



## ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ТА МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, В. П. Кужель**

**Транспортно-експлуатаційні якості  
автомобільних доріг та міських вулиць**

Навчальний посібник

Вінниця  
ВНТУ  
2017

УДК 629.113(075.8)

К31

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 12 від 28 травня 2015 р.)

Рецензенти:

**В. Ф. Анісімов**, доктор технічних наук, професор

**В. В. Біліченко**, доктор технічних наук, професор

**М. А. Подригало**, доктор технічних наук, професор

**Кашканов, А. А.**

К31      Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць : навчальний посібник / Кашканов А. А., Кашканов В. А., Кужель В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 113 с.

У посібнику подано класифікацію, основні елементи й характеристики транспортно-експлуатаційного стану доріг та вулиць, закономірності формування транспортних потоків, поняття про рівні завантаженості та зручності руху. Описані методи і способи дослідження технічного стану доріг і вулиць, збереження їхніх транспортно-експлуатаційних якостей у різні періоди року.

Розрахований на студентів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт», 275 – «Транспортні технології».

**УДК 629.113(075.8)**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА МІСЬКІ ВУЛИЦІ .....	8
1.1 Класифікація автомобільних доріг та міських вулиць .....	8
1.2 Вимоги до транспортно-експлуатаційного стану доріг .....	11
1.3 Елементи автомобільної дороги .....	15
1.4 Водовідведення та штучні споруди на автомобільних дорогах ....	21
1.5 Облаштування автомобільних доріг .....	23
2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ .....	26
2.1 Фактори, що впливають на роботу і стан автомобільної дороги ...	26
2.2 Основні транспортно-експлуатаційні показники автомобільної дороги .....	27
2.3 Характеристики транспортних засобів .....	30
3 ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ТА ПАСПОРТИЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ І ДОРОЖНІХ СПОРУД .....	33
3.1 Порядок проведення технічного обліку і паспортизації .....	33
3.2 Вимірювальні роботи під час паспортизації автомобільних доріг	36
3.3 Ходові дорожні лабораторії для технічного обліку і паспортизації доріг .....	37
3.4 Паспортизація дорожніх споруд .....	40
4 ОБСТЕЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ .....	43
4.1 Мета, задачі та види обстеження автомобільних доріг .....	43
4.2 Організація робіт з дослідження автомобільних доріг .....	44
4.3 Методи інструментального контролю геометричних елементів автомобільних доріг .....	46
4.4 Дослідження стану земляного полотна та водовідведення .....	51
4.5 Оцінювання міцності дорожнього одягу та стану покриття дороги .....	52
4.6 Оцінювання архітектурних якостей автомобільної дороги та рівня обслуговування її користувачів .....	55
4.7 Оцінювання інженерного облаштування автомобільних доріг .....	58
5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ .....	62
5.1 Облік і аналіз інтенсивності руху та складу транспортного потoku, оцінювання пропускної здатності автомобільних доріг ...	62
5.2 Оцінювання режимів руху транспортних засобів та умов праці водіїв .....	66
5.3 Побудова лінійних графіків швидкостей руху та витрати палива .	68

6 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ З УТРИМАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ .....	72
6.1 Класифікація робіт з ремонту й утримання автомобільних доріг ..	72
6.2 Працездатність доріг та критерії призначення ремонтних робіт ...	74
6.3 Планування робіт з утримання та ремонту автомобільних доріг ...	78
7 ЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В РІЗНІ ПОРИ РОКУ .....	83
7.1 Охорона автомобільних доріг та обмеження руху у весняну пору	83
7.2 Захист автомобільних доріг від снігу .....	85
7.3 Підвищення зчіпних якостей дорожніх покриттів .....	88
7.4 Підтримання високих транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг в період інтенсивних перевезень .....	92
8 ВИБІР ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ .....	94
8.1 Принципи вибору засобів і методів організації дорожнього руху	94
8.2 Вибіркове та поетапне покращення умов руху .....	96
8.3 Облік дотримання вимог охорони навколишнього середовища ...	100
8.4 Застосування геоінформаційних технологій для оцінювання стану та транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць .....	103
ЛІТЕРАТУРА .....	108
ГЛОСАРІЙ .....	109

## ВСТУП

Транспорт – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, що здійснює перевезення пасажирів і вантажів. Сучасний транспорт поділяється на такі види: залізничний, автомобільний, морський, внутрішній водний (річковий та озерний), повітряний, трубопровідний.

Основою транспортної системи України є залізничний транспорт, який виконує близько 70 % вантажних перевезень і понад 50 % пасажирських. Важливе місце в транспортній системі посідає морський транспорт, що забезпечує міжконтинентальні перевезення. Повітряний транспорт зручний для пасажирських перевезень і вигідно відрізняється від інших видів транспорту високими швидкостями руху. Сфера застосування річкового транспорту визначається, насамперед, наявністю внутрішніх природних або штучних водних шляхів. Трубопроводами досі транспортують лише нафтопродукти і газ.

Автомобільний транспорт має низку істотних переваг, що зумовлює позитивну перспективу його подальшого розвитку. До цих переваг варто віднести: широку сферу застосування; високу маневреність, яка дає змогу швидко зосереджувати транспортні засоби в потрібний час, у потрібному місці та в потрібній кількості; спроможність приймати вантажі безпосередньо в місці їхнього створення й доставляти їх до місця призначення без будь-яких проміжних навантажувальних і розвантажувальних операцій, що є особливо важливим для перевезень на короткі відстані (до 200 км); високу швидкість, яка поступається лише швидкості повітряного транспорту. Істотними недоліками автомобільного транспорту є низька продуктивність праці й висока собівартість перевезень.

Зменшити собівартість перевезень можна, удосконалюючи рухомий склад, застосовуючи альтернативні види пального, ширше використовуючи автомобільні поїзди, удосконалюючи організацію перевезень, упродовжуючи механізацію та автоматизацію навантажувально-розвантажувальних робіт. Особливе значення у зниженні собівартості перевезень і підвищенні ефективності роботи автомобільного транспорту мають оптимальна кількість, розміщення та транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг.

Автодорожній комплекс є важливою та невід'ємною частиною всієї транспортної системи України, на яку покладено завдання створити необхідні загальні умови для реалізації господарчих і виробничих зв'язків, ефективної концентрації та спеціалізації виробництва, які зумовлені об'єктивними законами розвитку ринку.

За даними Державного агентства автомобільних доріг України станом на початок 2015 р. протяжність автомобільних доріг загального користування – 169,6 тис. км, водночас:

– протяжність доріг державного значення – 52 тис. км (міжнародні – 8,7 тис. км (5,1 %), національні – 4,8 тис. км (2,8 %), регіональні – 10,1 тис. км (6 %), територіальні – 28,4 тис. км (16,8 %);

– протяжність доріг місцевого значення – 117,6 тис. км (районні дороги – 68,8 тис. км (40,5 %), обласні дороги – 48,8 тис. км (28,8 %).

Якщо порівняти ці цифри з аналогічними показниками розвинутих європейських країн, то побачимо таке. Мережа автомобільних доріг у Великій Британії становить 398,4 тис. км, у Франції – 951,5 тис. км, у Німеччині – 644,5 тис. км. На 1000 українців припадає лише близько 3 км доріг із твердим покриттям (у Франції – у 5 разів більше, у Німеччині – у 7, у Бельгії – у 13,3 рази). Доріг із твердим покриттям на 1000 км<sup>2</sup> території в Україні у 10 разів менше, ніж у розвинутих країнах.

Якщо негайно не розпочати змінювати таке становище, то через своєчасні ремонти і пов'язане з цим погіршення технічного стану доріг прогнозується зменшення швидкості руху транспортних засобів з 40...55 км/год до 15...25 км/год, що призведе до підвищення собівартості перевезень на 45...50 %. У незадовільних дорожніх умовах вартість обслуговування автомобілів зростає в 2,5...3,5 рази, витрата пального – на 20...30 %, строк служби автопокришок скорочується в 1,15...1,8 рази, строк служби автомобіля – на 30 %, а його продуктивність знижується майже вдвічі.

Наша держава має унікальне географічне положення країни-транзитера, яке, однак, і досі не використовується з належною користю. За щільністю сучасних автомагістралей Україна, порівняно з країнами Центральної Європи, посідає одне з останніх місць. Недостатня міцність покриттів – велика перепона, оскільки потік міжнародних вантажів через нашу державу весь час збільшується. Тож саме життя спонукає до інвестування коштів у прокладання хоча б 4000 км сучасних доріг. Можливості для цього не такі вже й погані, адже 50–60 % вартості дороги – це вартість матеріалів, а Україна має практично невичерпні запаси кам'яних матеріалів і сировини для виробництва цементу.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць» є складний процес формування комплексу заходів з підвищення ефективності роботи автотранспортних засобів (АТЗ), швидкості доставки вантажів і перевезення пасажирів, комфортності та безпеки дорожнього руху, а також зниження собівартості перевезень шляхом покращення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг та міських вулиць.

Мета викладання дисципліни полягає в тому, щоб на основі наукового підходу сформувані у студентів практичні навички вирішення питань проблеми підвищення ефективності перевезення вантажів та пасажирів автомобільним транспортом шляхом покращення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг та міських вулиць.

У результаті вивчення дисципліни студенти зобов'язані знати:

- експлуатаційні якості автомобільних доріг і міських вулиць;
- закономірності дорожнього руху; вплив автомобілів на дорогу і навколишнє середовище;
- природні фактори та їхній вплив на експлуатаційний стан доріг; деформації і руйнування автомобільних доріг та їхнього захисту від осипання, лавин, обвалів;
- особливості утримання автомобільних доріг та порядок проведення ремонтних робіт.

Після засвоєння дисципліни студенти повинні вміти:

- оцінювати вплив параметрів і стану дороги на забезпеченість розрахункової швидкості;
- оцінювати пропускну здатність та рівень завантаження дороги;
- оцінювати міцність дорожнього полотна;
- оцінювати рівність, шорсткість та зчіпні якості дорожнього покриття;
- планувати роботи з утримання та ремонту доріг;
- формувати заходи з поліпшення безпеки і зручності руху;
- формувати заходи із удосконалення сервісу та обслуговування руху на дорогах.



# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА МІСЬКІ ВУЛИЦІ

## 1.1 Класифікація автомобільних доріг та міських вулиць

Автомобільні шляхи України – мережа доріг на території України, що об'єднує між собою населені пункти та окремі об'єкти та 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.

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.

До міжнародних автомобільних доріг належать дороги, що суміщаються з міжнародними транспортними коридорами та/або входять до Європейської мережі основних, проміжних, з'єднувальних автомобільних доріг та відгалужень, мають відповідну міжнародну індексацію й забезпечують міжнародні автомобільні перевезення.

До національних автомобільних доріг належать автомобільні дороги, що суміщені з національними транспортними коридорами й не належать до міжнародних автомобільних доріг, та автомобільні дороги, що з'єднують Київ, адміністративні центри областей між собою, великі промислові й культурні центри з міжнародними автомобільними дорогами.

До регіональних автомобільних доріг належать автомобільні дороги, що з'єднують дві або більше областей між собою, автомобільні дороги, що з'єднують основні міжнародні автомобільні пункти пропуску через державний кордон, морські та авіаційні порти міжнародного значення, найважливіші об'єкти національної культурної спадщини, курортні зони з міжнародними та національними автомобільними дорогами.

До територіальних віднесені дороги, які з'єднують адміністративні центри областей з районними центрами, містами обласного значення, міста обласного значення між собою та адмінцентри районів між собою. Також до територіальних входять автошляхи, що сполучають з дорогами державного значення основні аеропорти, морські та річкові порти, залізничні вузли, об'єкти національного й культурного надбання та курортного й природно-заповідного фонду, автомобільні пункти пропуску міжнародного та міждержавного значення через державний кордон.

До обласних належать автодороги, що з'єднують адміністративні центри областей з іншими населеними пунктами в межах області між собою та із залізничними станціями, аеропортами, річковими портами, пунктами пропуску через державний кордон і місцями відпочинку, які не належать до доріг державного значення.

Районні автошляхи – ті, що з'єднують районні адміністративні центри з іншими населеними пунктами, а останні – між собою, з підприємствами, об'єктами культури, іншими дорогами загального користування у межах району.

Переліки доріг державного та місцевого значення, у тому числі їхніх ділянок, що суміщаються з вулицями міст та інших населених пунктів, затверджуються відповідно Кабінетом Міністрів України та обласними державними адміністраціями один раз на три роки.

Залежно від інтенсивності руху (кількості транспортних засобів, що проходять через січення дороги за одиницю часу в обох напрямках) і їхнє значення в загальній дорожній мережі країни, автомобільні дороги відповідно до ДБН В 2.3-4-2007 поділяються на категорії, як це показано в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Категорії автомобільних доріг

Категорія дороги	Середньодобова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках	Значення автомобільної дороги
I-a	більше 10 000	Магістральні дороги державного значення
I-б	більше 10 000	Національні та регіональні дороги державного значення
II	3000...10 000	Регіональні дороги державного значення не віднесені до категорії I-б
III	1500...3000	Територіальні дороги місцевого значення
IV	150...1500	Обласні та районні дороги місцевого значення
V	До 150	Районні дороги місцевого значення не віднесені до категорії IV

Головним показником для визначення параметрів дороги, яка проектується, є розрахункова швидкість (rated speed) наведена в табл. 1.2.

Основні нормативи на проектування міських вулиць (town street) і доріг встановлені державними будівельними нормами ДБН В.2.3-5-2001. Класифікація міських вулиць і доріг наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.2 – Розрахункова швидкість при проектуванні доріг

Розрахункова швидкість, км/год	Категорія автомобільної дороги					
	I-a	I-б	II	III	IV	V
Основна ( $V_{max}$ )	150	140	120	100	90	90
Допустима в горах	100	80	60	50	30	30

Таблиця 1.3 – Класифікація міських вулиць і доріг

Категорія міських вулиць (доріг)	Розрахункова швидкість руху, км/год	Найменша кількість смуг руху проїжджої частини в обох напрямках	Ширина одної смуги руху, м
1. Швидкісні дороги	120	6+2 резервних	3,75
2. Магістральні вулиці і дороги:			
а) загальноміського значення	100	6+2 резервних	3,75
б) районного значення	80	4+2 резервних	3,75
в) дороги вантажного руху	80	2+2 резервних	3,75
3. Вулиці і дороги місцевого значення:			
а) жилі вулиці	60	2+2 резервних	3,00
б) дороги промислових і комунально-складських рівнів	60	2+2 резервних	3,75
в) пішохідні вулиці й дороги	60	2+2 резервних	3,5
г) селищні вулиці	60	2+2 резервних	3,5
д) селищні дороги	60	2+2 резервних	3,5
е) проїзди	30	–	–

Залежно від категорії доріг вибирають конструкцію дорожнього одягу, верхнім шаром якого є покриття. У табл. 1.4 наведено типи дорожнього покриття, використані матеріали категорії доріг, де вони застосовуються.

Таблиця 1.4 – Сфера застосування покриттів дорожнього одягу

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
I-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон
III, IV	Капітальний або полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Цементобетон. Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чи на дорозі або просочування з улаштуванням поверхневої обробки
V	Перехідний	Кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені на дорозі в'язучими матеріалами або покращені добавками. Кам'яні матеріали розклинені

Складовими вулиць і доріг міст та інших населених пунктів є: проїзна частина вулиць і доріг, трамвайне полотно, дорожнє покриття, штучні споруди, споруди дорожнього водовідводу, технічні засоби організації дорожнього руху, зупинки міського транспорту, тротуари, пішохідні та велосипедні доріжки, зелені насадження, наземні та підземні мережі.

## 1.2 Вимоги до транспортно-експлуатаційного стану доріг

Тип і стан дорожнього покриття суттєво впливають на показники ефективності роботи автомобільного транспорту: швидкість і безпеку дорожнього руху, зношування вузлів і агрегатів рухомого складу, витрати пального і т. д. Технічний рівень та експлуатаційний стан доріг мають відповідати вимогам, що висуваються до основних транспортно-експлуатаційних показників доріг. До них належать: міцність дорожнього одягу, рівність покриття, коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з покриттям.

Міцність дорожнього одягу – це несуча здатність дорожнього одягу, яку оцінюють еквівалентним модулем пружності  $E$ . Кількісно міцність дорожнього одягу характеризують коефіцієнтом запасу міцності:

$$K_M = \frac{E_\phi}{E_{II}}, \quad (1.1)$$

де  $E_\phi$  – фактичний модуль пружності, МПа;  $E_{II}$  – потрібний модуль пружності, МПа.

Фактичний модуль пружності дорожнього одягу визначають на певній ділянці дороги експериментальними вимірюваннями за реального навантаження розрахунковим автомобілем з подальшим обчисленням за формулою:

$$E_\phi = \frac{pD(1-\mu^2)}{l_{np}}, \quad (1.2)$$

де  $p$  – питомий тиск колеса розрахункового автомобіля, МПа;  $D$  – діаметр сліду колеса розрахункового автомобіля, см;  $l_{np}$  – пружний прогин під колесом розрахункового автомобіля, см;  $\mu$  – коефіцієнт поперечного розширення матеріалу (коефіцієнт Пуассона), для асфальтобетону  $\mu = 0,25...0,30$ .

Характеристики розрахункових автомобілів наведено в табл. 1.5 [13].

Міцність дорожнього одягу визначають для розрахункового, тобто найнесприятливішого для роботи дороги періоду року. Для України розрахунковий період збігається з весняним, коли спостерігається найбільша вологість ґрунту земляного полотна. Початок розрахункового періоду орієнтовно збігається з датою переходу температури повітря через  $0^\circ\text{C}$  навесні.

Потрібний модуль пружності дорожнього одягу  $E_{II}$  визначають залежно від зведеної до розрахункового автомобіля інтенсивності руху  $N_{розр}$ . За відсутності даних про інтенсивність руху мінімально необхідний модуль пружності визначають залежно від категорії дороги (табл. 1.6).

Таблиця 1.5 – Характеристики розрахункового автомобіля

Транспортний засіб	Найбільше статичне навантаження на вісь, тс	Середній питомий тиск на покриття, МПа	Площа контакту колеса, см <sup>2</sup>	Розрахунковий діаметр сліду колеса автомобіля, см	
				нерухомого	рухомого
Автомобіль групи А	10,0	0,6	835	33	37
групи Б	6,0	0,5	600	28	32
Автобус групи А	11,5	0,6	960	34	39
групи Б	7,0	0,5	700	30	34

Таблиця 1.6 – Залежність модуля пружності від категорії дороги

Категорія дороги	Розрахункова зведена інтенсивність руху на одну смугу, од/добу	Потрібний модуль пружності, МПа		
		Капітальний	Полегшений	Перехідний
I	500	230	–	–
II	250	220	180	–
III	70	180	160	–
IV	(70)	–	125	65
V	(50)	–	100	50

Примітка. У дужках наведено кількість автомобілів групи Б.

Для оцінки відповідності показників міцності дорожнього одягу умовам руху потрібно відносити їх до гранично допустимих значень. Одержаний при цьому коефіцієнт запасу міцності  $K_M$  дає змогу оцінити міцність дорожнього одягу.

За значення  $K_M < 1$  стан дорожнього одягу вважають незадовільним, потрібен капітальний ремонт, тобто посилення дорожнього одягу укладанням додаткового шару асфальтобетону. За значення  $K_M = 1$  належить посилити дорожній одяг з урахуванням руху на перспективу. За значення  $K_M > 1$  стан дорожнього одягу за міцністю задовільний.

Виходячи з міцнісних характеристик дорожнього покриття, на дорогах різних категорій існують обмеження на застосування рухомого складу з різним осьовим навантаженням. Так, на дорогах I і II категорій дозволяється експлуатувати транспортні засоби з осьовим навантаженням до 11,5 т, на дорогах III і IV – до 10 т і до 6 т – на дорогах V категорії. У міських умовах в години «пік», як виняток, дозволяється експлуатація автобусів з основним навантаженням до 11,5 т і повною масою до 17,5 т.

Рівність покриття (equality of pavement) є одним з основних показників, що характеризує зручність руху по дорозі і впливає на швидкість автомобіля і транспортну роботу дороги загалом. Поганий стан покриття дороги значно погіршує умови руху: з'являються шкідливі для водія коливання і вібрації, істотно погіршуються умови роботи водія, бо він має

постійно стежити за станом покриття, часто змінювати траєкторію руху, гальмувати і набирати швидкість. Усе це відволікає його увагу від інших важливих з погляду безпеки руху елементів дороги та автомобіля. Тому погіршення рівності покриття призводить до підвищення аварійності на дорозі. Рівність покриття характеризують величиною просвіту між поверхнею покриття і триметровою рейкою  $h$  (мм) або сумарною величиною стиснень ресор автомобіля на ділянці дороги завдовжки 1 км, що визначається поштовхоміром,  $s$  (см/км).

Між цими характеристиками існує кореляційна залежність:

$$s = 20 + 7,1h^{1,7} \quad (1.3)$$

Рівність покриття істотно впливає на швидкість руху. У міру погіршення рівності знижується швидкість автомобілів усіх типів. Ці залежності можна описати рівняннями:

$$- \text{ для легкових автомобілів } V = 70 - 0,016s ; \quad (1.4)$$

$$- \text{ для вантажних автомобілів } V = 55 - 0,023s , \quad (1.5)$$

де  $s$  – показ поштовхоміра, см/км.

Основними причинами дорожньо-транспортних пригод на ділянках доріг із незадовільною рівністю покриття є взаємне зіткнення автомобілів, які рухаються на малих дистанціях, у разі різкого гальмування переднього автомобіля перед нерівністю, а також зіткнення автомобілів у разі раптових виїздів на смугу зустрічного руху при об'їзджанні нерівностей. У нічний час дорожньо-транспортні пригоди можливі внаслідок осліплення водіїв відбитим світлом фар від поверхні води, що заповнила нерівності.

Кінцевим результатом погіршення рівності покриття є збільшення собівартості автомобільних перевезень, яка залежить від рівності покриття:

Показ поштовхоміра, см/км	20	100	250	500	1000
Відносна собівартість перевезень, %	100	110	127	156	227

За тривалої експлуатації покриттів, покази поштовхоміра яких перевищують 500 см/км, починається прогресуюче погіршення їхньої рівності, з'являються вибоїни, осідання, проломи та інші руйнування.

Вимоги до рівності покриттів установлюють за мінімумом зведених витрат автомобільного транспорту на перевезення вантажів та дорожніх організацій на ремонт і утримання дорожніх покриттів.

Допустимі значення рівності проїзної частини доріг, що здаються в експлуатацію, наведено в табл. 1.7.

Кількісно рівність покриття оцінюють коефіцієнтом рівності:

$$K_p = S_\phi / S_{\text{доп}} , \quad (1.6)$$

де  $S_\phi$  – фактичне значення рівності покриття за поштовхоміром, см/км;  $S_{\text{доп}}$  – допустиме значення рівності покриття, см/км.

