 0,8	4 з роздільною смугою 0,65	
Відстань від забудови до проїжджої частини та її характеристики, м K13	50-20, є смуги місцевого руху і тротуари 25	20-10, є смуги місцевого руху і тротуари 5		10, смуги місцевого руху відсутні, тротуари є 7,5	10, смуги місцевого руху і тротуари відсутні 10	
Довжина населеного пункту, км K14	0,5 1	1 1,2	2 1,7	3 2,2	4 2,7	
Коефіцієнт зчеплення Характеристика покриття K15	0,2-0,3 Слизьке, брудне 2,5	0,4 Слизьке 2,0	0,6 Чисте сухе 1,3	0,7 Шорсткувате 1,0	0,75 Дуже шорсткувате 0,75	

Окремі коефіцієнти безпеки являють собою співвідношення кількості пригод за того чи іншого 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.

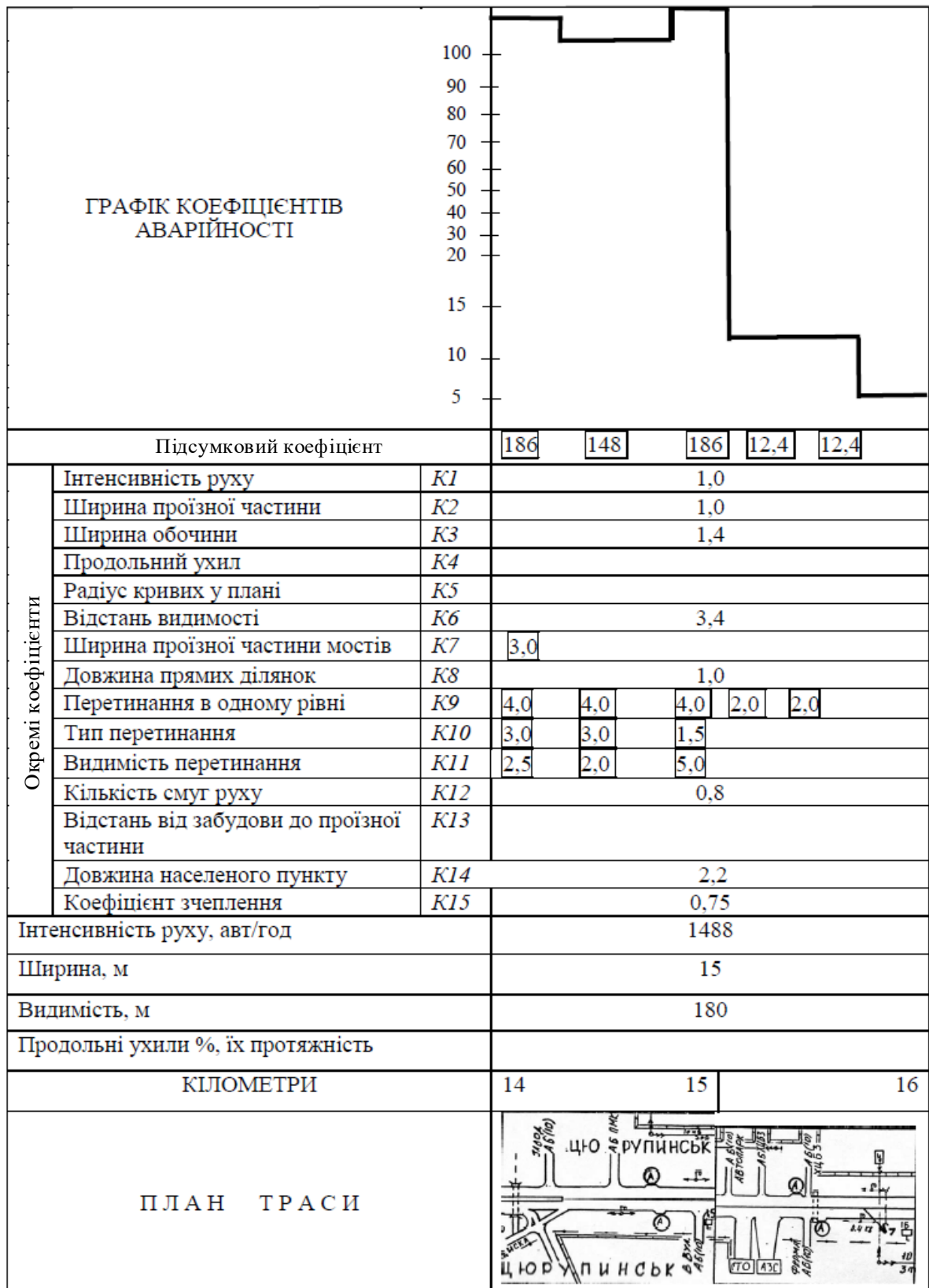


Рисунок 8.2 – Графік коефіцієнтів аварійності

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

$$K_A = K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot \dots \cdot K15, \quad (8.2)$$

де  $K1, K2, K3, \dots, K15$  – окремі коефіцієнти небезпеки.

Результати визначення коефіцієнтів аварійності оформляють у вигляді лінійних графіків. Для їх побудови аналізують план і поздовжній профіль дороги за кожним з показників, наведених у табл. 8.1, та вираховують відповідний окремий коефіцієнт аварійності. Перемноження по вертикалі для кожної ділянки всіх коефіцієнтів дає значення підсумкового коефіцієнта аварійності.

### **Зміст звіту**

Вказати номер, найменування, мету і зміст лабораторної роботи, окремі коефіцієнти небезпеки для кожного типу ділянок дорожньої мережі, визначити значення підсумкового коефіцієнта небезпеки. Побудувати лінійний графік зміни значень підсумкових коефіцієнтів небезпеки для всієї дорожньої мережі. Зробити висновок про безпечність ділянок дорожньої мережі.

### **Контрольні запитання**

1. У чому полягає суть методу коефіцієнтів аварійності?
2. Якого значення набуває коефіцієнт аварійності залежно від умов?
3. Що розуміють під коефіцієнтом безпеки?
4. Чим потрібно керуватися під час побудови лінійного графіка?
5. Від чого залежить коефіцієнт аварійності?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кашканов А. А., Грисюк О. Г., Гуменюк І. І. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 90 с.
2. Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2005. 177 с.
3. Кашканов А. А., Кужель В. П. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 125 с.
4. Кашканов А. А., Кашканов В. А., Кужель В. П. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 113 с.
5. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби: вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання (Прийнято та надано чинності: наказ Держспоживстандарту України від 28 грудня 2010 р. № 630).
6. Bosch Automotive Handbook. 9th Edition. / [Reif K., Dietsche K.-H. & others]. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2014. 1544 p.
7. Кашканов А. А., Кужель В. П., Грисюк О. Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
8. Кужель В. П., Кашканов А. А., Кашканов В. А. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 200 с.
9. Кашканов А. А., Ребедайло В. М., Кашканов В. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 148 с.
10. Туренко А. М., Клименко В. І., Сараєв О. В., Данець С. В. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів. Харків : ХНАДУ, 2013. 320 с.
11. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги (Прийнято та надано чинності: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 21.09.2015 р. № 234).
12. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів (Прийнято та надано чинності: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 24.04.2018 р. № 103).

13. ДБН 360-92\*\*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень (Прийнято та надано чинності: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 10 квітня 2009 року № 10/23-590).

14. Лобашов О. О., Прасоленко О. В. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: навчальний посібник. Харків : ХНАМГ, 2011. 221 с.



*Навчальне видання*

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**для виконання лабораторних робіт з дисципліни**  
**«ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»**  
**для студентів спеціальності**  
**для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології»**  
**за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології**  
**(на автомобільному транспорті)»**  
**денної та заочної форми навчання**

Укладачі : Андрій Альбертович Кашканов  
Віталій Альбертович Кашканов

Рукопис оформив *А. Кашканов*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет підготувала *Т. Криклива*

Підписано до друку 13.04.2021 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк 3,23.  
Наклад 40 (1–21) пр. Зам. № 2021-041.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua;**  
*Email: irvc.vntu@gmail.com.*  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.