За значенням  $K_p < 0,5$  рівність покриття дороги відмінна і ремонтні заходи, спрямовані на поліпшення рівності, на найближчий період не плануються. За  $K_p = 0,5...1,0$  рівність добра і ремонтні роботи можуть плануватися на кінець розрахункового періоду, за  $K_p = 1,0...1,6$  рівність задовільна, ремонтні роботи плануються на найближчі 1–2 роки; за  $K_p < 1,6$  рівність покриття незадовільна, потрібен терміновий ремонт.

Таблиця 1.7 – Показники рівності автомобільних доріг різних категорій

Категорія дороги	Тип покриття	Допустимі значення рівності, см/км
I–II	Асфальтобетон	80
	Цементобетон	100
III	Асфальтобетон	100
	Цементобетон	130
	Щебенева, оброблене зв'язниками	180
IV–V	Щебенева необроблене, бруківка	230

Зчеплення колеса з покриттям – один із найважливіших чинників, що впливає на безпеку руху. Недостатнє зчеплення колеса з покриттям є, як правило, першоосною дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками. Статистика засвідчує, що через низьке зчеплення колеса з покриттям у весняний і осінній періоди стається до 70 % усіх дорожньо-транспортних пригод, у літній період – до 30 %. Критерієм зчеплення колеса з покриттям є коефіцієнт зчеплення  $\varphi$ .

На зниження швидкості руху коефіцієнт зчеплення впливає мало. У разі зволоження покриття швидкість руху зменшується всього на 3–5 км/год. Різко знижується швидкість руху (на 20 км/год) з появою ожеледиці на покритті.

Коефіцієнтом зчеплення називають відношення величини реактивної сили, що діє на колесо автомобіля в площині її контакту з покриттям, до величини вертикального навантаження, що передається колесом на покриття. Безпосередній вплив на коефіцієнт зчеплення чинить мікро- і макрошорсткість покриття. Встановлено залежність коефіцієнта зчеплення від шорсткості покриття:

$$\varphi = 0,21 \ln(h_{сер} + 1) + 0,25 . \quad (1.7)$$

Коефіцієнт зчеплення залежить також від швидкості руху автомобіля.

Кількісно зчипні якості дороги характеризують коефіцієнтом відносного зчеплення:

$$K_{зч} = \frac{\varphi_{\Phi}}{\varphi_{доп}} , \quad (1.8)$$

де  $\varphi_f$ ,  $\varphi_{доп}$  – відповідно фактичне і допустиме значення коефіцієнта зчеплення.

Мінімальні допустимі значення коефіцієнта зчеплення колеса з покриттям нормують за безпечними умовами руху на експлуатованих дорогах (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з покриттям

Характеристика ділянок автомобільних доріг	Коефіцієнт зчеплення
Автомобільні дороги загального користування: – прямі ділянки доріг, ділянки доріг, що розташовані на кривих в плані радіусами понад 1200 м, та (або) мають поздовжній похил до 30 %, окрім зон забезпечення видимості, визначених 4.5 ДСТУ 3587 (легкі умови руху);	0,35
– ділянки доріг, що розташовані на кривих у плані радіусами від 451 м до 1200 м, та (або) мають поздовжній похил від 30 % до 55 %, мостові споруди та підходи до них, перед якими встановлений дорожній знак 1.5.1–1.5.3, зони забезпечення видимості, визначені 4.5 ДСТУ 3587 (утруднені умови руху);	0,40
– ділянки доріг, що розташовані на кривих у плані радіусами до 450 м, та (або) мають поздовжній похил понад 55 %, зони з незабезпеченою видимістю, визначені 4.5 ДСТУ 3587 (небезпечні умови руху)	0,45
Вулиці та дороги міст й інших населених пунктів	0,40

Після визначення фактичних коефіцієнтів зчеплення, стан покриття оцінюють коефіцієнтом відносного зчеплення:

Оцінка	Коефіцієнт відносного зчеплення
Відмінна	$K_{зч} > 1,3;$
Добра	$1,2 < K_{зч} < 1,3;$
Задовільна	$1,0 < K_{зч} < 1,2;$
Незадовільна	$K_{зч} < 1,0.$

За  $K_{зч} < 1,0$  дорога далі експлуатуватися не може, потрібен терміновий ремонт, спрямований на підвищення зчїпних якостей покриття.

### 1.3 Елементи автомобільної дороги

Сучасна автомобільна дорога є великим комплексом інженерних споруд. Основними спорудами дороги є земляне полотно, дорожній одяг, споруди водовідведень, шляхопроводи, тунелі, підпірні стіни. До допоміжних споруд умовно можна віднести автомобільні станції, гаражі, заправні, ремонтні, медичні пункти, будівлі дорожньої служби. До облаштування належать огорожі, дорожні знаки, озеленення, освітлення, оглядові майданчики і майданчики відпочинку.



Смугою місцевості, на якій розміщують вказані споруди, називають смугою відведення. Смуга відведення слугує для розміщення всіх споруд і облаштування транспортного і дорожнього обслуговування дороги. Норми відведення земель регламентовані з урахуванням категорії дороги, числа смуг руху, висоти насипу, глибини виїмки, характеру місцевості та її ухилу. Щоб уникнути зносу будівель і споруд при реконструкції дороги з кожного боку межі відведення виділяють контрольні смуги (смуги відведення), у межах яких не вирішується зведення будівель і споруд.

На дорогах з інтенсивним рухом для усунення перешкод вільному проїзду автомобілів з великою швидкістю у низці випадків паралельно основній дорозі влаштовують окремі шляхи для гужового і тракторного транспорту, для велосипедистів; тротуари і пішохідні доріжки; підземні й надземні переходи.

На сучасних швидкісних автомобільних дорогах зустрічні потоки руху, як правило, розділяють смугою землі, влаштовуючи дві проїжджі частини; в окремих випадках проїжджі частини можуть бути розміщені на відстані одна від одної. У місцях перетину з іншими автомобільними або залізними дорогами будують шляхопроводи і естакади.

Для захисту від сніжних занесень, а також з декоративними цілями уздовж доріг садять дерева і кущі. Для створення безпечних умов руху транспортних засобів і орієнтування водіїв встановлюють дорожні знаки й огорожі.

Повздовжній профіль дороги – це виконане в певному масштабі графічне зображення вертикальної проекції осі дороги. Повздовжній профіль дороги (або вулиці) є зображенням розрізу дороги вертикальною площиною, що проходить через вісь траси. Повздовжній профіль характеризує величину проектних ухилів окремих ділянок дороги і розташування її проїзної частини щодо природної поверхні землі.

Повздовжні ухили доріг і вулиць повинні задовольняти вимогам, дотримання яких забезпечує нормальні умови руху автомобіля. Хоча сучасні автомобілі в змозі долати на коротких сухих ділянках значні підйоми, швидкість руху при цьому помітно знижується. При слизькій або брудній поверхні дороги швидкість руху на підйомі буде ще менша.

Поперечним профілем дороги називається зображення, отримане перетином дороги вертикальною площиною, перпендикулярній осі дороги. Основні параметри поперечного профілю дороги наведено в табл. 1.9.

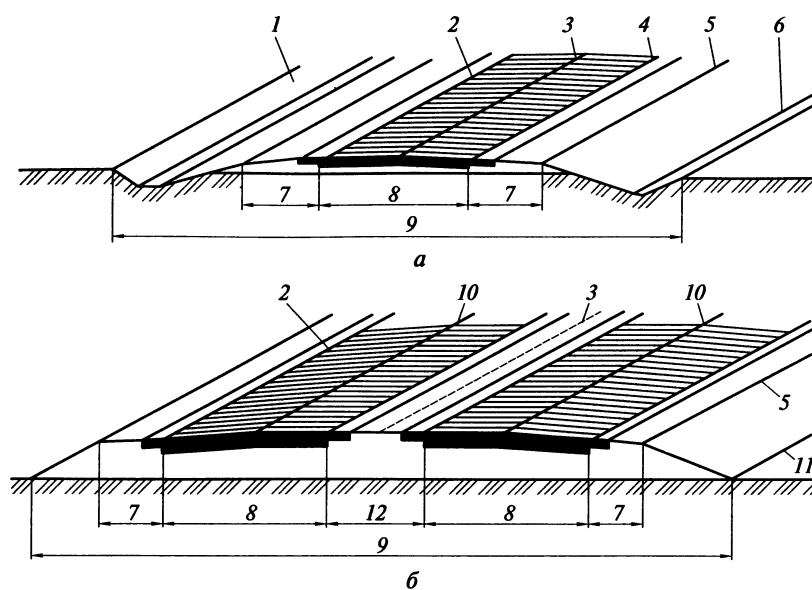
У поперечному профілі дороги (рис. 1.1) уздовж проїзних частин з обох боків влаштовують ґрунтові смуги – узбіччя (рис. 1.2). Узбіччя створюють бічний упор для дорожнього одягу проїзної частини і використовуються для тимчасової стоянки автомобілів.

Смуга землі, на якій влаштовують проїзну частину і узбіччя, називається земляним полотном. Земляне полотно відділяється від прилеглої місцевості укосами або бічними канавами, які слугують для осушення земляного полотна і відведення поверхневої води. При створенні

земляного полотна в насипі необхідний ґрунт підвозять з виїмок, що знаходяться поблизу, або при його недостатчі беруть з неглибоких вироблень, що закладаються біля дороги і називаються резервами. Надмірний ґрунт з виїмок укладають у вали, що називаються кавальєрами.

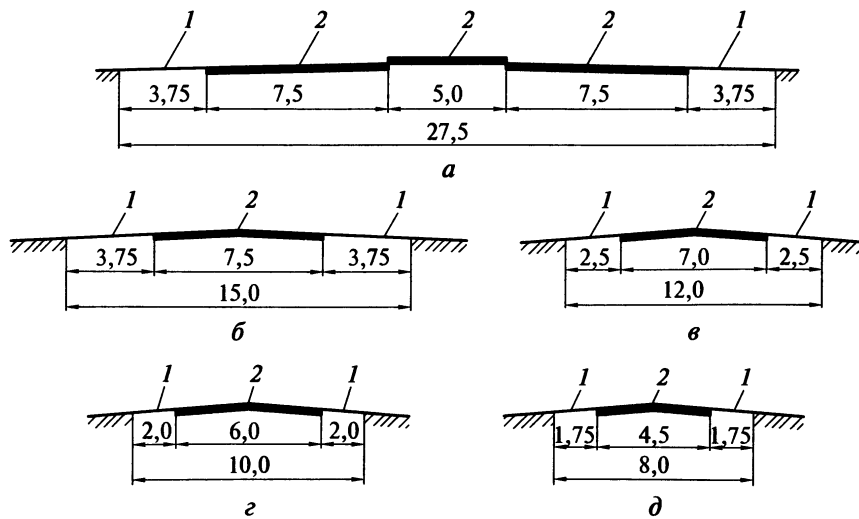
Таблиця 1.9 – Основні параметри поперечного профілю дороги

Параметри елементів дороги	Категорія дороги					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
Число смуг руху	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	–
Ширина проїзної частини, м	2x7,5	2x7,5	7,5	7	6	4,5
	2x11,25	2x11,25				
	2x15	2x15				
Ширина узбічч, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2	1,75
Найменша ширина укріпленої смуги узбіччя, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	–
Найменша ширина розділової смуги між різними напрямками руху, м	6	5	–	–	–	–
Найменша ширина укріпленої смуги на розділовій смузі, м	1	1	–	–	–	–
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8



*a* – з однією проїзною частиною; *б* – з двома проїзними частинами і розділовою смугою; 1 – зовнішній укіс канави; 2 – крайова укріпна смуга; 3 – вісь дороги; 4 – кромка проїзної частини; 5 – брівка насипу; 6 – внутрішній укіс; 7 – узбіччя; 8 – проїзна частина; 9 – земляне полотно; 10 – вісь проїзної частини; 11 – укіс насипу; 12 – розділова смуга

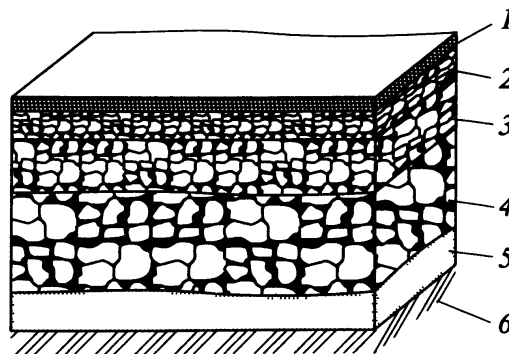
Рисунок 1.1 – Елементи поперечного профілю автомобільної дороги



*a* – дороги I категорії; *б* – дороги II категорії; *в* – дороги III категорії;  
*г* – дороги IV категорії; *д* – дороги V категорії; *1* – узбіччя;  
*2* – дорожній одяг проїзної частини

Рисунок 1.2 – Типові поперечні профілі автомобільних доріг загальної мережі (розміри дані в метрах)

Дорожнім одягом називають багатошарову конструкцію, що влаштовується на проїзній частині для зручного і безпечного руху транспортних засобів з розрахунковою швидкістю. Дорожній одяг складається з дорожнього покриття, основи і додаткових шарів (рис. 1.3).



*1* – шар зносу; *2* – верхній шар дорожнього покриття; *3* – нижній шар дорожнього покриття; *4* – основа; *5* – додатковий шар; *6* – підстильний ґрунт

Рисунок 1.3 – Структура дорожнього одягу

Дорожнє покриття (pavement) – верхній, найміцніший шар дорожнього одягу, безпосередньо сприймаючий навантаження від транспортних засобів. Дорожнє покриття може бути одно- і двошаровим. Верхній шар дорожнього покриття завдяки рівній поверхні забезпечує необхідні транспортно-експлуатаційні якості дороги. Верхній шар дорожнього покриття піддається безпосередній дії коліс транспортних засобів і

атмосферних чинників, тому його влаштовують з міцних кам'яних матеріалів із застосуванням зв'язувальних. При малій інтенсивності руху дорожні покриття влаштовують з місцевого ґрунту, обробленого зв'язувальним. Для підвищення міцності на дорожніх покриттях зі слабких кам'яних матеріалів влаштовують тонкий шар зносу з міцніших матеріалів, який називають захисним.

Основа – несуча частина дорожнього одягу, що влаштовується з кам'яних матеріалів або ґрунту, укріплених зв'язувальним. Основа разом з дорожнім покриттям передає тиск від транспортних засобів на розташовані нижче додаткові шари, а за їхньої відсутності – безпосередньо на ґрунт земляного полотна.

Додаткові шари розташовують між основою і ґрунтом земляного полотна. Додатковий шар основ може бути дренажним, вирівнювальним, протизамульним, морозозахисним.

Верхній шар земляного полотна, або підстильний ґрунт, є ретельно ущільнений шар, на якому влаштовують дорожній одяг. Підстильний ґрунт повинен бути достатньо міцним; загалом його укріплюють зв'язувальним.

Усі конструкції дорожнього одягу (underway clothing) прийнято підрозділяти за опором вигину на жорсткі (цементобетонні) і нежорсткі. За конструкцією шари дорожнього одягу бувають зі сипких матеріалів, ущільнених катками і рухом транспортних засобів, які набирають міцність в результаті ущільнення і розвитку сил тертя, що утримують окремі частинки в шарі; з асфальтобетонних і цементобетонних сумішей, утворюючих моноліт після укладання, ущільнення і тверднення; збірні цементобетонні покриття з плит.

Важливою характеристикою дорожнього одягу є її технологічність, тобто властивість, що дозволяє використовувати найбільш економічні технологічні прийоми, комплексну механізацію і потоковий метод.

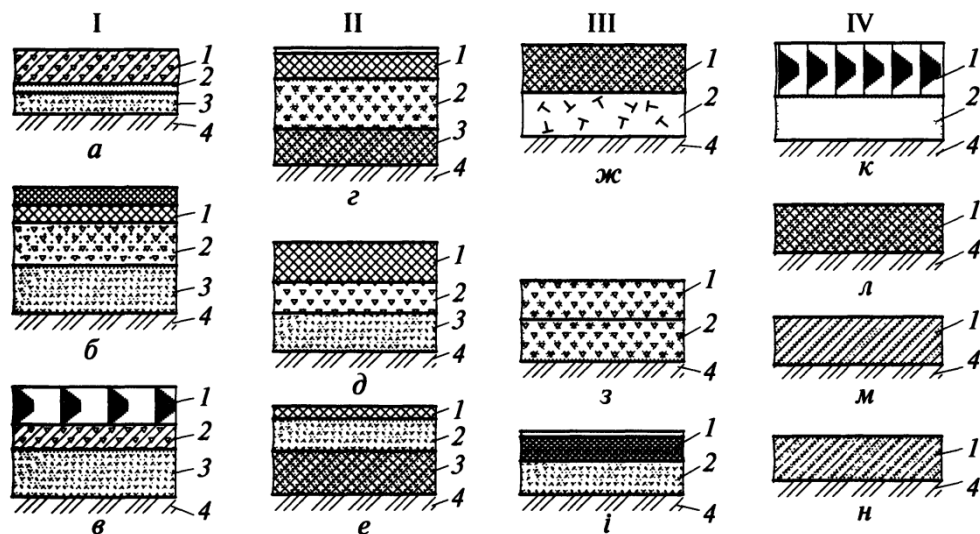
Типи дорожніх покриттів регламентовані ДБН В.2.3-4:2007 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги» виходячи з категорії дороги, інтенсивності руху і навантажень транспортних засобів (рис. 1.4).

На дорогах I, II категорій (у низці випадків III і IV) влаштовують вдосконалені дорожні покриття капітального типу цементобетонні (монолітні й збірні); асфальтобетонні з сумішей, що укладаються в гарячому стані; мостові з брушатки і мозаїки на бетонній або кам'яній підставі; із сумішей підібраного складу, оброблених бітумом, із застосуванням міцного щебеню і в'язкого бітуму. Суміші готують в асфальтозмішувальних установках на асфальтобетонному заводі.

На дорогах III – V категорій при стадійному будівництві і на дорогах II, III категорій влаштовують удосконалені полегшені дорожні покриття: з гарячих асфальтобетонних сумішей, що укладаються в розігрітому стані (окрім I дорожно-кліматичної зони); з холодних асфальтобетонних сумішей, що укладаються в холодному стані; влаштовуванні за способом просочення, напівпросочення, змішування на дорозі. До вдосконалених

полегшених віднесені також дорожні покриття з міцного щебеню (що не містить зерен дрібніше 5 мм), обробленого бітумом (дьогтем) в установці, а також способом просочення або напівпросочення; із псефітових матеріалів (з розміром фракцій до 40 мм); з піщаних або супіщаних ґрунтів, оброблених бітумною емульсією з цементом з обов'язковою поверхневою обробкою.

На дорогах IV, V категорій, а при будівництві дорожнього одягу в декілька стадій і на дорогах III – V категорій на першій стадії застосовують дорожні покриття перехідного типу: щебеневі, гравієві, шлакові, не оброблені зв'язувальним; з ґрунтів і місцевих маломіцних кам'яних матеріалів, оброблених зв'язувальним з добавкою або без добавки активних речовин; мостові з каменя булижника і коленого каменя.



*а* – цементобетонні монолітні і збірні; *б* – асфальтобетонні з гарячих і теплих сумішей; *в* – мостові з брусчатки, мозаїки на кам'яній або бетонній основі; *г* – щебеневі з міцних щебеневих матеріалів підбраного складу з мінеральним порошком або без нього, оброблені в змішувачі в'язкими органічними зв'язувальними; *д* – щебеневі (гравієві), оброблені за способом просочення; *е* – з холодного асфальтобетону; *ж* – з ґрунтів, оброблених в установці в'язким бітумом; *з* – щебеневі (гравієві), шлакові; *і* – ґрунтові і з місцевих слабких матеріалів, оброблених органічними зв'язувальними; *к* – мостові з булижного або коленого каменя; *л* – ґрунтові, укріплені місцевими скелетними матеріалами (гравієм, щебенем й ін.); *м* – ґрунтові підбраного гранулометричного складу; *н* – ґрунтові неукріплені; 1 – дорожнє покриття; 2 – основа; 3 – додатковий шар основи; 4 – ґрунтова основа

Рисунок 1.4 – Конструктивні шари одягу для автомобільних доріг I (*а – в*), II (*г – е*), III (*ж – и*), IV (*к – н*) категорій [13]

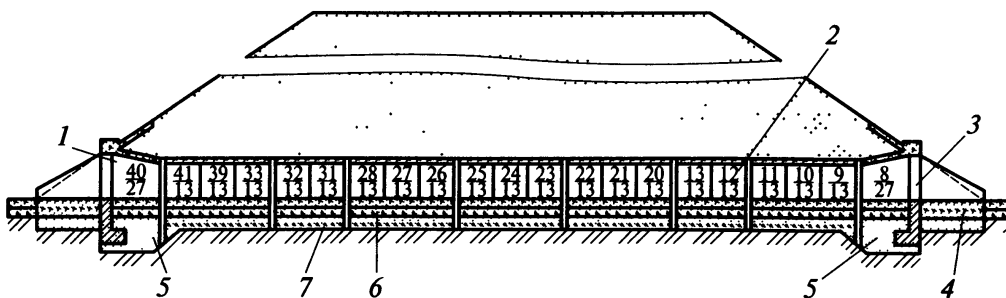
Дорожні покриття нижчого типу влаштовують на дорогах V категорії і на внутрішньокар'єрних дорогах при стадійному устрої дорожнього одягу і на дорогах IV категорії при першій черзі будівництва. До дорожніх покриттів нижчого типу належать ґрунти, укріплені або покращувані різними місцевими скелетними матеріалами, зроблені з колод, суцільні й колійні.

## 1.4 Водовідведення та штучні споруди на автомобільних дорогах

Водою, проникаючою в земляне полотно дороги, здійснюється розм'якшення ґрунту, що сильно знижує здатність земляного полотна до сприйняття навантажень. Для захисту земляного полотна від руйнівної дії поверхневого стоку або від капілярного підняття ґрунтових вод влаштовують споруди водовідведень. Сукупність споруд для збору, затримання, відведення води від земляного полотна і пропуску її через полотно становить систему дорожнього водовідведення. Споруди водовідведень, як правило, влаштовують одночасно із зведенням земляного полотна.

На автомобільних дорогах будують водопропускні труби, мости, естакади, шляхопроводи, тунелі, підпірні й захисні стіни. З цих споруд найбільш поширені водопропускні труби й малі мости. Меншого поширення набули лотки – споруди для пропуску води переливом через земляне полотно.

Водопропускними трубами (рис. 1.5) є прості водопропускні споруди, які призначені для пропуску невеликих об'ємів води. Їх влаштовують на перетинах автомобільною дорогою невеликих струмків, ярів, лощин, по яких вода стікає тільки в період дощів і танення снігу; при цьому унеможливлено звуження проїзної частини і не потрібна зміна типу дорожнього покриття. Водопропускні труби бувають круглого і прямокутного перетину з отвором не менше 0,75 м, багатоточкові з укладених поряд декількох труб (зазвичай, не більше чотирьох). Застосовують також водопропускні труби зі сталевих гофрованих листів.



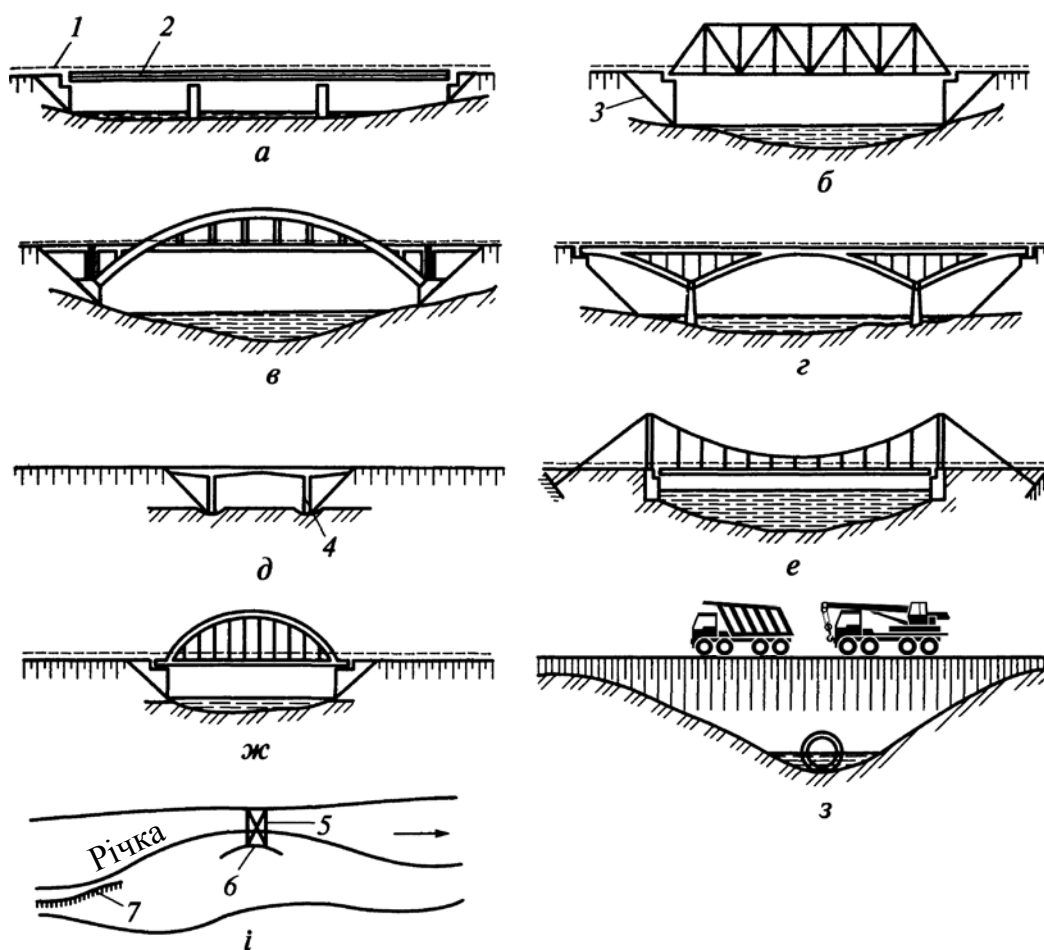
- 1 – кінчна ланка труби; 2 – циліндричні ланки; 3 – порталний блок оголовка;  
4 – лоток з монолітного бетону; 5 – піщано-гравійна підготовка;  
6 – щебенева підготовка; 7 – блоки фундаменту

Рисунок 1.5 – Водопропускна труба

Кругла водопропускна труба складається з таких елементів: фундаменту, основних ланок і кутників, що підтримують укоси насипу і забезпечують плавний вхід води в трубу і вихід з неї. Ланками є окремі короткі відрізки труб, які доставляють із заводів залізобетонних виробів.

Мости бувають пішохідні, залізничні, автодорожні. Загалом мости будують суміщеними для пропуску автомобільного й залізничного транспорту одночасно. При цьому рух обох видів транспорту забезпечують на одному або різних рівнях, а для пішоходів влаштовують тротуари. Залежно від умов служби мости можуть бути висоководні, розвідні, наплавні.

Існують мости (рис. 1.6) із проїздом зверху – проїзна частина розташована по верху пролітних будов; з проїздом низом – проїзна частина розташована по низу пролітних будов; з проїздом посередині – проїзна частина розташована в межах висоти пролітних будов. Розрізняють мости одно- і багатопролітні. Однопролітні мости не мають проміжних опор, у багатопролітних їх декілька.



- a* – балочний міст з їздою зверху; *б* – міст з крізною фермою (їзда низом);  
*в* – арокний міст; *г* – арочно-консольний міст; *д* – рамний міст; *е* – висячий міст;  
*ж* – міст комбінованої системи (безрозпідна арка з балкою жорсткості – затягуванням);  
*з* – водопропускна труба; *і* – схема мостового переходу; 1 – настил (підхід до моста);  
 2 – прогінна будова; 3 – стоян моста; 4 – опора; 5 – міст;  
 6 – струменевонапрямна гребля; 7 – регуляційна споруда

Рисунок 1.6 – Штучні споруди на автомобільних дорогах

Розрізняють основні конструкції мостів: балочні, арочні, рамні, висячі. У балочних мостах пролітна будова є балкою, лежачою на опорах. В арочних мостах арка криволінійної конструкції спирається своїми кінцями на опори. У рамкових мостах пролітні будови жорстко пов'язані з опорами, які мають шарнірне з'єднання з підставами. У конструкціях рамних мостів пролітні будови працюють спільно з опорами, що дозволяє полегшити конструкцію моста. У висячих мостах пролітні будови підвішують до гнучкого ланцюга, укріпленого на високих стійках опор. Кінці гнучкого ланцюга закладають в спеціальні анкери. Висячими мостами перекивають великі й судноплавні річки.

Штучні споруди будують із залізобетону, металу, бетону й дерева. Можлива комбінація цих матеріалів.

Тротуари на мостах влаштовують залежно від наявності пішохідного руху шириною не менше 1 м. Якщо пішохідного руху немає, замість тротуарів влаштовують захисні смуги з кожного боку проїжджої частини шириною по 0,25 м.

Комплекс споруд на перетині автомобільної дороги водних і інших перешкод називається мостовим переходом. У мостовий перехід входять міст, підходи, незатоплювані насипи. Мостовий перехід розташовують в межах повної ширини можливого розливу води на підвищених частинах річкової долини – заплаві, яка затопляється періодично під час стоку талих вод або в деяких районах при особливо сильних зливах. Найбільш глибока частина долини, по якій виток здійснюється цілорічно, називається руслом річки.

Переходи через водотоки класифікують за типами штучних споруд. Для перетину водотоку можуть бути застосовані міст, тунель, пором.

У гірській місцевості для перетину ущелин або ярів завглибшки більше 20...25 м будують віадуки, які служать не тільки для пропуску води, але і замінюють насип там, де її влаштовувати дуже важко або навіть неможливо.

Для перетину вулиці, залізниці або автомобільної дороги споруджують шляхопровід. Довгі шляхопроводи, побудовані для того, щоб підняти дорогу на певний рівень і залишити під ним простір для проїзду або інших цілей, називають естакадами.

## **1.5 Облаштування автомобільних доріг**

Відповідно до Закону України «Про автомобільні дороги», розрізняють архітектурне, санітарне та інженерне облаштування автомобільних доріг.

Архітектурне облаштування – це архітектурні споруди та декоративні насадження, що призначені для забезпечення естетичного вигляду автомобільних доріг.

Елементи санітарного облаштування – туалети, урни, контейнери для сміття та інше обладнання, призначене для санітарних потреб, розміщення якого здійснюється без отримання дозволів.



Інженерне облаштування – спеціальні споруди та засоби, призначені для забезпечення безпечних та зручних умов руху (освітлення, технологічного зв'язку, вимірювання вагових і габаритних параметрів транспортних засобів, примусового зниження швидкості руху тощо).

Об'єкти дорожнього сервісу – спеціально облаштовані місця для зупинки маршрутних транспортних засобів, майданчики для стоянки транспортних засобів, майданчики відпочинку, оглядові майданчики, автозаправні станції, пункти технічного обслуговування, мотелі, готелі, кемпінги, торговельні пункти (у тому числі малі архітектурні форми), автозаправні комплекси, складські комплекси, пункти медичної та технічно-евакуаційної допомоги, пункти миття транспортних засобів, пункти приймання їжі та питної води, автопавільйони, а також інші об'єкти, на яких здійснюється обслуговування учасників дорожнього руху та які розміщуються на землях дорожнього господарства або потребують їхнього використання для заїзду та виїзду на автомобільну дорогу.

Облаштування дорожньої смуги охоплює посадку зелених насаджень, устрій велосипедних і пішохідних доріжок, майданчиків відпочинку і огляду, стоянок автомобілів, створення противітрових пристроїв, установку рекламних щитів.

Для підвищення безпеки дорожнього руху встановлюють дорожні знаки, бордюри безпеки, огорожі, сигнальні напрямні стовпчики, виконують розмітку дорожніх покриттів.

Удосконалення експлуатації доріг при великій інтенсивності руху в сучасних умовах можливе тільки при створенні систем управління й регулювання дорожнього руху. Сучасні досягнення електроніки дозволяють використовувати прилади для збору інформації про рух, управляти транспортним потоком в межах окремих ділянок або мережі доріг, задаючи оптимальні режими руху.

Для правильного й своєчасного проведення робіт з утримання та ремонту доріг, інженерних споруд, організації управління і регулювання дорожнього руху необхідно точно знати умови і дорожню обстановку. Для цього дорожні організації повинні створювати метеорологічні, протилавинні й інші станції, встановлювати прилади для визначення швидкості та інтенсивності руху, зносу дорожніх покриттів, рівності проїзної частини, оцінки водно-теплого режиму земляного полотна, попередження про ожеледицю, туман й ін.

### **Питання для самоперевірки**

1. На які групи підрозділяють автомобільні дороги за значенням?
2. Що визначає категорію автомобільної дороги?
3. Класифікація міських вулиць.
4. Вплив категорії дороги на конструкцію дорожнього одягу.

5. Вимоги до міцності дорожнього одягу.
6. Рівність покриття як характеристика дорожнього руху.
7. Особливості нормування зчпних якостей дорожнього покриття.
8. Загальна характеристика елементів автомобільної дороги.
9. Що входить у смугу відведення для дороги?
10. Що характеризує повздовжній профіль дороги?
11. Якими основними параметрами характеризується поперечний профіль дороги?
12. Структура дорожнього одягу.
13. Як впливає категорія дороги на конструкцію дорожнього одягу.
14. Які є вимоги до земляного полотна дороги?
15. Яким чином забезпечується дорожнє водовідведення?
16. Які штучні споруди будують на автомобільних дорогах?
17. Якими параметрами характеризуються мости?
18. У чому полягає облаштування доріг?

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

### 2.1 Фактори, що впливають на роботу і стан автомобільної дороги

На стан автомобільної дороги впливає багато чинників, які повинні враховуватися при її проектуванні, організації робіт з ремонту та утримання. Після введення в експлуатацію на дорогу одночасно впливають навантаження від транспортних засобів, ґрунтові й поверхневі води, природно-кліматичні чинники, а також господарська діяльність людей в районі прокладення дороги.

Автомобільна дорога (highway) має бути, насамперед, стійкою до дії навантажень від транспортних засобів, для пропуску яких вона призначена. Навантаження від транспортних засобів є динамічними. Дія таких навантажень особливо небезпечна для дорожнього одягу в період сильного перезволоження його основи і земляного полотна. У зв'язку з цим для попередження руйнування дорожнього одягу у весняний період на дорогах нижчих категорій обмежують проїзд важких вантажних автомобілів до повного висихання низу дорожнього одягу. Дороги I – III категорій повинні забезпечувати проїзд у будь-який час року. Недостатня міцність земляного полотна дорожнього одягу і погана якість матеріалів окремих її шарів призводять при динамічній дії навантаження до зниження рівності дорожнього покриття, появи на ньому хвиль і вибоїн. Усе це викликає значне зниження швидкостей руху.

Працездатність автомобільної дороги, переважно, залежить від численних природних геофізичних факторів: клімату, гідрологічних умов, рельєфу і ґрунтово-геологічної будови місцевості, рослинності.

Перелічені природні фактори тісно пов'язані один з одним, тому їхнє вивчення повинно здійснюватись у сукупності, взаємодії і динаміці. При цьому потрібно враховувати, що під впливом виробничої діяльності людини (вирубка лісу, штучне зрошення тощо) природні умови конкретного регіону можуть суттєво змінюватись. Крім того, такі фактори, як населеність району, щільність розташування населених міст, густота мережі шляхів сполучення різних видів, кількість і значимість промислових підприємств, рівень розвитку сільського господарства та інші, створюють певну обстановку в районі проходження дороги.

Основну негативну дію на дорогу чинить вода. Перезволоження низу дорожнього одягу й земляного полотна призводить до швидкого руйнування дороги і порушення нормального транспортного процесу. Замерзаюча вода руйнує верхні шари дорожнього покриття. Тому одним з основних завдань шляховиків є забезпечення відведення від дороги як поверхневих, так і ґрунтових вод. Збереження дороги залежить від ефективності роботи усієї системи водовідведення.

Стійкість конструктивних елементів дороги також залежить від природно-кліматичних умов району проходження дороги. Найбільш схильні до природно-кліматичної дії ґрунтові дороги і погано ущільнені щебеневі та гравієві дорожні покриття, несуча здатність яких різко зменшується при їхньому перезволоженні. Туман, ожеледиця, снігові замети, паводки різко погіршують транспортно-експлуатаційні якості доріг і навіть можуть перервати проїзд по них.

У районах із жарким кліматом, високою температурою на поверхні дорожнього покриття, що доходить іноді до 70...80°C, асфальтобетон розм'якшується, а в результаті проїзду транспортних засобів відбувається деформація верхнього шару дорожнього покриття, знижується рівність, різко міняються зчипні якості дорожнього покриття. Тому при проектуванні й експлуатації автомобільних доріг повинен детально враховуватися вплив природно-кліматичних умов.

Одночасний вплив усіх чинників, що впливають на дорогу, особливо помітно позначається на змінах, що відбуваються в дорожньому одязі внаслідок старіння бітуму, втоми матеріалів, змін водно-теплого режиму дорожніх конструкцій та ін.

## **2.2 Основні транспортно-експлуатаційні показники автомобільної дороги**

Транспортно-експлуатаційний стан дороги характеризується комплексом показників, від яких залежить ефективність роботи як автомобільної дороги, так і автомобільного транспорту. Можна виділити такі групи змінних у часі показників, які характеризують транспортну роботу автомобільної дороги (інтенсивність, склад і об'єм руху (volume of motion), пропускна й провізна спроможність автомобільної дороги, швидкість руху і час сполучення), техніко-експлуатаційні якості дорожнього одягу і земляного полотна (міцність дорожнього одягу і земляного полотна, рівність і шорсткість дорожнього покриття (roughness of pavement), зчеплення шини з дорожнім покриттям, зносостійкість дорожнього покриття, працездатність дорожнього одягу), загальний стан автомобільної дороги й умови руху по ній (надійність, термін служби дороги, відносна аварійність, коефіцієнти аварійності і безпеки, відстань видимості), ефективність транспортної роботи дороги (собівартість перевезень і економічні втрати від дорожньо-транспортних пригод).

Для комплексної оцінки транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг застосовують систему техніко-економічних показників стану дороги і умов руху на ній [4, 10, 11].

І група показників використовується для оцінки технічного стану дороги й ступеня її придатності для виконання своїх функцій:

– коефіцієнт служби дороги

$$K_{cl} = V_{\phi} / V_p, \quad (2.1)$$

де  $V_{\phi}$ ,  $V_p$  – відповідно фактична і розрахункова швидкість руху, км/год;

– коефіцієнт проїзної здатності

$$K_n = S_{\phi} / S_p, \quad (2.2)$$

де  $S_{\phi}$ ,  $S_p$  – відповідно фактичне і розрахункове (допустиме) значення показників поштовхоміра, см/км;

– коефіцієнт слизькості дорожнього покриття

$$K_{зч} = \varphi_{\phi} / \varphi_p, \quad (2.3)$$

де  $\varphi_{\phi}$ ,  $\varphi_p$  – відповідно фактичний і розрахунковий (допустимий) коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття;

– коефіцієнт зношеності дорожнього покриття

$$K_{зн} = h / H_0, \quad (2.4)$$

де  $h$ ,  $H_0$  – відповідно середній і допустимий знос дорожнього покриття, мм/рік;

– коефіцієнт міцності дорожнього покриття

$$K_m = E_{\phi} / E_p, \quad (2.5)$$

де  $E_{\phi}$ ,  $E_p$  – відповідно фактичний і розрахунковий модуль пружності дорожнього покриття, МПа.

II група – для оцінки ступеня безпеки руху на дорозі:

– коефіцієнт безпеки

$$K_{без} = K_{без.ф.} / K_{без.д}, \quad (2.6)$$

де  $K_{без.ф.}$ ,  $K_{без.д}$  – відповідно фактичне й допустиме значення коефіцієнта безпеки;

– коефіцієнт аварійності

$$K_{ав} = K_{ав.ф.} / K_{ав.д}, \quad (2.7)$$

де  $K_{ав.ф.}$ ,  $K_{ав.д}$  – відповідно фактичне та допустиме значення коефіцієнта аварійності;

– вартісний коефіцієнт аварійності

$$K_{вар} = K_{вар.ф} / K_{вар.д}, \quad (2.8)$$

де  $K_{вар.ф}$ ,  $K_{вар.д}$  – відповідно фактичне й допустиме значення вартісного коефіцієнта аварійності.

III група – для оцінки дороги відносно обслуговування автомобільного транспорту і відповідності дороги тій категорії, до якої вона належить:

– коефіцієнт обслуговування рухомого складу

$$K_{об} = T_{ф} / T_{р}, \quad (2.9)$$

де  $T_{ф}$ ,  $T_{р}$  – відповідно фактична й розрахункова пропускна спроможність споруд по обслуговуванню транспортних засобів (станцій технічного обслуговування, заправних, майстерень) з розрахунку на 1000 км дороги;

– коефіцієнт забезпечення транспортних засобів паливом

$$K_{зоб} = Z_{ф} / Z_{р}, \quad (2.10)$$

де  $Z_{ф}$ ,  $Z_{р}$  – відповідно фактичне і розрахункове число споруд по забезпеченню транспортних засобів паливом з розрахунку на 1000 км дороги;

– коефіцієнт інтенсивності руху

$$K_{инт} = N_{ф} / N_{р}, \quad (2.11)$$

де  $N_{ф}$ ,  $N_{р}$  – відповідно фактична й розрахункова (для цієї категорії дороги) інтенсивність руху, авт./год.;

– коефіцієнт завантаження дороги рухом (road motion loading factor)

$$K_z = Z_{ф} / Z_{р}, \quad (2.12)$$

де  $Z_{ф}$ ,  $Z_{р}$  – відповідно фактичне й допустиме значення коефіцієнта завантаження дороги рухом;

– коефіцієнт часу сполучення

$$K_t = t_{ф} / t_{р}, \quad (2.13)$$

де  $t_{ф}$ ,  $t_{р}$  – відповідно фактична й розрахункова тривалість руху на такому маршруті, год.

IV група – для оцінки облаштованості дороги щодо обслуговування тих, які проїздять нею, і надання їм необхідних зручностей:

– коефіцієнт забезпечення пасажирів автобусів місцями для очікування

$$K_{авт} = a_{ф} / a_{р}, \quad (2.14)$$

де  $a_{ф}$ ,  $a_{р}$  – відповідно фактичне й необхідне число павільйонів і станцій для очікування пасажирів автобусів на 1000 км дороги;

– коефіцієнт обслуговування пасажирів дальнього слідування

$$K_{ндс} = П_{ф} / П_{р}, \quad (2.15)$$

де  $П_{ф}$ ,  $П_{р}$  – відповідно фактичне й розрахункове число пасажирів, водіїв і супроводжуючого персоналу, що проїжджають по дорозі за добу;

– коефіцієнт забезпечення майданчиками для стоянок і відпочинку

$$K_{майд} = O_{ф} / O_{р}, \quad (2.16)$$

де  $O_{ф}$ ,  $O_{р}$  – відповідно фактична й розрахункова пропускна спроможність у добу побутових пристроїв для приготування їжі й відпочинку з розрахунку на 1000 км дороги;

– коефіцієнт санітарно-гігієнічного обслуговування

$$K_{сан} = C_{ф} / C_{р}, \quad (2.17)$$

де  $C_{ф}$ ,  $C_{р}$  – відповідно фактична й розрахункова пропускна спроможність санітарно-гігієнічних пристроїв (туалетів, душових) з розрахунку на 1000 км дороги.

Перераховані показники дозволяють проводити всебічну оцінку транспортно-експлуатаційних якостей дороги і розробляти заходи щодо їх поліпшення.

### 2.3 Характеристики транспортних засобів

Рух автомобіля на дорозі – це складна система переміщень, а саме: поступальний рух на прямих, обертання навколо вертикальної осі під час руху на кривих, коливання у поздовжньому і поперечному напрямках, які зумовлені нерівностями покриття та ін. Не всі зазначені переміщення можуть бути враховані під час проектування доріг. Тому обґрунтовуючи вимоги до елементів дороги у плані й поздовжньому профілі, умовно вважають, що автомобіль рухається без коливань по рівній, твердій поверхні. Режим руху автомобіля визначають такі фактори: динамічні якості автомобілів, дорожні умови та індивідуальні особливості водіїв. Два останніх фактори призводять до того, що динамічні можливості автомобілів не завжди використовуються повністю.

Елементи автомобільної дороги повинні забезпечувати безпечний та ефективний рух транспортних засобів. Дороги загального користування не проектують на рух таких транспортних засобів і машин, як трактори, сільськогосподарські машини, негабаритні автопоїзди та автопоїзди для перевезення негабаритних вантажів, автомобілі з наднормативним навантаженням на вісь.

Для попередження невідповідності між елементами автомобільних доріг і конструкцією автомобілів повинні бути жорстко нормовані вимоги до габаритних розмірів і маси автомобілів. На сьогодні таким нормативним документом є ДБН В.2.3-4-2015 Автомобільні дороги.

Відповідно до вказаного нормативного документа, автомобільні дороги необхідно проектувати для руху транспортних засобів з такими габаритами: за довжиною одиночного автомобіля – 12 м; за довжиною автопоїзда – 22 м; за шириною автомобіля – 2,6 м; за висотою автопоїзда від поверхні дороги – 4,35 м. Для розрахунку міцності дорожнього одягу необхідно приймати такі навантаження на одну найбільш завантажену вісь транспортного засобу: для доріг державного значення – 115 кН, для доріг місцевого значення – 100 кН, для доріг місцевого значення з полегшеним типом дорожнього одягу – 60 кН. При розрахунках стійкості насипів земляного полотна та підпірних стінок, що розташовані з підгірного боку насипу, треба враховувати максимально допустиму повну вагу автотранспортного засобу 44 т при відстані між його крайніми осями не менше ніж 10 м.

Крім того, на сьогодні діють Правила дорожнього руху України та Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами, у яких нормовані максимально можливі габаритні розміри вантажних автомобілів та їхня маса.

Відповідно до вказаних нормативних документів, за спеціальними правилами здійснюються перевезення небезпечних вантажів і не знешкоджені тари з-під них, рух транспортних засобів та їх составів у разі, коли хоч один з їхніх габаритів перевищує за шириною 2,6 м, за висотою від поверхні дороги – 4 м (для контейнеровозів на встановлених маршрутах – 4,35 м), за довжиною – 22 м (для маршрутних транспортних засобів – 25 м), фактична маса – понад 40 т, навантаження на одиночну вісь – 11 т, здвоєні осі – 16 т, строєні – 22 т (на встановлених Укравтодором і Національною поліцією маршрутах – до 46 т, для контейнеровозів на встановлених маршрутах навантаження на одиночну вісь – 11 т, здвоєні осі – 18 т, строєні – 24 т) або якщо вантаж виступає за задній габарит транспортного засобу більш як на 2 м. Осі варто вважати здвоєними або строєними, якщо відстань між ними (суміжними) не перевищує 2,5 м.

До великогабаритних належать також транспортні засоби, що мають у своєму складі два і більше причепа (напівпричепа), незалежно від ширини і загальної довжини автопоїзда.



До негативних наслідків призводять порушення не тільки найбільших висотних габаритних розмірів, а й мінімально допустимих. Так, з негативним впливом порушення габаритних розмірів автомобілів зіткнулися шляховики США, коли автомобільними фірмами в гонитві за прибутком почали створюватися напівспортивні легкові автомобілі, що забезпечують низьке положення очей водія. Це призвело до збільшення числа дорожньо-транспортних пригод зі смертельним результатом у межах вертикальних кривих дороги через різке зниження відстані видимості.

При проектуванні мостів і шляхопроводів приймають вищі розрахункові навантаження, ніж при проектуванні доріг, що забезпечує можливість пропуску одиночних транспортних засобів великої вантажопідйомності.

При здачі моста в експлуатацію проводять випробування його на стійкість під дією нормативного навантаження. Для цього повністю завантажені великовантажні автомобілі розміщують на мосту, одночасно вимірюють деформації конструкцій моста.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні чинники впливають на стан дороги?
2. Які показники характеризують транспортно-експлуатаційний стан дороги?
3. Які техніко-економічні показники характеризують стан дороги й умови руху на ній?
4. Які нормативні документи встановлюють вимоги до габаритних розмірів і маси автомобілів?
5. Які обмеження транспортних засобів по довжині, ширині, висоті?

## **3 ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ТА ПАСПОРТИЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ І ДОРОЖНІХ СПОРУД**

### **3.1 Порядок проведення технічного обліку і паспортизації**

Для одержання детальних відомостей про наявність та технічний стан автомобільних доріг і дорожніх споруд, подальшого їхнього використання для планування робіт з реконструкції, ремонту та утримання доріг проводять технічний облік і складають паспорт. Технічному обліку й паспортизації підлягають усі автомобільні дороги загального користування.

Технічний облік поділяють на первинний і систематичний (поточний), результати якого вносять в паспорт. У зв'язку з цим технічний облік і паспортизація є практично єдиним нерозривним процесом, який проводять з метою:

- визначення протяжності автомобільної дороги, її геометричних параметрів, якісного стану як самої дороги, так і дорожніх споруд, будівель і підсобних приміщень дорожньої служби;
- установлення техніко-економічного стану доріг на момент технічного обліку;
- планомірного вивчення змін стану доріг як інженерних споруд для використання їх під час планування робіт з реконструкції, ремонту та утримання;
- поліпшення організації та умов безпеки руху;
- визначення вартості нерухомого майна та її відображення в балансах дорожніх організацій;
- одержання статистичних, планових та інших відомостей.

Технічному обліку підлягають: смуга відведення з літніми шляхами, земляне полотно з водовідведенням, проїзна частина, дорожній одяг, штучні споруди, будівлі та підсобні споруди дорожньої служби, пішохідні доріжки і тротуари, дорожні пристрої та облаштування дороги, озеленення, підземні комунікації в межах смуги відведення, об'єкти автотранспортної служби.

Первинний облік і складання паспорта виконують дорожні проектно-технологічні організації після передачі автомобільної дороги в експлуатацію. Технічний облік і паспортизацію заново збудованих або реконструйованих доріг проводять не пізніше, ніж через шість місяців після затвердження актів державної приймальної комісії. Систематичний (поточний) облік та внесення змін до паспорта проводять працівники дорожньо-експлуатаційних служб. Основою складання паспорта можуть слугувати проектна та виконавча документація.

Отже, паспорт автомобільної дороги – це електронний узагальнювальний документ (СОУ 45.2-00018112-038:2009. Паспорт автомобільної дороги), у якому вміщено всю технічну, господарську, економічну та оціночну характеристики дороги і дорожніх споруд за станом на термін первинного технічного обліку з відображенням усіх подальших змін стану дороги, будівель і споруд, у тому числі й роботи, що виконуються із середнього та капітального ремонтів.

Роботи з технічного обліку і складання паспорта проводять для кожної дороги окремо і виконують у два етапи: польові й камеральні роботи.

До польових робіт належать: натурні обстеження, обмір доріг і дорожніх споруд. Польові роботи виконують спеціалізовані дослідні лабораторії, які в результаті інструментальних вимірювань технічних характеристик дороги одержують матеріали для складання паспорта. Склад дослідної лабораторії і комплект геодезичних інструментів встановлюють залежно від характеру і обсягу польових робіт. Для виконання польових робіт використовують транспортні засоби.

До камеральних робіт належать обробка матеріалів польових обстежень з оформленням таких документів: технічний паспорт з лінійним графіком; картки на мости (шляхопроводи); картки на труби, на службові, виробничі і житлові будинки. Складають відомості про механічний стан мостів і шляхопроводів, тунелів, труб, підпірних стін, будинків дорожньої служби, автобусних зупинок, перехідно-швидкісних смуг, дорожніх знаків, огорож і озеленення, пішохідних доріжок і тротуарів, з'їздів, а також відомості про надземні і підземні комунікації, розміщені в межах смуги відведення та польовий журнал обстеження дорожнього одягу.

Початок і кінець автомобільної дороги визначають за даними проектною і виконавчою документацією та уточнюють на місцях в дорожніх організаціях. Ситуацію наносять на лінійний графік умовними позначками, які наводять у додатку паспорта.

Зібрані під час польових обстежень дані про дорогу і споруди на ній заносять у паспорт, який охоплює схему автомобільної дороги, загальні дані про неї, економічну й технічну характеристики, основні об'єми виконаних робіт і лінійний графік.

У розділі 1 паспорта наведено схему автомобільної дороги, виконаної в певному масштабі залежно від протяжності дороги. На схемі вказано кілометри, перехрестя з іншими дорогами і залізницями, водотоками, межі адміністративних районів.

У розділі 2 «Загальні дані про автомобільну дорогу» вміщено дані про значення дороги в мережі доріг, очікуване навантаження на дорожній одяг тощо.

Розділ 3 «Економічна характеристика» відбиває дані економічних обстежень, вишукувань, обліку руху, статистичного й економічного огляду.

У розділі 4 «Технічна характеристика» зазначено стан окремих споруд і конструктивних елементів дороги (земляне полотно, проїзна частина, штучні споруди тощо).

У розділі 5 «Грошові витрати й основні об'єми виконаних робіт» наведено дані про грошові витрати на ремонт, утримання і реконструкцію дороги, їх узято з річних звітів; для паспорта виписують дані про основні роботи, виконані під час реконструкції, капітального і середнього ремонту, проведених із моменту введення дороги в експлуатацію. Роботи щодо поточного ремонту й утримання дороги в паспорті не відбивають.

У розділі 6 вмішують лінійний графік дороги.

Інформаційні шари електронного паспорта дороги наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Інформаційні шари та порядок їхнього відтворення

Номер шару	Інформація до відображення
20	Поперечні профілі
	Дані комплексу підготовки даних
19	Поточне відео
18	Поздовжній профіль
17	Розрахункові кілометри
	Початок дороги та початок дороги в межах області
	Кінець дороги та кінець дороги в межах області
	Пікети (100 м відмітки)
16	Вісь правого проїзду
15	Смуга відведення землі
14	Перетини з залізницями в 2-х рівнях
13	ДТП
12	Електронні засоби збору даних
11	Дорожні знаки
10	Комунікації третіх осіб
	Власні комунікації
9	Штучні споруди
8	Горизонтальні криві
7	Інженерно-транспортне облаштування (крім дорожніх знаків)
6	Умовні позначки автобусних зупинок та павільйонів
	Умовні позначки типів майданчиків
5	Об'єкти дорожньої інфраструктури
	Контури павільйонів
	Перетини з залізницями в одному рівні
4	Озеленення
	З'їзди, виїзди
	Майданчики
	Проїзна частина
3	Земляне полотно
2	Топоплани
1	Ортофотоплани

Примітка. Інформаційні шари наведено в порядку черговості відтворення (при зміні масштабу відображення) та зростання пріоритету.

Отже, паспорт слугує інформаційною базою для експлуатаційних дорожніх служб і дає змогу забезпечувати на сучасному технічному рівні прогнозування експлуатаційного стану доріг і споруд, проектувати заходи щодо поліпшення транспортно-експлуатаційних показників доріг, контролювати якість та ефективність їхньої експлуатації. На основі результатів технічного обліку можна розглядати питання про необхідність ремонту або реконструкції тієї чи іншої дороги, а то й окремого фрагмента мережі автомобільних доріг.

### 3.2 Вимірювальні роботи під час паспортизації автомобільних доріг

Технічний облік і складання паспорта охоплює комплекс вимірювальних робіт, структурну схему яких наведено на рис. 3.1.

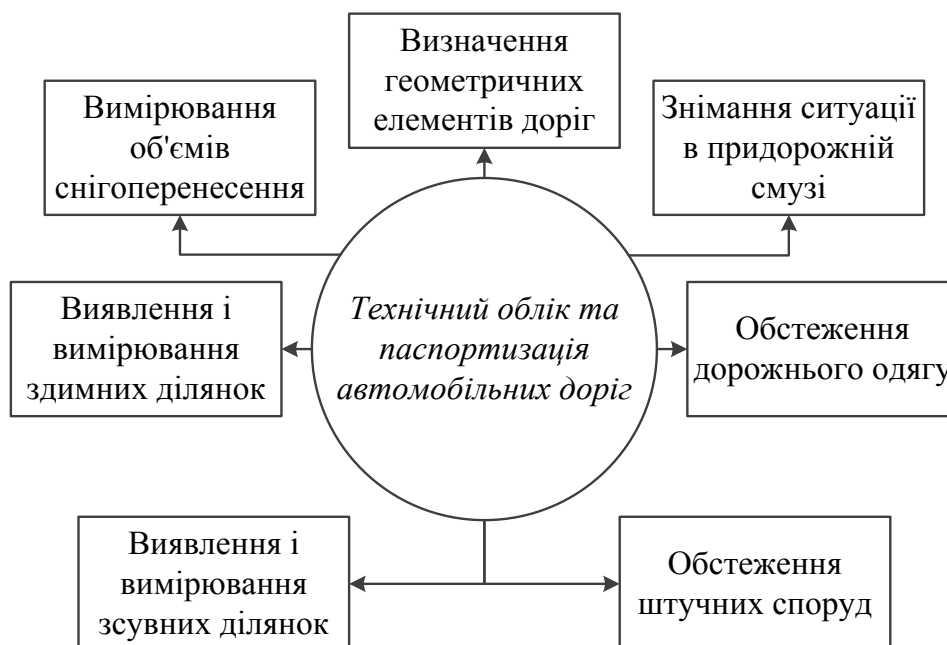


Рисунок 3.1 – Структурна схема вимірювальних робіт під час паспортизації доріг

Найпростіша і найдоступніша для дорожніх організацій технологія проведення інструментальних робіт під час технічного обліку дорожніх споруд зводиться до визначення їхніх розмірів. Результати заносять у схематизований абрис або в спеціальну відомість.

Лінійні вимірювання виконують під час розбивання пікетів, вимірювання елементів дороги та встановлення розмірів штучних споруд. Для цього використовують мірну стрічку, рулетку, мірний дріт, оптичні далекоміри, радіо- і світлодалекоміри, лазерну апаратуру.

Для розбивання пікетів можна використовувати мірні стрічки 20-, 24- або 50-метрової довжини. Відносна точність лінійних вимірювань під час паспортизації автомобільних доріг  $1 : 3000 - 1 : 1000$ . Крім мірних стрічок, можна використовувати металеві (сталеві або інварні) рулетки завдовжки 5 і 10 м (РЗ-5 і РЗ-10). Відносна точність вимірювання  $1 : 1000 - 1 : 1500$ . Для вищої точності використовують інварний і сталевий дріт завдовжки 24 і 48 м діаметром 1,65 мм. Відносна похибка лінійних вимірювань сталевим дротом – від  $1 : 10000$  до  $1 : 25000$ , інварним – від  $1 : 30\ 000$  до  $1 : 100000$ .

Для вимірювання відстаней використовують оптичні далекоміри: ниткові й подвійного зображення. Ниткові далекоміри встановлюють у зорових трубах тахеометрів, нівелірів або кіпрегелів і використовують в основному для вимірювання відстаней за допомогою вертикальної рейки. Відносна похибка оптичних далекомірів  $1 : 300 - 1 : 500$ .

Далекоміри подвійного зображення поділяють на далекоміри з постійним паралактичним кутом і змінним базисом і далекоміри зі змінним паралактичним кутом і постійним базисом (ДН-04, ДН-10, ДН-20). Точність вимірювання характеризується середньою квадратичною похибкою не більше 4–10 см на 10 м.

Можна використовувати тахеометри – автомати БРТ-006. Максимальна відстань вимірювання за шкалою базисної лінійки – 60 м.

За великих обсягів вимірювальних робіт можна використовувати світлорадіодалекоміри чи лазерні далекоміри, робота яких полягає у визначенні приладами інтервалу часу, за який випромінювані сигнали проходять виміряну відстань у прямому і зворотному напрямках.

### **3.3 Ходові дорожні лабораторії для технічного обліку й паспортизації доріг**

Для значних обсягів вимірювальних робіт бажано використовувати ходові дорожні лабораторії, оснащені комплексом приладів, функціонально зв'язаних між собою. Серійно дорожні ходові лабораторії не випускають, тому в кожному окремому випадку їх обладнують відповідно до комплексу робіт, які планують виконати. Оснащеність ходової лабораторії різноманітними приладами дає змогу комплексно вивчити систему дорожні умови – транспортний потік – середовище (ДУ - ТП - С).

Для вивчення підсистеми «дорожні умови» (ДУ) лабораторію оснащують спеціалізованими комплексами типу «Траса», дорожніми далекомірами та іншими приладами, за допомогою яких встановлюють кути повороту траси, радіуси криволінійних ділянок, довжини кривих і прямих вставок, тобто описують усі числові характеристики елементів траси дороги.

Оцінювання міцності дорожніх одягів проводять за допомогою жорсткого штампа, квазістатичним навантаженням, навантаженням одягу колесом розрахункового автомобіля з використанням важільного прогиноміра КП-204 чи високоточного нівеліра, причіпної установки УДВО.

Оцінювання рівності проїзної частини виконують за допомогою змонтованого в автомобілі-лабораторії поштовхоміра конструкцій ХАДІ, ВСВП-УТУ, ТХК-2 або їхніх модифікацій, причіпної установки ПКРС-2У або УДВО, установок щодо сканування поверхні покриттів. Найбільш перспективною технологією оцінювання рівності дорожніх покриттів є оцінювання за Міжнародним Індексом Рівності (IRI). Для визначення рівності за IRI використовують різне обладнання, що, як правило, розділяють на 4 класи. Проте на теперішній час у розвинених країнах світу фактично використовують лише обладнання 2-го класу – ходові дорожні лабораторії з обладнанням для сканування дорожніх покриттів (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд та місце оператора ЛВС-3 на автомобілі «Ford Transit» [7]

Технологія сканування полягає у визначенні відстані між відносним рівнем та поверхнею дорожнього покриття. Такі вимірювання можна виконувати лише за допомогою безконтактних датчиків: лазерних або ультразвукових. Отримані результати вимірювань дають лінію – «профіль». Окрема додаткова система слідкує за переміщенням рівня, відносно якого виконують вимірювання, а саме за переміщенням балки, на якій встановлені безконтактні датчики. Сам показник IRI розраховують шляхом моделювання руху «золотого» автомобіля по виміряному профілю. Досить складна технологія вимірювання і висока вартість вимірювального обладнання не стали на заваді реалізації цієї технології в Україні, оскільки якість оцінювання є істотно вищою, порівняно з іншими відомими методами. До того ж за допомогою зазначених профілографів можна виконувати вимірювання на різних швидкостях, у широкому діапазоні температур навколишнього середовища, що є досить істотною перевагою.

Оцінювання зчпних якостей проїзної частини проводять за допомогою причіпної установки ПКРС-2У, УДВО або портативних приладів ППК-МАДІ, МП-3, РКС-КАДІ, показання яких зведені до показань ПКРС.

Для виявлення дефектів та пошкоджень на покриттях автомобільних доріг можуть застосовуватися різні методи. Найбільш поширеним, починаючи з 30-х років 20-го сторіччя було візуальне обстеження. За результатами візуального обстеження складається абрис пошкоджень та дефектів покриття автомобільної дороги. Системи відеодіагностики автомобільних доріг стали логічним продовженням методу візуального обстеження.

Автоматизувати роботу оператора під час обробки зображення поверхні покриття практично не можливо. Тому основна робота щодо удосконалення систем діагностики такого типу спрямована на покращення умов роботи оператора, надання йому необхідних інструментів для збільшення швидкості отримання й обробки отриманих зображень і зменшення трудомісткості. У межах проекту «Дорінфоцентру», на вищезгадані ходові лабораторії на базі автомобілів «Ford Transit» (див. рис. 3.2) були також встановлені системи відеодіагностики стану покриттів автомобільних доріг ОКО-2. Для кращої орієнтації оператора та швидкого переміщення вздовж відзнятого фрагмента поверхні покриття автомобільної дороги використовують вкладку «навігація» (рис. 3.3), що дозволяє під час обробки та аналізу отриманої інформації миттєво переміщуватися на потрібну ділянку поверхні покриття. Довжина ділянки обирається оператором перед початком зйомки, і може становити 10 м, 100 м або 1 000 м. Реєстрацію дефектів також виконують по обраних ділянках, при цьому дефекти одного виду в межах ділянки підсумовуються, що дозволяє за необхідності отримати досить детальну картину пошкоджень. Для кращої ідентифікації пошкоджень можна використовувати: збільшення або зменшення масштабу, яскравості та контрастності зображення. За бажанням оператора може бути задіяна функція, що відображає різні типи пошкоджень (попередньо відмічених оператором) різними кольорами.

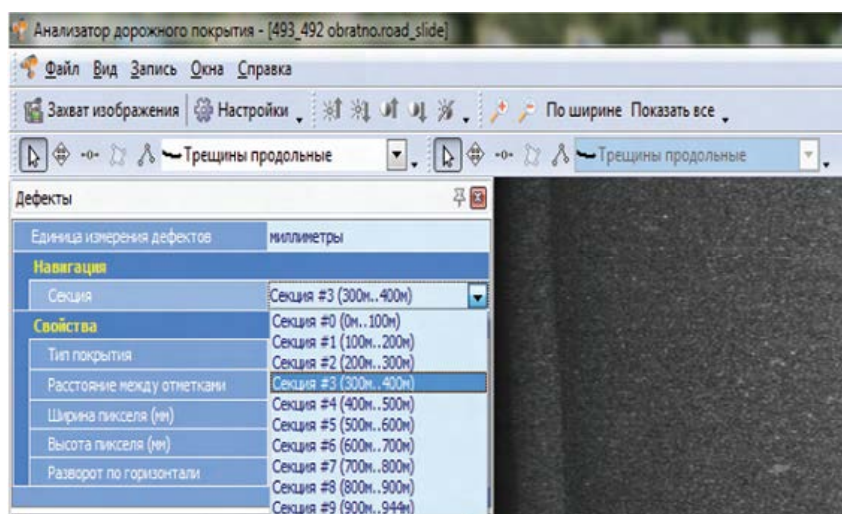


Рисунок 3.3 – Фрагмент программного обеспечения ОКО-2 [7]



Програмне забезпечення системи ОКО-2 формує результати випробувань у форматі «Excel». Форма відомості наближена до стандартної форми відомості рівності, яку використовують у СУСП (системі управління станом покриття), що дозволяє її одразу використовувати для подальшої автоматизованої обробки, а також відповідає вимогам СОУ 45.2–00018112–080:2011 «Автомобільні дороги. Оцінка та реєстрація стану дорожніх покриттів та технічних засобів автомобільних доріг автоматизованими системами відеодіагностики».

Загалом програмно-апаратний комплекс дорожньої діагностичної лабораторії повинен забезпечувати:

- модульність та можливість нарощування програмних і апаратних засобів лабораторії;
- надійну роботу в умовах вібрацій, широкого діапазону робочих температур (-10 – + 70 °С), запиленості, підвищеної вологості (до 80 %), високого рівня електромагнітних перешкод;
- можливість ефективного ремонту в польових умовах;
- самодіагностику вимірювальних модулів;
- можливість швидкої зміни програми керування;
- низьке енергоспоживання;
- енергонезалежне зберігання ідентифікаційних та калібрувальних даних.

Дорожні діагностичні лабораторії повинні забезпечувати:

- вимірювання геометричних параметрів автомобільних доріг на основі інерційних гіроскопічних систем з використанням приймачів супутникової навігації для коректування вимірянних даних;
- оцінку поздовжньої рівності дорожнього покриття;
- вимірювання поперечної рівності дорожнього покриття;
- визначення коефіцієнта зчеплення дорожнього покриття;
- оцінку міцності дорожніх одеж;
- визначення товщини шарів та дефектів дорожньої одежі;
- визначення вмісту вологи в дорожній конструкції;
- технічний облік і паспортизацію автомобільних доріг на основі обробки відеоінформації;
- можливість внесення в електронну карту досліджуваної території дорожньої інформації.

Накопичення й обробка інформаційних даних щодо стану автомобільних доріг, зокрема дорожніх покриттів, у єдиному інформаційному центрі є європейською практикою, що істотно покращує контроль за експлуатаційним станом доріг, контроль якості й обсягів ремонтних робіт, дозволяє враховувати скарги й пропозиції користувачів доріг й оперативно на них реагувати.

### **3.4 Паспортизація дорожніх споруд**

Крім лінійної споруди, якою є автомобільна дорога, технічному обліку і занесенню в паспорт підлягають усі інші об'єкти, розташовані в межах смуги відведення, а інколи і за її межами. До таких споруд і об'єктів

належать: літні й тракторні шляхи; луки, ниви, ліси, яри, заболочені місця, виноградники; річки, струмки, озера та інші водойми; штучні дорожні споруди; паромні переправи і броди; будівлі підприємств автосервісу і підсобних підприємств дорожніх організацій (АБЗ, ЦБЗ, кар'єри тощо), розташованих навіть за межами 50-метрової смуги; залізниці та автомобільні дороги, з якими дорога перетинається, а також прилеглі до неї автомобільні дороги, з'їзди з дороги; затоплювані та зсувні ділянки дороги; житлові й нежитлові будинки і споруди; лінії газопроводів, водопроводів, каналізації, зв'язку й електропередач, що знаходяться поряд з дорогою або перетинаються з нею. При цьому потрібно зазначати назви річок і напрямок їхньої течії, назви залізниць і найближчих станцій, що знаходяться справа і зліва від автомобільної дороги; назви автомобільних доріг та населених пунктів, розташованих справа і зліва поблизу від дороги; пропускну здатність і кількість робочих місць підприємств автосервісу тощо.

Місцеположення мостів, шляхопроводів, віадуків та інших споруд, які належать до елементів дороги, визначають точкою перетину осі дороги з поперечною віссю споруди, а шляхопроводів і водопропускних труб – з їхньою поздовжньою віссю.

Місцеположення будівель дорожньої служби і автосервісу, що знаходяться за межами дорожньої смуги, фіксують із зазначенням назви населеного пункту з прив'язкою до найближчого кілометрового знака дороги. У разі значного віддалення цих будівель від дороги на лінійному графіку дороги вказують відстань до них. Якщо ж на одній і тій самій території знаходиться декілька будівель, то місце розташування комплексу встановлюють за положенням головної з них. Положення будівель і споруд на дорозі фіксують порядковим номером відповідного кілометра і відстанню до них.

Під час обстеження водопропускних труб вимірюють отвір (висоту, ширину, діаметр), довжину та ухил потоку, основні розміри оголовків, площі укріплення вхідного і вихідного русел, площі укріплення укосу насипу біля труби, висоту насипу над трубою. Для обмірювання використовують рулетку або мірну стрічку. Ухил потоку визначають нівелюванням або за допомогою накладного рівня.

На мостах і шляхопроводах вимірюють: отвір моста за вільною шириною дзеркала води під мостом – за рівнем високих вод (РВВ); повну довжину моста (шляхопроводу); ширину проїзної частини між внутрішніми гранями огорожного обладнання; ширину тротуарів – за вільною шириною проходу; габарит між верхом покриття мостового полотна і низом порталу або верхніх вітрових зв'язків ферм; підмостовий габарит – за різницею позначок низу судноплавного прогону моста і рівня меженних вод (РМВ) і за відстанню між внутрішніми гранями опор судноплавного прогону моста на рівні межені; габарит проїзду під шляхопроводом – за різницею позначок низу прогону шляхопроводу і поверхні проїзної частини автомобільної дороги або головки рейки залізниці; відстань між внутрішніми гранями опор шляхопроводу на рівні землі; розмір прогону

між осями опорних майданчиків; розміри основних конструктивних елементів моста або шляхопроводу; товщину дорожнього одягу на мосту чи шляхопроводі тощо.

Усі лінійні розміри вимірюють рулеткою або мірною стрічкою; можна використовувати також оптичні далекоміри, теодоліти та ін.

У наплавних мостах вимірюють довжину і ширину проїзної частини. Якщо міст влаштований на судах або плашкоутах, то вимірюють розміри суден.

Під час паспортизації автомобільних доріг доцільно користуватися номенклатурним переліком засобів вимірювання, призначених для інженерно-технічних працівників, зайнятих технічним обліком. Цей перелік може бути використаний для комплектації організацій і підприємств лабораторним устаткуванням і приладами. Номенклатурний перелік містить прилади для вимірювання геометричних параметрів дороги й оцінювання якості дорожнього одягу.

Останнім часом проводяться дослідження з використанням наземного стереофотограмметричного знімання об'єктів, за даними якого можна отримувати об'ємне зображення тієї чи іншої споруди, тобто стереоскопічну модель об'єкта, яку потім дешифрують у камеральних умовах. Під час паспортизації автомобільних доріг таку зйомку доцільно проводити з метою визначення розмірів різних елементів мостів і шляхопроводів, особливо важкодоступних для обмірювання.

Отримані під час технічного обліку дані про місцезположення об'єктів та їхні характеристики записують у графу 5 лінійного графіка паспорта (див. табл. 3.1).

### **Питання для самоперевірки**

1. Сформулюйте основні завдання технічного обліку і паспортизації автомобільних доріг.
2. Охарактеризуйте етапи технічного обліку і паспортизації автомобільних доріг.
3. Перелічіть основні розділи паспорта автомобільної дороги.
4. Які вимірювальні роботи проводять під час паспортизації автомобільних доріг?
5. Які вимірювальні роботи виконують під час технічного обліку доріг, що можуть бути автоматизовані?
6. Які вимоги висувають до дорожніх діагностичних лабораторій та їхніх програмно-апаратних комплексів?
7. Назвіть дорожні споруди та їхні основні елементи, що підлягають технічному обліку і паспортизації доріг.

## 4 ОБСТЕЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

### 4.1 Мета, задачі та види обстеження автомобільних доріг

Оцінку автомобільних доріг здійснюють для визначення ступеня відповідності їхнього транспортно-експлуатаційного стану чинним вимогам (див. п. 1.2), заповнення банку СУСП та обґрунтування і планування на цій основі раціональної системи дорожньо-ремонтних робіт.

Роботи з оцінювання стану доріг охоплюють:

- поточні огляди інженерно-технічними працівниками ланки дорожньої служби (майстрами, виконробами);
- періодичні огляди керівниками дорожньої служби (головними інженерами і т. д.);
- сезонні огляди комісіями, які затверджені керівництвом дорожніх служб;
- спеціальні обстеження спеціалізованими організаціями (дорожньо-та мостовипробувальними станціями і лабораторіями, науково-дослідними організаціями і т. д.), а також відомчими комісіями.

Огляди виконують, як правило, візуально і за допомогою найпростіших вимірювальних інструментів та портативних приладів (метр, похиломір, рівень тощо).

Обстеження проводять, як правило, комплексно, з використанням спеціальних приладів і оснащення, за допомогою пересувних дорожніх лабораторій.

Основною метою обстеження автомобільних доріг є своєчасне виявлення ділянок, що вимагають поліпшення умов дорожнього руху, а також оцінка стану всіх конструктивних елементів дороги. Обстеження автомобільних доріг дозволяють провести паспортизацію дороги; розробити схеми розстановки знаків і нанесення розмітки проїзної частини, а також повного інженерного устаткування дороги; установити види ремонтних робіт і робіт з утримання дороги в різні періоди року; установити можливості пропуску важких автопоїздів або негабаритних вантажів; розробити проект капітального ремонту або реконструкції дороги або окремих її елементів; провести встановлення відповідності елементів дороги вимогам сучасних нормативних документів.

Основними завданнями обстежень автомобільних доріг є:

- установлення маршруту на дорожній мережі, який не задовольняє вимогам збільшеного руху;
- виявлення ослаблених ділянок земляного полотна й дорожнього одягу, що вимагають першочергового ремонту;
- виявлення ділянок з поганим водовідведенням і незадовільною роботою водопропускних споруд;
- виявлення ділянок з поганою рівністю і низькими зчіпними якостями дорожнього покриття;

- виявлення небезпечних ділянок на дорозі й ділянок заторів;
- установлення рівня обслуговування на дорозі та її архітектурних якостей;
- установлення відповідності дороги вимогам психофізіології водія;
- оцінювання якості роботи служб з утримання дороги й організації дорожнього руху.

Безпосередньо обстеження складається з польових і камеральних робіт. Польові роботи виконують у два етапи: спочатку під час рекогносцирувального проїзду по дорозі намічають місця, що вимагають детальних обстежень, потім проводять детальні обстеження та інструментальні вимірювання. У період камеральної обробки польових матеріалів узагальнюють та аналізують результати інструментальних вимірювань і візуальних спостережень спільно із зібраними в підготовчий період матеріалами. Заповнюють підсумкові відомості, складають графіки, виконують повний аналіз отриманих під час обстежень результатів і розробляють рекомендації щодо поліпшення дороги і підвищення безпеки дорожнього руху.

Роботи з обстеження дороги закінчують оформленням науково-технічного звіту, що охоплює висновки й рекомендації, лінійні графіки рівності, ковзкості, міцності дорожнього одягу, коефіцієнтів аварійності, безпеки і ступеня завантаження дороги рухом.

## **4.2 Організація робіт з дослідження автомобільних доріг**

Експлуатаційний стан дорожнього покриття, узбіч, розділювальних смуг, тротуарів, пішохідних та велосипедних доріжок, технічних засобів, інженерного облаштування, споруд дорожнього водовідводу, мостових споруд (bridge structure), зовнішнього освітлення визначається під час поточних оглядів, комісійних сезонних, основних (детальних) та спеціальних обстежень. Поточні огляди складових автомобільних доріг проводять у терміни (табл. 4.1).

Поточні огляди залізничних переїздів з черговим працівником здійснюють згідно з Інструкцією з улаштування та експлуатації залізничних переїздів. Поточні огляди залізничних переїздів без чергового працівника здійснюють у терміни (табл. 4.1) залежно від рівня вимог до автомобільної дороги з якою перехрещується залізничний переїзд.

Комісійні сезонні обстеження автомобільних доріг та залізничних переїздів проводять два рази протягом одного календарного року у терміни: весняне обстеження – квітень–травень, осіннє обстеження – вересень–жовтень.

Результати поточних оглядів та комісійних сезонних обстежень складових автомобільних доріг заносять у журнал обстежень (оглядів), залізничних переїздів – в акт (журнал) обстежень.

Таблиця 4.1 – Терміни проведення поточних оглядів складових автомобільних доріг

Рівень вимог до автомобільних доріг (ДСТУ 3587)		Терміни проведення
1	А	щотижня
2	Б	щодавно
3, 4	В	щомісячно
5	Г	щоквартально

Примітка. Для автомобільних доріг, що пролягають у гірській місцевості, терміни проведення поточних оглядів за необхідності можуть бути скорочені.

У журнал обстежень (оглядів) повинні бути занесені й відомості про невідповідний експлуатаційний стан автомобільної дороги, що отримані від учасників дорожнього руху.

Основні (детальні) обстеження проводяться:

- на мостових спорудах згідно з ДБН В.2.3-6;
- на автомобільних дорогах відповідно до СОУ 45.2-00018112-042:2009 та П Г.1-218-113:2009;
- на залізничних переїздах відповідно до Інструкції з улаштування та експлуатації залізничних переїздів.

Спеціальні обстеження проводяться при скоєнні ДТП.

У разі встановлення невідповідностей в експлуатаційному стані складових автомобільних доріг та залізничних переїздів вимогам стандартів перед ділянками автомобільних доріг та залізничними переїздами повинні негайно встановлюватися тимчасові дорожні знаки, згідно з ДСТУ 4100 або інші технічні засоби, що своєчасно інформують учасників дорожнього руху про небезпеку. Тимчасові дорожні знаки та інші технічні засоби повинні бути демонтовані відразу після усунення причин, що викликали необхідність їхнього встановлення.

Дослідження дороги провадиться на автомобілі групою у складі чотирьох осіб, не враховуючи водія. Перший учасник фіксує експлуатацію дороги: забудову, пішохідні доріжки, освітлення, дорожні знаки, огорожі, розмітку, місця зупинок і стоянок. Другий учасник реєструє шорсткість, тріщини, вибоїни, стан кромки покриття. Третій – розміщення і стан примикань і перехрещень доріг, знаки на них. Четвертий – стан узбіччя і укосів земляного полотна, мостів, шляхопроводів. Усі записи ведуть у журналах, де за кожним кілометром розбито пікетаж і записано додаткову інформацію: план, профіль, місця ДТП. Швидкість руху – 30...40 км/год. За наявності електронного комплексу реєстрації кількість учасників обстеження може бути меншою. Результати у цьому разі обробляються на ЕОМ.

Періодичність визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх покриттів і перелік випадків, коли необхідно визначати транспортно-експлуатаційні показники, наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Періодичність визначення показників (П-Г.1-218-113:2009)

Показник	Дороги державного значення (міжнародні, національні, регіональні)	Дороги місцевого значення (територіальні, обласні, районні)
Інтенсивність та складу руху	Щорічно	Щорічно
Коефіцієнт завантаженості проїзної частини	За необхідності	
Коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу	Один раз у 3 роки	Один раз у 4 роки
Ширина проїзної частини	За необхідності та після проведення ремонтних робіт, пов'язаних зі зміною ширини проїзної частини	
Ширина укріпленої смуги	За необхідності та після проведення ремонтних робіт, пов'язаних з влаштуванням чи зміною ширини укріпленої смуги	
Кількість смуг руху	За необхідності та після проведення ремонтних робіт, пов'язаних зі зміною кількості смуг руху	
Рівність проїзної частини за поштовхоміром	На стадії приймального контролю	
	На стадії експлуатаційного контролю – два рази на рік – навесні та восени. Не пізніше трьох діб після скоєння ДТП	На стадії експлуатаційного контролю – один раз на рік. Не пізніше трьох діб після скоєння ДТП
Рівність за триметровою рейкою	На стадії операційного та приймального контролю	
Коефіцієнт зчеплення	На стадії приймального контролю	
	На стадії експлуатаційного контролю – два рази на рік – навесні та восени. Не пізніше трьох діб після скоєння ДТП	На стадії експлуатаційного контролю – один раз на рік. Не пізніше трьох діб після скоєння ДТП
Шорсткість поверхні дорожнього покриття	На стадії операційного та приймального контролю	
	На стадії експлуатаційного контролю – вибірково, у випадку відсутності можливості використання автомобільних причіпних установок для вимірювання коефіцієнта зчеплення	

Чисельність і різноманітність показників дороги ускладнює її оцінку, тому також робляться спроби оцінити стан дороги за комплексним узагальненим показником, за сезонними показниками забезпечення розрахункової швидкості (rated speed of motion), пропускної здатності (capacity), безпеки руху (safety of road motion).

#### 4.3 Методи інструментального контролю геометричних елементів автомобільних доріг

Необхідність у вимірюванні параметрів геометричних елементів автомобільних доріг виникає при первинних обстеженнях, уточненні паспортних даних дороги до і після виконання ремонтних робіт, а також при оцінці транспортно-експлуатаційних якостей дороги, інших роботах.

Під час експлуатації дороги геометричні параметри змінюються. Крім того, деякі дороги можуть не мати проектної документації. Геометричні елементи вимірюють за допомогою нівеліра, теодоліта, мірної стрічки, далекоміра (для віддаленої видимості) або далекомірної насадки (див. п. 3.2). У разі використання ходових лабораторій (див. п. 3.3) дані про поперечний і поздовжній профіль і план дороги одержують за допомогою гіроскопічного обладнання й обробляють на ЕОМ. У разі великих обсягів обстежень використовують аерофотозйомку.

Під час польових вимірювань відновлюють вісь дороги, визначають ширину проїзної частини і узбіч, подовжні й поперечні ухили, радіуси кривих в плані і подовжньому профілі, висоту насипів і глибину виїмок тощо. У випадках, коли потрібна обширніша і повніша інформація про елементи дороги і дорожні споруди, виконують дослідження за методикою СОУ 45.2-00018112-038:2009 «Паспорт автомобільної дороги».

Ширину проїзної частини, ширину лівої та правої крайніх укріплених смуг, укріплених і неукріплених узбіч (а на дорогах I категорії і ширину розділювальної смуги) вимірюють на кожній характерній ділянці дороги, але не рідше ніж 1 раз на 1 км.

До характерних ділянок належать:

- прямі ділянки в плані з однаковою шириною проїзної частини і укріплених крайніх смуг, а за відсутності крайніх смуг – ділянки дороги з однаковою шириною проїзної частини;
- ділянки кривих в плані з радіусами кривих 200 м і більше;
- ділянки кривих в плані з радіусами кривих менше 200 м;
- ділянки звужень проїзної частини (roadway) над трубами, у місцях установки огорож, парпетів, напрямних стовпчиків з кроком установки менше 10 м.

Радіус існуючої кривої в плані за відсутності документації може бути визначений трьома способами.

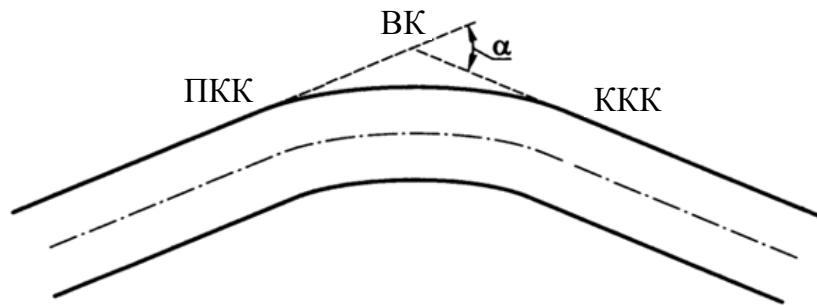
За першим способом за допомогою теодоліта визначають кут повороту. Потім знаходять точки «Початок кругової кривої» (ПКК) і «Кінець кругової кривої» (ККК) (рис. 4.1).

Радіус кривої визначають за формулою

$$R = \frac{180K}{\pi\alpha} = \frac{57,3K}{\alpha}, \quad (4.1)$$

де  $K$  – довжина кривої, м;  $\alpha$  – кут повороту дороги, °.





$\alpha$  – кут повороту дороги;  
 ВК – вершина кута; ПКК, ККК – відповідно початок і кінець кругової кривої

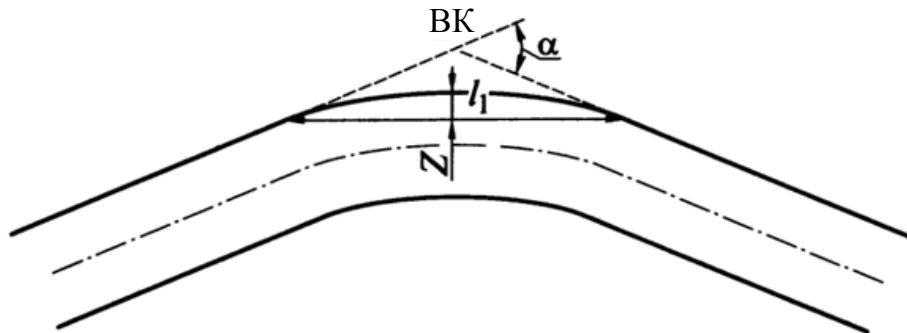
Рисунок 4.1 – Схема для визначення радіуса кривої за довжиною кривої і кутом повороту

При довжині кривої, визначеній не по осі дороги, а по кромці проїзної частини, знайдене значення радіусу уточнюється:

$$R_k = R - 0,5B, \quad (4.2)$$

де  $R_k$  – уточнений радіус кривої, м;  $R$  – обчислене значення радіусу, м;  $B$  – ширина проїзної частини, м.

За другим способом радіус кривої визначають шляхом вимірювання відстані  $Z$  і хорди  $l_1$  кола, що стягує дугу (рис. 4.2).



$\alpha$  – кут повороту дороги;  
 ВК – вершина кута;  $l_1$  – хорда;  $Z$  – відрізок

Рисунок 4.2 – Схема для визначення радіуса кривою по хорді

Хорду рекомендується приймати такою, яка дорівнює довжині мірної стрічки (20 м). Радіус кривої в плані визначають за формулою

$$R = \frac{4Z^2 + l_1}{8Z}. \quad (4.3)$$

Як і за першим способом, при визначенні довжин відрізка  $Z$  і хорди  $l_1$  за кромкою покриття радіус кривої уточнюється.

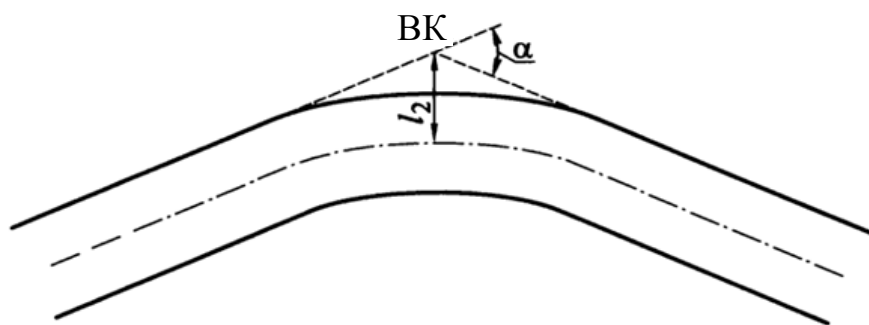
За третім способом спочатку визначають вершину кута повороту. Потім за допомогою теодоліта, встановленого над точкою вершини кута, визначають кут повороту і довжину відрізання бісектриси, вимірюваною мірною стрічкою або курвіметром від вершини кута повороту до середини проїзної частини (рис. 4.3).

Радіус кривої визначають за формулою

$$R = \frac{l_2}{\sec(\alpha / 2) - 1}, \quad (4.4)$$

де  $l_2$  – довжина відрізання бісектриси від вершини кута повороту до середини проїзної частини, м.

Для визначення відстані видимості використовують геодезичні прилади (теодоліт, далекомір і далекомірні насадки).



$\alpha$  – кут повороту дороги; ВК – вершина кута;

$l_2$  – довжина відрізання бісектриси від вершини кута до середини проїжджої частини

Рисунок 4.3 – Схема для визначення радіуса кривої за бісектрисою

За наявності креслень плану і подовжнього профілю відстань видимості може бути встановлена графоаналітичними методами.

Безпосередньо на дорозі відстань видимості може бути оцінена за допомогою приладів, що мають далекомірні пристосування. Найбільш простий метод вимірювання полягає в послідовній (через 25...50 м) перевірці видимості за допомогою приладів, що мають далекомірні насадки.

Склад робіт змінюється залежно від того, перевіряється видимість в плані або в подовжньому профілі. При визначенні видимості в плані робочий інструмент встановлюють на крайній правій смузї руху на відстані 1,5...1,7 м від кромки проїзної частини. Висоту інструмента вибирають з умов зручності роботи і зростання спостерігача.

При визначенні видимості в подовжньому профілі висота інструмента приймається близькою 1,2 м – висоті положення очей водія.

Для визначення геометричних елементів автомобільних доріг можна застосовувати наземну фотограмметричну зйомку. При цьому для визначення всіх геометричних параметрів дороги за стереознімками використовують фототеодоліти (або спарені аерофотокамери) і рейки, що встановлюються вертикально на двох автомобілях.

При великому об'ємі робіт з установами розмірів геометричних елементів, а також при паспортизації доріг застосовують аерофотознімання і ходові лабораторії.

Для вимірювання елементів плану і подовжнього профілю в ходових лабораторіях використовують гіроскопічне устаткування, що достатньо точно реєструє траєкторію переміщення центру тяжіння автомобіля в просторі. Автомобіль-лабораторія дозволяє безперервно реєструвати такі елементи автомобільної дороги: протяжність, кути повороту траси; радіуси кривих в плані; подовжній ухил на окремих ділянках; радіуси вертикальних кривих; поперечний ухил дорожнього покриття.

Існують два методи визначення радіуса кривої в плані або вертикальної кривої, засновані на застосуванні гіроскопічної апаратури.

Перший метод полягає у визначенні співвідношення кутової швидкості  $\omega$  і лінійної швидкості  $V$ . Миттєве значення радіуса кривизни

$$R_v = V / \omega. \quad (4.5)$$

При використанні ходової лабораторії лінійну швидкість  $V$  визначають за допомогою безконтактного тахогенератора змінного трифазного струму. Кутову швидкість  $\omega$  визначають гіроскопічним датчиком кутової швидкості.

Другий метод полягає у визначенні кута повороту повздовжньої осі автомобіля  $\gamma$  в поперечній площині (для кривих в плані) і у вертикальній площині (для вертикальних кривих). Цей кут є кутом повороту траси. Радіус кривої розраховують за формулою

$$R_\gamma = \frac{57,35S}{\gamma}, \quad (4.6)$$

де  $S$  – пройдений шлях, м.

Кути  $\gamma$  визначають гіронапівкомпасом, напрям вимірювальної осі якого завжди залишається постійним і орієнтованим паралельно первинній установці.

Універсальним методом встановлення геометричних елементів автомобільних доріг є аерофотознімання. За допомогою великомасштабного аерофотознімання, що виконується з вертольотів, можна отримати як характеристики руху транспортних потоків, так і розміри геометричних елементів, стан проїзної частини, узбіч, з'їздів, перетинів тощо.

Для визначення розмірів геометричних елементів обстежуваної дороги найбільш доцільне використання аерофотознімання крупного масштабу від 1:500 до 1:200. При цих масштабах точність визначення всіх геометричних елементів становить 1...2 %.

Застосування аерофотознімання і ходових лабораторій доцільно при повній відсутності даних про геометричні елементи дороги, а також при виконанні дослідницьких робіт з метою реконструкції існуючої автомобільної дороги.

#### **4.4 Дослідження стану земляного полотна та водовідведення**

Здійснюється по всій довжині доріг з метою загальної оцінки стійкості земляного полотна, стану укосів і розроблення заходів щодо забезпечення нормальної роботи земляного полотна. При цьому визначають: розміри земляного полотна, закладення укосів, міцнісні і деформативні характеристики ґрунту, його зерновий склад і вологість, міру ущільнення ґрунту, стан водовідводу, рівень ґрунтових вод. Особливу увагу приділяють ділянкам, де утворюються випинання.

При обстеженні земляного полотна оцінюють стан з'їздів і перетинів з дорогами місцевого значення, фіксують наявність і довжину їхнього зміцнення.

При аналізі ґрунту земляного полотна визначають гранулометричний склад, фізико-механічні характеристики і ступінь ущільнення ґрунту, абсолютну і відносну вологість, положення рівня ґрунтових вод. Обстеження ґрунтів виконують в два етапи: польовий і лабораторний. При польових обстеженнях здійснюють візуальний огляд ґрунтів земляного полотна на узбіччях і укосах, для відбору проб ґрунту і визначення його щільності і вологості закладають шурфи завглибшки до 2,5 м і бурові свердловини. У лабораторії визначають гранулометричний склад ґрунту, його вологість, оцінюють ступінь ущільнення ґрунту.

Важливим етапом обстеження земляного полотна є оцінка міцності його ґрунту. Міцність ґрунту характеризується модулем пружності, визначуваним в найбільш несприятливий період року – період весняного відтавання ґрунту. Тривалість цього періоду, зазвичай, невелика і не перевищує 1–1,5 тижня, тому дуже важливо оперативно виконати роботи у вказаний період. Модуль пружності ґрунтів земляного полотна визначають пробним завантаженням штампю за допомогою пересувного преса. Отримані під час обстеження дороги значення модуля пружності ґрунту записують в таблицю, у якій також реєструють відмітки про стан земляного полотна і водовідведення. За цими даними будують лінійний графік міцності дорожнього одягу по всій довжині обстежуваної дороги.

При оцінці умов водовідведення і водного режиму, насамперед, обстежують вид рослинності на придорожній смузі. Наявність вологолюбних трав і чагарників вказує на високий рівень ґрунтових вод і погане водовідведення (наявність застою води). Під час оцінки водовідведення

перевіряють піднесення бровки земляного полотна над джерелами зволоження, стан бокових і нагірних канав, стан дренажних пристроїв і водопропускних споруд.

Рекомендується обстежувати водовідведення одразу після сильного дощу. Обстеження виконують в основному візуально під час обходу або проїзду автомобілем з малою швидкістю. При визначенні геометричних параметрів споруд водовідведень використовують геодезичні прилади.

Великий вплив на умови водовідведення надає рівень ґрунтових вод, положення якого визначають шляхом ручного буріння. Іноді положення рівня ґрунтових вод можна визначити за рівнем води в колодязях.

На основі виконаних обстежень розробляють заходи з підвищення стійкості земляного полотна, ліквідації пучин, забезпечення можливості безпечного з'їзду автомобіля з дороги.

#### **4.5 Оцінювання міцності дорожнього одягу та стану покриття дороги**

Польові випробування дорожніх одягів для оцінки їхньої міцності здійснюють, як правило, у розрахунковий період. Початок розрахункового періоду орієнтовно співпадає з датою переходу середньодобової температури повітря через 5 °С навесні. Перед оцінкою міцності дорожнього одягу для існуючих доріг, за даними паспорту та рекогносцировочних обстежень автомобільну дорогу розділяють на характерні ділянки, що відрізняються конструкцією дорожнього одягу, ґрунтом земляного полотна, типом місцевості за умовами зволоження (згідно з вимог ДБН В.2.3-4), деформаціями та руйнуваннями поверхні проїзної частини (тріщини, просідання і т. д.), інтенсивністю та умовами руху. На кожній характерній ділянці дороги, визначення міцності дорожнього одягу проводять не менше ніж на п'яти поперечниках на кілометр. На стадії передпроектних вишукувань та приймальних випробувань визначення міцності дорожнього одягу проводять не менше ніж на двадцяти поперечниках на кілометр. У кожному поперечнику вимірювання проводять до тих пір, поки результати двох послідовних вимірювань будуть відрізнятися не більше ніж на 5%. Інші результати вимірювань не враховують як хибні (випадкові). За результат вимірювання міцності в поперечнику приймають середнє значення з двох прийнятих результатів.

При визначенні показника міцності варто використовувати метод статичного навантаження колесом розрахункового автомобіля з використанням прогиноміру, через жорсткий штамп начіпного обладнання НТУ, метод динамічного навантаження з використанням установки «Дина-3М» чи вузла вимірювання міцності «Універсального дорожнього вимірювального обладнання (УДВО)» та іншого стандартизованого обладнання, показання якого приведені до величин статичних прогинів покриття під дією розрахункового навантаження. Обладнання має пройти метрологічну атестацію згідно з чинним законодавством.

Для вимірювання рівності проїзної частини використовуються поштовхоміри типу «ВСП-УТУ», «ТХК-2», «ТЭД-2М», «ХАДІ», причіпні установки ПКРС-2У, УДВО-НТУ та інші, а також установки сканування поверхні покриттів, які встановлені на ходових лабораторіях. Обладнання має пройти метрологічну атестацію.

Показання поштовхомірів повинні бути приведені до показань базового поштовхоміра Державного науково-технічного центра інспекції якості та сертифікації дорожньої продукції «Дор'якість» шляхом калібрування, яке здійснюють не рідше одного разу на рік з наданням свідоцтва кожному поштовхоміру. Без наявності свідоцтва показання поштовхоміра вважаються не дійсними.

Вимірювання рівності проїзної частини поштовхоміром здійснюють при швидкості  $(60 \pm 5)$  км/год на кожній смузі руху у прямому і зворотному напрямках. Відліки знімають біля кожного кілометрового стовпчика, відстань між якими контролюється одометром автомобіля. Якщо відхилення розміщення стовпчика від 1 км перевищує  $\pm 50$  м, показання поштовхоміра повинні бути приведені до 1 км. За відсутності кілометрового стовпчика відліки знімають за показаннями одометра (автомобіля чи інших пристроїв для вимірювання відстані, похибка яких не перевищує  $\pm 50$  м/км). При довжині ділянки меншій ніж 1000 м показання повинні бути приведені до 1 км за методом інтерполяції.

Вимірювання рівності за допомогою рейки з клиновим промірником здійснюють згідно з ДСТУ Б.2.3-3. Довжина рейки повинна бути  $(3000 \pm 2)$  мм. Прогин рейки від власної ваги у середині прогону завдовжки 2900 мм не має перевищувати 0,4 мм. Ширина опорної грані рейки повинна бути  $(50 \pm 2)$  мм. Відхилення опорної грані рейки від площинності не має перевищувати 0,2 мм; допускається замість відхилень від площинності вимірювати відхилення від прямолінійності поздовжнього профілю поверхні опорної грані рейки, які не повинні перевищувати 0,2 мм. Відхилення бокової грані рейки від прямолінійності не мають перевищувати 10 мм на довжині рейки.

На бокових гранях рейки повинно бути п'ять міток, які вказують місця вимірювань просвітів під рейкою: крок міток  $(500 \pm 2)$  мм; відстань від крайніх міток до торців рейки  $(500 \pm 2)$  мм.

Клиновий промірник повинен мати дві плоскі грані завширшки  $(50 \pm 0,5)$  мм; кут між поверхнями граней повинен бути у межах  $5^{\circ}45' \pm 5'$  (відношення катетів клинового промірника 1:10). Одна з граней клинового промірника повинна мати поперечні риски: крок риски  $(10 \pm 0,1)$  мм; риски повинні мати цифрові позначення від 1 до 15. Рейка і клиновий промірник мають бути атестовані відповідно до вимог чинних нормативів.

Довжину ділянки вимірювань потрібно приймати у межах від 300 до 400 м. Сумарна довжина ділянок вимірювань має становити не менше ніж 10 % довжини покриття, яке контролюється. Поверхня ділянки вимірювань повинна бути чистою. Вимірювання на дорогах і вулицях варто проводити, прикладаючи рейку до поверхні покриття на відстані від 0,5 м до 1,0 м від

кожної крайки покриття або смуги руху. При багатосмуговій проїзній частині рейку потрібно прикладати на відстані від 0,5 м до 1,0 м від межі кожної смуги руху. При кожному прикладанні рейки варто вимірювати величину п'яти просвітів під рейкою у місцях, що відповідають міткам на бокових гранях рейки. Місця прикладання рейки повинні бути рівномірно розташовані по довжині ділянки вимірювань. Загальне мінімальне число вимірювань просвітів під рейкою на ділянці вимірювань – 120.

Вимірювання рівності установками сканування поверхні покриттів виконується відповідно до вимог Р В.3.1-218-02071168-733 та ТР 218-02071168-395. Швидкість руху автомобіля-лабораторії під час вимірювань, на якій змонтована установка сканування поверхні покриттів встановлюється за інструкцією з експлуатації. За результатами вимірювань отримують дані щодо рівності дорожніх покриттів в поперечному та поздовжньому напрямках. Оцінка рівності дорожніх покриттів виконується згідно з Р.В.2.3-218-02071168-385 «Рекомендації щодо оцінки рівності дорожніх покриттів у відповідності з міжнародним індексом рівності IRI».

Для вимірювання коефіцієнта зчеплення необхідно використовувати причіпну установку типу ПКРС-2У за ДСТУ Б.В.2.3-2, універсальне дорожнє вимірювальне обладнання (УДВО), або інше стандартизоване обладнання наприклад ППК-МАДІ або ПОКС, яке пройшло метрологічну атестацію. При використанні цього обладнання необхідно користуватися технічними вказівками щодо його використання.

Насамперед, експлуатаційний контроль параметрів шорсткості поверхні покриттів автомобільних доріг потрібно виконувати в таких місцях:

- на горизонтальних кривих малого радіусу і на підходах до них;
- у межах перехрещень і примикань доріг в одному рівні та на підходах до них;
- на перехідно-швидкісних смугах;
- на ділянках із обмеженою видимістю;
- у місцях контрольно-пропускних пунктів;
- у місцях, де можливе винесення бруду на покриття;
- у місцях частого утворення ожеледиці та туману.

На стадії експлуатаційного контролю покриттів, у разі відсутності можливості використання автомобільних причіпних установок для вимірювання коефіцієнта зчеплення, вимірювання параметрів шорсткості здійснюють вибірково. При цьому візуально виділяють ділянки, що відрізняються за зовнішнім виглядом, матеріалом чи способом влаштування як у поздовжньому напрямку, так і в поперечному профілі. На кожній з таких ділянок вибирають не менше трьох місць вимірювань, які повинні бути рівномірно розподілені в межах вказаних ділянок.

Середня глибина впадин шорсткості визначається профільним методом з використанням приладу ДПП-5 або методом піщаної плями, сутність якого полягає у визначенні середньої глибини впадин шорсткості  $h_{cp}$  за розмірами піщаної плями, яка утворюється на поверхні покриття після розрівнювання на ній певного об'єму піску. Метод піщаної плями може

використовуватись для крупношорстких та середньошорстких поверхонь у випадках неможливості застосування профільного методу. Результат обчислення  $h_{cp}$  наводять у міліметрах з точністю 0,01 мм. Незадовільною є шорсткість дорожнього покриття при  $h_{cp} < 0,45$  мм.

Визначення наявності та оцінка рівня пошкоджень поверхні покриттів автомобільних доріг здійснюється експертним методом або за допомогою систем відео діагностики, згідно з РВ.2.3-218-02071168-726, та іншим аналогічним обладнанням, яке встановлено на ходові лабораторії. Обладнання має пройти метрологічну атестацію.

#### **4.6 Оцінювання архітектурних якостей автомобільної дороги та рівня обслуговування її користувачів**

Великий вплив на безпеку і зручність руху забезпечують архітектурні якості автомобільної дороги. Сприятливий ландшафт, плавна траса і хороші архітектурні якості дороги не викликають перевтоми водіїв, тим самим сприяючи попередженню дорожньо-транспортних пригод. Під архітектурними якостями дороги розуміється:

- дотримання вимог до поєднання елементів траси в просторі відносно її плавності та ясності напрямку для водія, зручності й безпеки дорожнього руху;
- створення систем зорових орієнтирів, які дозволяють водіям передбачати на великій відстані, зокрема за межами видимості, зміну напрямку дороги та дорожніх умов, вибрати безпечний режим руху;
- вписування дороги й усіх її елементів у ландшафт для покращення зручності руху, розкриття краси оточуючої місцевості;
- доповнення і поліпшення ландшафту озелененням, обладнанням і оформленням дороги.

Усі елементи автомобільної дороги – проїзна частина, мости і шляхопроводи, лінійні будівлі, зелені насадження, оформлення, дорожня обстановка – становлять єдиний архітектурний ансамбль. Дорожній ландшафт має бути різноманітним для попередження появи «дорожнього гіпнозу», при якому різко знижується активність водія і з'являється сонний стан, що призводить до аварійної ситуації. У той же час в оформленні кожної дороги необхідне дотримання єдиного стилю.

Під час руху по дорозі у поле зору водія в кожен момент часу потрапляють ділянки дороги, що, зазвичай, відрізняються своїми архітектурними якостями. У зв'язку з цим дорога розділяється на ділянки з єдиними архітектурними якостями, які називаються архітектурними басейнами. Межами архітектурних басейнів є помітні опуклі переломи повздожнього профілю, межі різних ландшафтів, співпадаючі з населеними пунктами або мостовими переходами, окремі глибокі виїмки, великі мостові переходи, різкі повороти траси в плані. Довжина архітектурних басейнів відповідає ділянці дороги, що проїжджає автомобіль з розрахунковою швидкістю впродовж 3...5 хв., і становить для доріг I категорії 10...16 км., для доріг II, III категорій – 8... 10 км., для доріг IV, V категорій – 6...8 км.



При обстеженні автомобільних доріг, з погляду її архітектурно-ландшафтних якостей, оцінюють:

- трасу дороги і поперечні профілі земляного полотна;
- розміщення і стан монументального оформлення дороги;
- стан і зовнішній вигляд, а також ступінь архітектурної виразності мостових переходів, шляхопроводів і перетинів у різних рівнях;
- стан і зовнішній вигляд будівель і споруд дорожньої служби, будівель і споруд обслуговування руху, їхнє розміщення;
- декоративні якості озеленення, породи, вік і стан деревної і чагарникової рослинності в придорожній смузі шириною 50 м у кожную сторону;
- снігозахисні, піскозахисні і скріплювальні якості озеленення.

Основним документом, що готується за наслідками оцінки архітектурно-ландшафтних якостей автомобільної дороги, є лінійний графік архітектурного стану, у якому відображають основні архітектурні показники дороги: архітектурні басейни, їхні характеристики, відмінність один від одного, елементи розмежування, домінуючі елементи усередині кожного басейну. Крім того, на лінійному графіку архітектурного стану дороги показують скорочений подовжній профіль, основні розміри прямих і кривих в плані, головні елементи придорожного ландшафту, ліси, дороги, що перетинаються, річки, мости, найбільш помітні будівлі, автозаправні станції, автобусні зупинки, перетини, постійні пости Національної поліції, розташування монументів, пам'ятників тощо.

Аналіз лінійного графіка архітектурного стану дороги у поєднанні з візуальним оглядом дороги дозволяє встановити недоліки архітектурного плану і намітити необхідні заходи щодо їхнього усунення.

Ефективність снігозахисних посадок установлюють шляхом огляду і спостережень у зимовий період, досвіду дорожників, а також аналізують матеріали дорожньо-експлуатаційної служби. Для оцінки снігозахисних і скріплювальних якостей придорожного озеленення використовують такі показники: дані про ефективність роботи посадок за останні 3–5 років; вік і стан дерев і чагарників; щільність і розміри всієї смуги посадок; орієнтовний прогноз снігозахисної роботи зелених насаджень на подальші 10 років. Виявляють також засміченість смуги бур'янами і зараження прилеглих сільськогосподарських угідь бур'янами та сільськогосподарськими шкідниками.

Декоративні якості придорожньої рослинності оцінюють за ступенем дії на водіїв, на траєкторії і режим руху, а також за естетичними показниками.

Важливе місце під час обстеження автомобільних доріг займає оцінка обслуговування людей, що проїжджають по дорозі – наявність та облаштування автобусних зупинок, стоянок, майданчиків відпочинку, їдалень, мотелів, автозаправних станцій тощо.

Існуючі будівлі і споруди обслуговування відзначають у спеціальній відомості або на лінійному графіку дороги, де фіксують їхнє місцезнаходження, віддалення від проїзної частини, розміри ділянки землі, місткість і розміри стоянок автомобілів, число з'їздів на стоянку, наявність перехідно-швидкісних смуг, найбільше число автомобілів, що спостерігалося на стоянці. Виявляють місця найбільш частих зупинок автомобілів упродовж дороги (поблизу їдалень, магазинів, готелів і ресторанів). У цих місцях має бути передбачена крита стоянка капітального типу. Виокремлюють наявність елементів впорядкування існуючих стоянок і розглядають можливість їхнього розширення на більше число автомобілів.

На міжнародних, туристичних і курортних маршрутах поза великими містами мають бути побудовані мотелі, що є готелями для автомобілістів, обладнані стоянкою для автомобілів, автозаправною станцією і пунктом харчування (ресторан або їдальня). Для цього необхідна територія розміром 7...12 га. Біля таких готелів влаштовують автобусні зупинки.

Потрібне число місць для стоянки автомобілів біля мотелів, у яких є  $m_\phi$  посадочних або спальних місць, визначають за формулою

$$q_{cm} = \frac{\beta m_\phi T}{a(1 + \delta)t}, \quad (4.7)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт запасу,  $\beta = 1,06...1,2$ ;  $T$  – період роботи підприємства, год;  $a$  – середнє завантаження автомобілів кожного типу людьми;  $\delta$  – показник обліку місцевої клієнтури, тобто частка клієнтури, що не користується в цей момент автомобілем;  $t$  – сумарна тривалість періоду найбільшого завантаження підприємства, год.

Майданчики відпочинку на дорогах загального користування влаштовують через 8...25 км, але не ближче 10 км від великих міст, обласних і республіканських центрів, не ближче за 1 км від найближчого села. Майданчики, що розташовуються на обрізах, обладнують двома з'їздами (в'їзд і виїзд), їхні відмітки не мають відрізнятися від рівня проїзної частини дороги більш ніж на 0,5...1 м. Майданчик відокремлюють від дороги посадками шириною 8...15 м і обладнують столом, лавами, навісом, сміттєзбірником і замаскованими посадками туалетом.

Середня відстань між майданчиками відпочинку, км, може бути визначена за формулою

$$X_{cp} = \frac{66,4V_p q}{N_c t_{cm}}, \quad (4.8)$$

де  $V_p$  – розрахункова швидкість руху, км/год;  $q$  – середнє число місць на стоянці майданчика відпочинку;  $N_c$  – середньорічна інтенсивність руху, авт./доб.;  $t_{cm}$  – середня тривалість перебування автомобілів на стоянці, год.

Обстежується також розташування автобусних зупинок. Спільно з представниками автобусного підприємства оцінюється перспективна потреба в автобусних зупинках.

З архітектурного та інформаційного поглядів, важливе чітке оформлення в'їзду до міста, яке має бути видимим здалеку.

Комплексне обстеження архітектурних якостей дороги та рівня обслуговування людей, що проїждять нею, дозволяє розробляти найбільш ефективні заходи щодо підвищення зручності руху та якості обслуговування.

#### **4.7 Оцінювання інженерного облаштування автомобільних доріг**

Під інженерним облаштуванням автомобільної дороги розуміють комплекс засобів, що забезпечують організацію й безпеку дорожнього руху: дорожні знаки, розмітку проїзної частини, покажчики напрямів руху, огорожі, напрямні стовпчики.

Під час оцінки стану інженерного облаштування доріг виявляють руйнування та інші дефекти, які ускладнюють його експлуатацію або погіршують естетичний вигляд дороги.

Під час оцінки стану транспортних дорожніх огорожень виявляють руйнування, надійність установки стояків та кріплення всіх елементів огорожень, ступінь їхнього забруднення та корозії. При оцінці стану засобів інформаційного забезпечення руху, насамперед, перевіряють їхню наявність у передбачених місцях та відповідність проектам, а також наявність механічних руйнувань стояків та щитів і умовних зображень на них, ступінь забрудненості поля знаку. Стан елементів інженерного облаштування доріг має відповідати вимогам П-Г.1-218-113:2009 «Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України».

Під час оцінювання інженерного облаштування доріг роботи виконують у три етапи: збір даних по фактичному інженерному облаштуванню; камеральна обробка спостережень і розробка вдосконаленої схеми інженерного облаштування з використанням лінійних графіків швидкостей руху, коефіцієнтів аварійності й безпеки; аналіз зібраних даних і рекомендацій після повторного проїзду по дорозі.

Дані про фактичну розстановку знаків збираються або під час досліджень (пикетажистом), або під час проїзду автомобілем зі швидкістю 40...50 км/год. Спостерігач реєструє всі знаки в пикетажному журналі. Запис в журналі ведеться роздільно для кожного напрямку руху. Прив'язка місць розстановки знаків до пикетажу при проїзді автомобілем здійснюється спідометром. Фіксується також положення знаку в поперечному профілі дороги (відстань від кромки проїзної частини, розташування знаку на узбіччі, на брівці земляного полотна або за його межами на обрізі).

Видимість знаків оцінюється з проїзної частини на смузі зустрічного руху до знаку на відстані 100...250 м поза населеними пунктами і 50...100 м у населених пунктах. Одночасно фіксується знаходження знаку на укосі виїмки або на відкритій місцевості, закриття його листям або розташування в оточенні різних предметів, які можуть відволікати увагу водія від знаку або приховувати його. Особлива увага приділяється оцінці видимості знаків у нічний час при освітленні фарами автомобіля. При цьому, насамперед, перевіряється видимість знаків, віддалених більш ніж на 5 м від кромки проїзної частини, знаків, що встановлюються в межах кривих в плані або на переломах подовжнього профілю, на укосах виїмок.

Після першого проїзду всі польові записи оформляють у вигляді лінійного графіка, на який наносять також дані про режими руху на дорозі, зведення про дорожньо-транспортні пригоди, відстань видимості в плані і повздовжньому профілі, прямі й радіуси кривих у плані, подовжні ухили. Наявність такого графіка дозволяє розробити рекомендації щодо вдосконалення розстановки знаків з урахуванням умов руху, що склалися на дорозі.

Знаки мають бути видимі на відстані, достатньому для ухвалення відповідного рішення і маневру, що забезпечує безпеку дорожнього руху.

При проїзді по дорозі виявляють огорожі, що існують на дорозі, їхній тип, стан, довжину, ступінь відповідності прийнятих конструкцій огорож і їхнього розташування вимогам безпеки дорожнього руху. Отримані дані наносять на лінійний графік. При повторному проїзді по дорозі відмічають ділянки, на яких необхідне встановлення додаткових огорож або виправлення тих, що існують. Перед повторним проїздом детально аналізують види дорожньо-транспортних пригод, їхній розподіл уздовж дороги, фіксують ділянки дороги з високими насипами.

Для забезпечення максимальної безпеки дорожнього руху конструкція і розташування огорож повинні відповідати таким вимогам:

- володіти достатньою міцністю для утримання автомобіля, щоб унеможливити різкий кидок автомобіля убік, заклинювання в огорожі, переїзд через огорожу або перекидання;
- наносити мінімальні, легко усувні пошкодження автомобілям при зіткненні;
- плавно уповільнювати і змінювати траєкторію руху автомобіля, не відкидаючи його на проїзну частину після удару і направляючи його після удару уздовж лінії, паралельній кромці проїзної частини;
- не обмежувати видимість, слугувати хорошим зоровим орієнтиром у різні періоди року й доби;
- відповідати вимогам технічної естетики;
- не перешкоджати сприйняттю водієм інших об'єктів інформації, що впадає в очі, яскравим забарвленням або мигтінням яскравих стійок;
- привертати до себе увагу водія і попереджати його про небезпечне місце;

– підкреслювати контури небезпечних зон, дублюючи інші технічні засоби, що інформують про звуження дороги й раптові зміни її плану і профілю;

– запобігати можливості зіткнення автомобілів з торцевими частинами опор, поручнів мостів і самих огорож;

– не ускладнювати роботи з ремонту й утримання дороги;

– не сприяти відкладенню на дорозі снігу;

– бути довговічними й економічними, легко розбиратися для ремонту і заміни пошкоджених елементів.

При розробці практичних рекомендацій особливу увагу приділяють правильному вибору типу огорожі з урахуванням дорожніх умов.

Важливе місце в інженерному облаштуванні доріг займають орієнтуючі стовпчики і розмітка проїзної частини.

Орієнтуючі стовпчики призначені для орієнтування водія у напрямі дороги вночі. Дані про наявність таких стовпчиків заносять у той же журнал, де фіксують огорожі. Конструкція стовпчиків має бути такою, щоб забезпечувалась непошкоджуваність автомобіля при наїзді на них. Дані про існуючу розмітку проїзної частини фіксують на лінійному графіку. Потім на підставі аналізу режимів руху і розподілу дорожньо-транспортних пригод розробляють рекомендації щодо вдосконалення існуючої схеми розмітки. Намічену схему розмітки проїзної частини коректують після другого проїзду по дорозі. Розмітка проїзної частини повинна чітко орієнтувати водія у виборі траєкторії руху і обов'язково відповідати вимогам ДСТУ 2587:2010 «Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування».

Усі розроблені рекомендації щодо інженерного облаштування дороги оформляють відповідно до вимог СОУ 45.2-00018112-048:2010 «Безпека дорожнього руху. Проект (схема) організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення та вимоги до змісту».

### **Питання для самоперевірки**

1. З якою метою проводять обстеження автомобільних доріг?
2. Які існують види обстежень автомобільних доріг?
3. Як організуються роботи з обстеження автомобільних доріг?
4. Як вимірюють основні параметри автомобільних доріг?
5. Які вимірювання можна виконувати за допомогою універсальної лінійки?
6. Якими способами можна визначити радіус кривої в плані?
7. Як визначають відстань видимості на дорозі?

8. Які переваги дає використання фотограмметричного і аерофото-знімання, ходових лабораторій для визначення геометричних елементів автомобільних доріг?

9. Які роботи виконують при обстеженні стану земляного полотна дороги?

10. Як визначають міцність ґрунту?

11. Які обстеження здійснюють для оцінки умов водовідведення і водного режиму?

12. Які роботи виконують при обстеженні стану дорожнього одягу?

13. Як визначають міцність дорожнього одягу?

14. Як визначають рівність, ступінь ковзкості й шорсткість дорожнього покриття?

15. Який впливає на безпеку та зручність руху архітектурна якість дороги?

16. З якою метою будують лінійний графік архітектурного стану дороги?

17. Чим визначається рівень обслуговування людей, що проїжджають по дорозі?

18. Що розуміють під інженерним облаштуванням дороги?

19. Як впливають на безпеку дорожнього руху схеми розстановки дорожніх знаків та обмежень?

## 5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

### 5.1 Облік і аналіз інтенсивності руху та складу транспортного потоку, оцінювання пропускної здатності автомобільних доріг

Під інтенсивністю руху (traffic density) розуміють кількість транспортних засобів, що проходять через цю ділянку дороги за одиницю часу (рік, день, годину). Інтенсивність і склад руху є основним показником, що впливає на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього одягу, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вона характеризує рівень завантаження дороги й рівень зручності руху і є визначальним показником для призначення класності або так званої категорії дороги, призначенню заходів з ремонту та утримання дороги, засобів організації руху (organization of road motion).

Облік транспортних засобів на дорогах здійснюється з метою одержання й нагромадження інформації про загальну їхню кількість, а також про кількість окремих груп рухомого складу в загальному транспортному потоці. Дані обліку інтенсивності та складу руху потрібні для:

- установлення відповідності технічних і транспортно-експлуатаційних показників дороги до наявної інтенсивності руху;
- призначення категорії дороги й конструкції дорожнього одягу;
- визначення перспективних інтенсивності й складу руху;
- наукового планування перевезення зі складанням маршрутів і графіків перевезень;
- планування ремонтів доріг, обсягів і термінів їхнього виконання;
- техніко-економічного обґрунтування розміщення транспортних мереж;
- розроблення заходів з раціональної організації руху і підвищення безпеки руху.

Облікові пункти розміщуються на підходах до завантажених перехресть доріг, під'їздах до адміністративних центрів і великих населених пунктів, залізничних станцій, аеропортів тощо. З метою визначення кількості транспортних засобів їх поділяють на групи за типом і вантажопідйомністю.

Періодичність і тривалість обліку руху визначається чинними інструкціями. На всіх дорогах державного значення, а також на важливих обласних і місцевих облік має здійснюватися вибіркоким способом регулярно протягом року двічі на місяць, неперервно протягом доби. Для інших доріг облік здійснюють 7...10 днів протягом 16 год щодня з 7<sup>00</sup> до 23<sup>00</sup>.

Результати обліку руху обробляють у такому порядку:

- визначають характеристики руху;
- розраховують середньорічну добову інтенсивність і розрахункову інтенсивність руху.

Періодичні коливання інтенсивності руху, що відбуваються протягом дня, тижня і року, установлюються за допомогою коефіцієнта нерівномірності. Він визначається для кожної ділянки обліку на підставі даних про середньодобову інтенсивність руху в буденні, вихідні дні й у місяці перед відпустками. Цей коефіцієнт ураховує специфічні для дороги, регіону, країни і пов'язані з рухом особливості. Від фактичної інтенсивності  $N_i$  до розрахункової  $N_p$  переходять за формулою

$$N_p = \sum N_i k_i, \quad (5.1)$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху окремих типів транспортних засобів;  $k_i$  – коефіцієнти приведення інтенсивності руху різних транспортних засобів до легкового автомобіля, приймаються згідно з ДБН В.2.3-4:2007 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги» (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
1 Мотоцикл без коляски та мопед	0,5
2 Мотоцикл з коляскою	0,75
3 Легковий автомобіль	1,0
4 Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т:	
до 1	1,0
від 1 до 2	1,5
від 2 до 6	2,0
від 6 до 8	2,5
від 8 до 14	3,0
понад 14	3,5
5 Автопоїзд вантажопідйомністю, т:	
до 12	3,5
від 12 до 20	4,0
від 20 до 30	5,0
понад 30	6,0
6 Колісний трактор з причепами вантажопідйомністю, т:	
до 10	3,5
понад 10	5,0
7 Автобус	3,0
8 Автобус зчеплений (здвоєний)	5,0

Примітки:

1. При проміжних значеннях вантажопідйомності транспортних засобів коефіцієнти приведення визначають інтерполяцією.

2. Коефіцієнти приведення для спеціальних автомобілів приймають як для базових автомобілів відповідної вантажопідйомності.

Обладнання для автоматизованого обліку містить два основні елементи: детектор (сенсор, датчик), який реєструє наявність або проходження



транспортного засобу, і лічильник накопичення одержаних сигналів. Основні методи автоматизованого визначення параметрів транспортного потоку:

- контактнo-механічні: зважувальні, пневматичні, електроконтактні, ємнісні, вібраційні;
- магнітно-індуктивні: петльові зі штучним електромагнітним полем, з використанням магнітного поля Землі, магнітні;
- зондувальні імпульси: фотоелектричні, інфрачервоні, ультразвукові, радіолокаційні, лазерні;
- за випромінюванням автомобіля: інфрачервоне (теплове) випромінювання двигуна, шум двигуна, вихлопні гази.

Останніми роками виникла потреба реєструвати також навантаження, що передається на одяг дороги задніми колесами вантажних автомобілів. Це важливо для запобігання передчасному руйнуванню одягу перевантаженими транспортними засобами.

Для прогнозування інтенсивності руху використовують екстраполяційні формули, найчастіше геометричну й експоненціальну

$$N(t) = N_0 + (1 + a)^t; \quad N(t) = N_0 \exp(bt), \quad (5.2)$$

де  $N(t)$  – прогнозована інтенсивність руху на  $t$ -му році;  $N_0$  – початкова інтенсивність руху;  $a$  і  $b$  – коефіцієнти щорічного приросту інтенсивності руху;  $t$  – розрахунковий період, років.

Найскладніше визначити коефіцієнти  $a$  і  $b$ , значення яких, зазвичай, знаходять методом середніх або найменших квадратів (МНК), які є в програмному забезпеченні ПЕОМ.

Аналіз зв'язків між трьома характеристиками транспортного потоку: інтенсивністю руху, щільністю руху, тобто кількістю автомобілів на одиницю довжини смуги руху та їх швидкістю, дозволяє визначити пропускну здатність дороги – характеристику, що суттєво впливає на безпеку руху. Пропускна здатність – це функція швидкості руху та допустимої відстані між автомобілями, яка пов'язана зі станом дороги та погодними умовами. Розрізняють теоретичну та практичну пропускну здатність. Теоретична пропускна здатність – це пропускна здатність еталонного горизонтального відрізка дороги із сухим покриттям.

Теоретичну пропускну здатність визначають за формулами динамічної теорії транспортних потоків

$$P_{\max} = 1000V / L, \quad (5.3)$$

де  $V$  – швидкість, км/год;  $L$  – динамічний габарит автомобіля, який складається з відстані, яку проходить автомобіль за час реакції водія  $l_p$ , гальмівного шляху  $S_T$ , довжини автомобіля  $l_a$  та зазору безпеки до автомобіля попереду  $l_o$  (рис. 5.1).

$$L = l_p + S_{\Gamma} + l_a + l_o. \quad (5.4)$$

Тоді

$$P_{\max} = \frac{1000V}{\frac{V}{3.6} + \frac{V^2}{254(\varphi \pm i + f)} + l_a + l_o}. \quad (5.5)$$

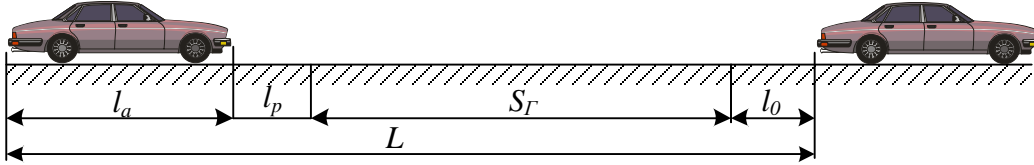


Рисунок 5.1 – Схема до визначення динамічного габариту автомобіля

Практична пропускна здатність – це найбільше число автомобілів, яке може бути пропущене ділянкою дороги в реальних дорожніх і погоднокліматичних умовах

$$p = B \cdot P_{\max}, \quad (5.6)$$

де  $B$  – коефіцієнт зниження пропускної здатності, який враховує різні параметри та характеристики дорожніх умов (визначається за методикою проф. В. В. Сильянова).

Практична пропускна здатність доріг є одним з показників, які характеризують міру безпеки і зручності руху. За її величиною визначають коефіцієнт (рівень) завантаження дороги  $Z$

$$Z = 0,076 \cdot N / p, \quad (5.7)$$

де  $N$  – середньорічна добова інтенсивність руху, авт./добу.

Вирізняють шість рівнів завантаження, які характеризують режим руху автомобілів:  $Z < 0,2$  (А) – вільний рух;  $0,2 < Z < 0,5$  (Б) – рух групами;  $0,5 < Z < 0,7$  (В) – рух великими групами;  $0,7 < Z < 0,9$  (Г) – рух колоною з інтервалами всередині колони;  $0,9 < Z < 1,0$  (Д) – рух неперервною колоною;  $Z > 1,0$  (Е) – рух неперервною колоною із зупинками. Міра завантаження не має перевищувати: 0,5 – на під'їздах до аеропортів, морських і річкових вокзалів; 0,6 – на позаміських автомагістралях; 0,65 – на в'їздах у міста, об'їздах і кільцевих дорогах навколо великих міст; 0,70 – на дорогах I і II категорій; 0,75 – на дорогах III-V категорії.

## **5.2 Оцінювання режимів руху транспортних засобів та умов праці водіїв**

Найбільш небезпечними є ділянки дороги з різкою зміною режиму руху автомобілів. Тому режим руху на досліджуваній дорозі оцінюється у два етапи: спочатку на всій протяжності дороги, потім детально на несприятливих ділянках, виявлених на першому етапі.

Перед першим етапом оцінювання режиму руху автомобілів виконують детальне вивчення вихідних даних, насамперед, елементів траси і даних про дорожньо-транспортні пригоди.

На першому етапі вивчається режим руху автомобіля за допомогою ходової лабораторії, що дозволяє фіксувати швидкість, час і шлях руху, використовувану передачу, тривалість й інтенсивність гальмування. За результатами обробки результатів вимірів здійснюється визначення миттєвих швидкостей руху, подовжніх і поперечних прискорень, часу і шляху руху, тягових і гальмівних зусиль на ведучих колесах автомобіля. Для отримання достовірних даних за допомогою ходової лабораторії досить одного проїзду досвідченого водія з реєстрацією декількох показників, що характеризують режим руху.

На другому етапі проводять детальні дослідження режиму руху автомобілів на несприятливих ділянках, що виявляються на першому етапі. Роботи на цьому етапі виконують як за допомогою ходових лабораторій, так і стаціонарними методами. Спостереження ведуть не лише на небезпечній ділянці, а й у межах зон впливу цієї ділянки. Таким чином, реєструють усі характеристики руху автомобіля-лабораторії, з підходу до зони впливу небезпечної ділянки, у межах ділянки й у зоні впливу за небезпечною ділянкою.

Для оцінки стійкості й керованості автомобіля, особливо у важких і небезпечних дорожніх умовах, на автомобілі-лабораторії встановлюють додаткове устаткування.

У найбільш складних дорожніх умовах виконують спеціальні дослідження умов праці водіїв і вимірюють їхні психофізіологічні показники: шкірно-гальванічну реакцію (ШГР), електрокардіограму (ЕКГ), розподіл погляду, час реакції. Для виміру цих показників використовують ходову психофізіологічну лабораторію. На тілі водія встановлюють спеціальні датчики, що дозволяють реєструвати зміну перерахованих вище показників під час руху автомобіля-лабораторії по небезпечній ділянці.

Під час проведення досліджень виходять з того, що робота водія, як і будь-яка інша трудова діяльність, характеризується певним рівнем нервового збудження і знаходиться в прямій залежності від умов її виконання.

Визначення оптимального емоційного стану водія дозволяє вирішити низку інженерних завдань, спрямованих на вибирання засобів і методів управління дорожнім рухом.

Застосування ходових лабораторій дозволяє проводити детальне вивчення умов руху на небезпечній ділянці й на основі цього розробляти найбільш ефективні заходи щодо підвищення безпеки та зручності руху.

Для вивчення впливу дорожніх умов на режими руху транспортних потоків широке застосування знаходять також стаціонарні методи й аерофотознімання.

Методами стаціонарних спостережень, зазвичай, оцінюють подальші характеристики руху транспортних потоків: миттєві швидкості руху 15; 50; 85 і 95 % забезпеченості, траєкторії руху, інтервали і дистанції між автомобілями, щільність транспортного потоку.

Для виміру застосовують секундоміри, відеокамери, а також фотоелектричні, інфрачервоні, ультразвукові, радіолокаційні, лазерні установки.

Універсальним методом одночасної оцінки усіх характеристик руху транспортних потоків є аерофотознімання, за допомогою якого можна безпосередньо проводити вимір таких характеристик транспортного потоку, вимір яких неможливий іншими способами (наприклад, щільність руху транспортного потоку).

Останнім часом, почали знаходити широке впровадження системи інтелектуального відеоспостереження, які дозволяють вирішувати широкий спектр завдань у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху та контролю проїзду транспортних засобів:

- розпізнавання державних реєстраційних знаків транспортних засобів, контроль проїзду транспортних засобів, розшук транспортних засобів;
- автоматична фотовідеофіксація порушень швидкісного режиму;
- автоматична фотовідеофіксація проїзду на заборонний сигнал світлофора;
- формування, реєстрація та друк постанов про призначення адміністративних покарань;
- збір даних про характеристики транспортних потоків, передача цих даних в автоматизовану систему керування дорожнім рухом (АСКДР).

На рис. 5.2 зображена загальна схема організації системи інтелектуального відеоспостереження.

Система інтелектуального відеоспостереження дозволяє створити розподілену систему будь-якого масштабу для вирішення одного з цих завдань або кількох завдань одночасно.

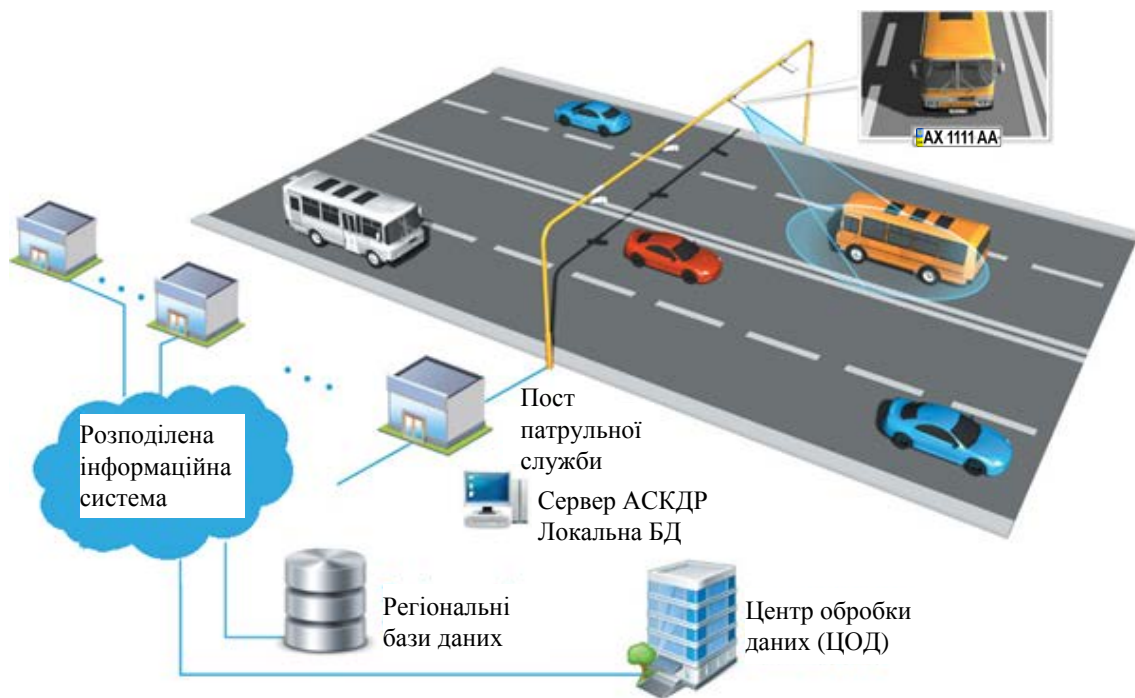


Рисунок 5.2 – Загальна схема організації системи інтелектуального відеоспостереження

### 5.3 Побудова лінійних графіків швидкостей руху та витрати палива

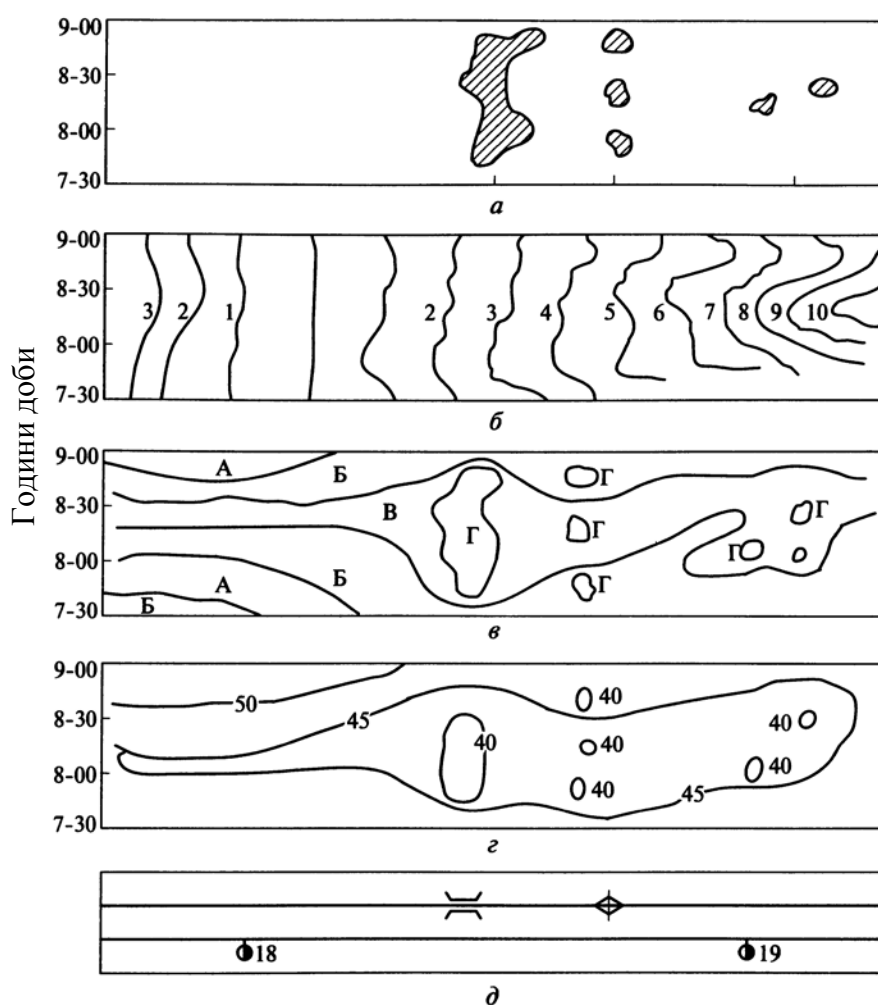
Під час розроблення практичних заходів щодо підвищення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг основна увага приділяється аналізу швидкостей руху на дорозі. Від сталого на дорозі швидкісного режиму залежать: безпека дорожнього руху, пропускна спроможність і техніко-економічні показники транспортної роботи дороги.

Найбільш детальна оцінка умов руху на дорозі може бути отримана за допомогою лінійного графіка швидкостей руху. Такі графіки будують шляхом проїзду автомобіля-лабораторії по обстежуваному маршруту з безперервною реєстрацією швидкості руху. Може бути побудований лінійний графік швидкості руху поодинокого легкового або вантажного автомобіля, а також лінійний графік зміни уздовж дороги середньої швидкості руху усього транспортного потоку.

Лінійний графік швидкості руху легкових автомобілів використовується для оцінки безпеки дорожнього руху на основі методу коефіцієнтів безпеки, для оцінки витрати палива і розробки заходів щодо вдосконалення системи організації дорожнього руху.

Лінійний графік середньої швидкості руху транспортного потоку дозволяє виявити можливі місця заторів, використовуючи для цього дані про швидкісні режими різних типів автомобілів, оцінити середній час сполучення і середні експлуатаційні швидкості руху.

Лінійний графік швидкості руху характеризується наявністю місць зниження швидкості. Число таких місць і перепад значень швидкостей на цих ділянках залежать від складності дорожніх умов, умов сприйняття водія засобів організації дорожнього руху. Зниження швидкості руху може бути викликане загальною складністю рельєфу місцевості, наявністю окремих несприятливих для руху ділянок (криві малого радіуса, вузькі мости тощо), поганим станом дорожнього покриття. Застосування лінійного графіка спільно з даними про аварійність, а також діаграми час-шлях (рис. 5.3) дозволяє розробляти рекомендації щодо розташування дорожніх знаків, нанесенню розмітки проїзної частині, призначенню місць установки огорожувань. Особливо ефективно використання усіх видів лінійних графіків швидкостей руху для призначення як загального, так і місцевого обмеження швидкості руху.



*a* – місця і тривалість заторів; *б* – тривалість поїздки (вказана у хв); *в* – рівні зручності руху; *г* – швидкість руху (вказана у км/год); *д* – план дороги і показники кілометрів

Рисунок 5.3 – Діаграма час-шлях

Велика увага при обстеженні доріг повинна приділятися оцінці енергетичних витрат на такій дорозі. Насамперед, це стосується оцінки витрати палива, на яку істотний вплив чинить стан дорожнього покриття і розміри геометричних елементів дороги (табл. 5.2). Під час проїзду криволінійних ділянок у плані радіусами 1500 і 1000 м витрата палива становить відповідно до 105 і 114 %, порівняно з проїздом горизонтальних ділянок. Проектування доріг з радіусами кривих у плані більше 1500 м і з подовжніми ухилами менше 30 ‰ забезпечує економію не менше 7–8 % палива. За відсутності ходової лабораторії, обладнаної відповідною апаратурою, витрата палива під час руху автомобіля по заданій ділянці дороги може бути визначена за допомогою графіків динамічних і економічних характеристик.

Таблиця 5.2 – Вплив розмірів геометричних елементів дороги на витрату палива автомобілів

Швидкість руху, км/год	Відносна витрата палива, %, при подовжніх ухилах, ‰				
	-30	0	+30	+45	+60
Рівномірна	58	100	147	156	166
60...80	48	100	159	-	-
80...100	58	100	164	-	-

Для цього визначають швидкість руху на окремих ділянках і дорожні опори ( $\psi = f + i$ ). Графік динамічної характеристики автомобіля будують з використанням формули

$$Q = \frac{q_e}{735} \frac{\left( \frac{K_n \cdot W \cdot V^2}{3,6^2} + G\psi \right)}{2700\eta_{TP}\rho}, \quad (5.8)$$

де  $q_e$  – питома витрата палива, г/(Вт·год);  $K_n$  – коефіцієнт опору повітря;  $W$  – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну напрямку руху автомобіля, м<sup>2</sup>;  $V$  – швидкість руху, км/год;  $G$  – маса автомобіля, кг;  $\psi$  – дорожні опори;  $\eta_{TP}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії автомобіля;  $\rho$  – густина палива, кг/м<sup>3</sup>.

Для орієнтовного оцінювання витрати палива рекомендують такі залежності при  $V = 60$  км/год:

- при оцінюванні впливу подовжнього ухилу  $i$

$$q_i = 5,035 + 0,7689i - 0,0261i^2; \quad (5.9)$$

- при оцінюванні впливу радіуса кривої в плані  $R$

$$q_R = 4,8081 - 0,001/R + 0,4339/R^2. \quad (5.10)$$

Лінійні графіки для найбільш важливих маршрутів будують через кожні 5 років, що дозволяє виявити тенденцію зміни умов руху на небезпечних ділянках доріг.

### **Питання для самоперевірки**

1. Як організують облік інтенсивності й складу руху по дорозі?
2. Які параметри транспортного потоку і як визначають під час обробки результатів обліку руху?
3. Як оцінюють пропускну здатність дороги?
4. Які параметри руху можна вивчити за допомогою ходової лабораторії?
5. Які показники характеризують міру безпеки й зручності руху?
6. Як проводять дослідження умов праці водіїв?
7. Які параметри руху можна вивчити за допомогою системи інтелектуального відеоспостереження?
8. Які переваги дає використання аерофотознімання при оцінюванні характеристик руху транспортних потоків?
9. Для яких цілей і як будують лінійні графіки швидкостей руху та витрати палива?



## **6 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ З УТРИМАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

### **6.1 Класифікація робіт з ремонту й утримання автомобільних доріг**

Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загально-го користування України П-Г.1-218-113:2009 визначають комплекс заходів з ремонту та утримання автомобільних доріг, споруд, виконання яких забезпечує покращення умов безперебійного й безпечного руху транспортних засобів із розрахунковими швидкостями й навантаженнями, а також їхнє збереження. Система експлуатаційних заходів вміщує утримання доріг, поточний, середній і капітальний ремонт, реконструкцію дороги. Призначення того чи іншого заходу залежить від фактичного стану доріг і умов руху.

Утримання доріг (road maintenance) – це систематичні планові роботи з догляду за дорогою і дорожніми спорудами з метою утримання їх у чистоті й порядку. Усі роботи з утримання доріг здійснюють безперервно протягом року. Улітку виконують цикл робіт, що забезпечує максимальну естетичність; восени – що забезпечує нормальну роботу автомобілів за умов підвищеного зволоження полотна, а також підготовку всіх споруд до зимового періоду. Узимку виконують найбільш трудомісткі роботи – снігозахист і снігоочищення доріг, боротьбу з ковзкістю і випинаннями. Навесні основну увагу приділяють забезпеченню стійкості земляного полотна і дорожнього одягу в розрахунковий період.

Утримання доріг передбачає такі основні роботи:

- а) щодо земляного полотна – планування узбіч, укосів, пропуск води, догляд за смугою відведення;
- б) щодо дорожнього одягу – очищення від пилу, бруду, снігу, льоду, догляд за пучинними ділянками, ущільнення ґрунтових і гравійних доріг;
- в) щодо штучних споруд – очищення мостів і труб від бруду, пропуск льоду, утримання переправ, будівель, догляд за знаками, павільйонами, майданчиками відпочинку.

Крім цього, утримання передбачає облік руху на дорогах, озеленення, технічний облік, інвентаризацію, освітлення й охорону доріг. Утримання не має на меті підвищення експлуатаційних якостей дороги. Воно має плановий характер і здійснюється одразу на всій дорозі.

Поточний ремонт (maintenance) – це систематичні планово-запобіжні роботи з виправлення дрібних деформацій і пошкоджень дороги і дорожніх споруд уздовж усієї дороги. Роботи з поточного ремонту виконують планово цілий рік, але в основному за плюсових температур. Характер цих робіт залежить від сезону.

Основні роботи:

- а) щодо земляного полотна – ремонт дрібних деформацій та пошкоджень, планування укосів та узбіч, ремонт системи водовідведення;

б) щодо дорожнього одягу – ремонт тріщин, вибоїн, швів, кромок, відновлення шорсткості покриттів, поперечного профілю ґрунтових і гравійних доріг без додавання матеріалів;

в) щодо штучних споруд – ремонт настилу, перил, стояків, дренажних пристроїв, у будинках – ремонт стін, стель, перегородок, вікон, покрівлі, санвузлів, ремонт і встановлення знаків.

Середній ремонт (average repair) – періодично виконувані роботи на окремих ділянках, спрямовані на відновлення окремих експлуатаційних якостей дороги і споруд. Під час середнього ремонту підвищують рівність і шорсткість покриття, відновлюють шар зносу з урахуванням перспективної інтенсивності на період до наступного ремонту. Підвищують міцність дорожніх одягів за допомогою спорудження вирівнювального шару покриття і шару зносу.

Основні роботи:

а) щодо земляного полотна – ремонт і укріплення узбіччя, укосів і резервів, ремонт дренажу, труб, русел біля мостів;

б) щодо дорожнього одягу – улаштування протягом усієї дороги шару зносу, вирівнювання покриття (до 200 м) або підвищення шорсткості відновлення поперечного профілю щебених, гравійних покриттів з додаванням нового матеріалу, урахуванням віражу;

в) щодо штучних споруд – заміна настилів дерев'яних мостів та шляхопроводів, ремонт усіх елементів мостів і труб, підпірних стінок, галерей, регуляційних елементів, ремонт будівель (у разі вартості робіт не більше ніж 30 % від початкової їхньої вартості), установа нових знаків, улаштування огорожі на окремих ділянках, благоустрій розв'язок, майданчиків відпочинку тощо.

Капітальний ремонт (major repairs) – періодично виконувані значні роботи на окремих ділянках, спрямовані на повне відновлення експлуатаційних якостей доріг та споруд. Під час капітального ремонту змінюють зношені конструкції на нові, прогресивні й економічні, перебудовують окремі споруди. Це сприяє підвищенню технічних нормативів у межах такої категорії дороги.

Основні роботи:

а) щодо земляного полотна – перебудова земляного полотна і водовідвідних споруд, різні роботи з підвищення стійкості земляного полотна, улаштування розв'язок в одному рівні;

б) щодо дорожнього одягу – потовщення і розширення (не більше ніж на одну смугу) на старих ділянках, улаштування нового одягу на ділянках, що перебудовуються, укладання асфальтобетону на цементобетонне покриття, суцільне перемощення бруківок;

в) щодо штучних споруд – перебудова старих мостів, улаштування галерей, тунелів, підпірних стінок, укріпних споруд, перепланування будівель, нових будівель, споруд (АБЗ, баз матеріалів тощо), з'їзди, під'їзди завдовжки до 200 м, сигналізація та освітлення доріг, архітектурне

оформлення доріг, спорудження автопавільйонів, місць відпочинку, тротуарів у населених пунктах.

Реконструкція (reconstruction) – перебудова існуючої автомобільної дороги, пов'язана з підвищенням її техніко-економічного рівня та пропускної спроможності шляхом зміни її основних технічних параметрів. У результаті реконструкції дороги її категорія обов'язково підвищується (крім доріг I категорії, де I-б переводиться в I-а або збільшується кількість смуг руху).

## 6.2 Працездатність доріг та критерії призначення ремонтних робіт

Під працездатністю (working capacity) розуміють властивість дороги забезпечувати безпечний рух автомобілів заданої інтенсивності зі встановленими навантаженням, швидкостями й пропускною спроможністю. Працездатність дороги може бути виміряна строком її служби або числом пропущених автомобілів за строк служби.

Строк служби дороги (service life of car road) – період, за який автомобільна дорога переходить у такий стан, коли щорічні руйнування і знос настільки збільшуються, що стає технічно неможливо або економічно не вигідно підтримувати дорогу в нормальному для руху стані.

Необхідність у ремонті виникає, якщо один або кілька основних техніко-експлуатаційних показників дороги виходять за межі, установлені нормативними документами (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Основні показники для призначення ремонтних строків доріг

Показник (коефіцієнт)	Утримання і поточний ремонт	Середній ремонт	Капітальний ремонт	Реконструкція
Розрахункова швидкість	0,75–1,0	0,5–0,75	≤ 0,5	< 0,5
Запас міцності	≥ 1	≥ 1	< 1	< 1
Рівність покриття	≥ 1	≤ 1		
Зчіпні якості покриття	≥ 1	< 1		
Підсумковий коефіцієнт аварійності	10–20	30–40	> 40	> 40

Працездатність дороги за числом пропущених автомобілів у мільйонах автомобілів

$$P_o = 365 N_{cp} T_p, \quad (6.1)$$

де  $N_{cp}$  – середньорічна середньодобова інтенсивність руху, авт./доб.;  
 $T_p$  – строк служби дороги до реконструкції, років.

Працездатність дорожнього одягу (working capacity underway clothing) – це його властивість забезпечувати безпечний рух автомобілів заданої інтенсивності зі встановленими швидкостями й осьовими навантаженнями. Дорожній одяг працездатний, якщо він забезпечує відповідність показників установленим вимогам (див. табл. 6.1).

Критерієм для призначення капітального ремонту дорожнього одягу слугує такий його стан, при якому міцність настільки мала, що стає економічно неефективним підтримувати експлуатаційні якості проїзної частини на необхідному рівні засобами утримання. Головним критерієм призначення капітального ремонту прийнятий коефіцієнт міцності, значення якого наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Гранично допустимі значення показників міцності дорожнього одягу під час експлуатації

Категорія дороги	$K_m$
I	0,85
II	0,80
III, IV	0,75
V	0,70

Працездатність дорожнього одягу вимірюється терміном її служби або сумарною масою в брутто-тоннах усіх автомобілів, що пройшли по дорозі за термін служби дорожнього одягу

$$P_0 = B_{cp} T_0, \quad (6.2)$$

де  $B_{cp}$  – середньорічна вантажна напруженість, вирахована за середньою інтенсивністю й складом руху;  $T_0$  – міжремонтний термін служби дорожнього одягу, років.

Якщо відома вантажна напруженість у початковому році  $B_1$ , а показник щорічного зростання інтенсивності руху відповідає геометричній прогресії  $q$ , можна користуватися формулою

$$P_0 = B_1 (q^{T_0} - 1) / (q - 1). \quad (6.2)$$

Працездатність покриття – його властивість забезпечувати безпечний рух автомобілів із заданими швидкостями. Покриття працездатне, якщо забезпечує відповідність показників  $K_{cl}$ ,  $K_m$ ,  $K_i$ ,  $K_{зч}$  і  $K_{зн}$  вимогам.

Критерієм призначення ремонту покриття є його стан, при якому рівність, шорсткість, зчіпні якості, знос або один з цих показників досягли таких значень, що стає неможливим або економічно недоцільним підтримувати їх на необхідному рівні засобами утримання.

Щоб довести ці показники до необхідного рівня, треба поліпшити рівність, шорсткість і зчіпні якості покриття. Зазвичай, цього досягають укладанням нового шару зносу або поверхневої обробки. Головним критерієм призначення ремонту прийнятий коефіцієнт зчеплення, значення якого має бути не менше 0,3 для гладкої шини і 0,4 для шини з протектором.

Працездатність дорожнього покриття  $P_n$  обчислюють так, як і працездатність дорожнього одягу. У табл. 6.3 наведено середні дані про працездатність дорожнього одягу і покриття на дорозі з шириною проїзної частини 6...7 м.

Таблиця 6.3 – Середні дані про працездатність дорожнього одягу і покриття на дорозі з шириною проїзної частини 6...7 м

Дорожній одяг і покриття	$P_0$ , млн брутто-т	$P_n$ , млн брутто-т
Цементобетонні	80	20
Асфальтобетонні на щебеневій та цементобетонній основах	40	10
Покриття зі щебеню, обробленого органічними в'язучими	7,5	2,5
Покриття з гравію, обробленого органічними в'язучими	5	2
Гравійне необроблене покриття	0,8...1,2	0,4...0,6

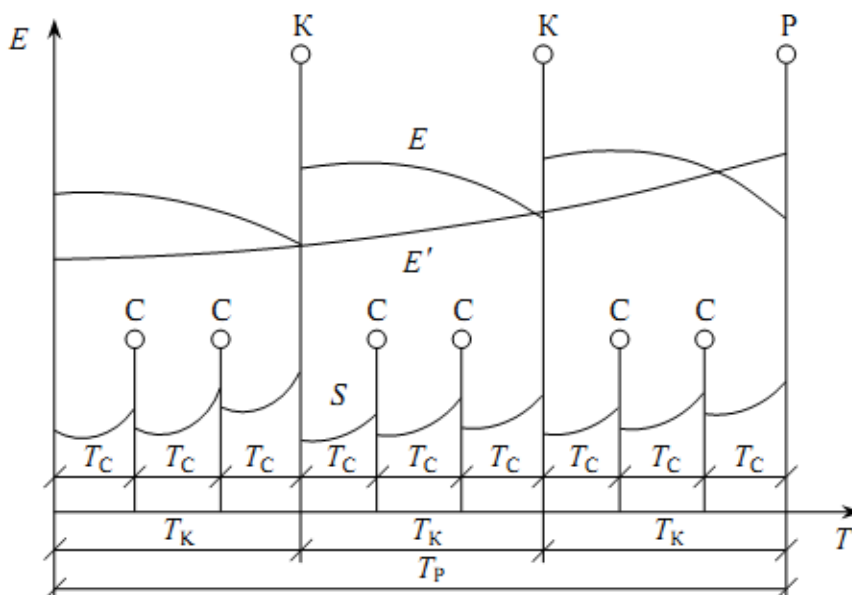
Норми міжремонтних строків служби дорожніх покриттів на дорогах з капітальними і полегшеними дорожніми одягами ухвалюють залежно від інтенсивності руху транспортного потоку в перший рік після побудови або робіт з улаштування шорстких поверхонь під час ремонту доріг (табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – Норми міжремонтних строків служби дорожніх покриттів

Категорія дороги	Інтенсивність руху, авт./доб.	Тип дорожнього одягу	Дорожньо-кліматична зона		
			I–II	III	IV–V
I	понад 10000	Капітальний	14–18	15–19	16–20
II	3000–10000	Капітальний	11–15	12–16	13–16
III	1500–3000	Капітальний	11–15	12–16	13–16
		Полегшений	10–13	11–14	12–15
IV	150–1500	Капітальний	11–15	12–16	13–16
		Полегшений	8–10	9–11	10–12
V	до 150	Перехідний	3–8	3–9	3–9
		Полегшений	8–10	9–11	10–12
		Нижчий	2–4	2–4	2–4

Міжремонтний строк – період від моменту здавання дороги в експлуатацію до першого капітального чи середнього ремонту або період

між двома суміжними ремонтами. Величину цього строку визначають з урахуванням категорії дороги, інтенсивності руху, типу й стану покриття, а також коефіцієнта запасу міцності одягу, який є основним критерієм для призначення виду і обсягу ремонту. Як правило, між двома капітальними ремонтами здійснюють 2–3 середніх ремонту, причому строк до наступного середнього ремонту менший, ніж попередній, що пов'язано зі зростанням інтенсивності руху (рис. 6.1).



С – середній ремонт; К – капітальний ремонт; Р – реконструкція;  $E$  – фактичний модуль пружності;  $E'$  – необхідний модуль пружності;  $S$  – показник поштовхоміра

Рисунок 6.1 – Схема служби доріг [14]

З працездатністю і строками служби дороги та її елементів тісно пов'язана надійність автомобільної дороги.

Надійність автомобільної дороги (reliability of car road) – її здатність забезпечувати безперебійний, цілорічний, цілодобовий, безпечний і зручний рух автомобілів зі встановленими швидкостями і навантаженнями протягом усього терміну служби. При порушенні працездатності по будь-якому з критеріїв настає часткова відмова, коли рух по дорозі ще можливий, але обмежений по одному з показників: швидкості, інтенсивності або складу транспортного потоку.

Загальна відмова на ділянці – стан, при якому рух автомобілів на ній припиняється. Що вище надійність дороги, то вище рівень її якості.

Для розрахунків посилення одягу часто використовують фактичний або очікуваний рівень надійності – відношення довжини ділянок дороги, що не потребують ремонту, до загальної довжини дороги. Рівень надійності визначають, знаючи коефіцієнт запасу міцності одягу і коефіцієнт варіації для міцності та навантаження.

Ефект від виконання ремонтних робіт виявляється в підвищенні транспортно-експлуатаційних якостей дороги, зручності, швидкості й безпеки руху, а отже, у зниженні собівартості перевезень. При цьому витрати на ремонт мають бути перекриті одержаною економією витрат на автомобільні перевезення. Для оцінки ефективності капітального або середнього ремонту використовують готові номограми, що зв'язують витрати на ремонт 1 км дороги, інтенсивність руху, різницю показників собівартості перевезень і показник ефективності ремонтних робіт (відношення економії транспортних витрат до витрат на ремонт).

### 6.3 Планування робіт з утримання та ремонту автомобільних доріг

Принципові рішення щодо вибору основних заходів з утримання і ремонту приймають на основі результатів діагностики та оцінки стану доріг. Проте процес планування не закінчується на стадії вибору принципів рішень. Він триває практично безперервно як безперервний процес експлуатації доріг.

План дорожньо-ремонтних робіт є програмою дій за певною схемою для досягнення однієї або декількох цілей і завдань у реальних умовах їхнього досягнення (рис. 6.2).

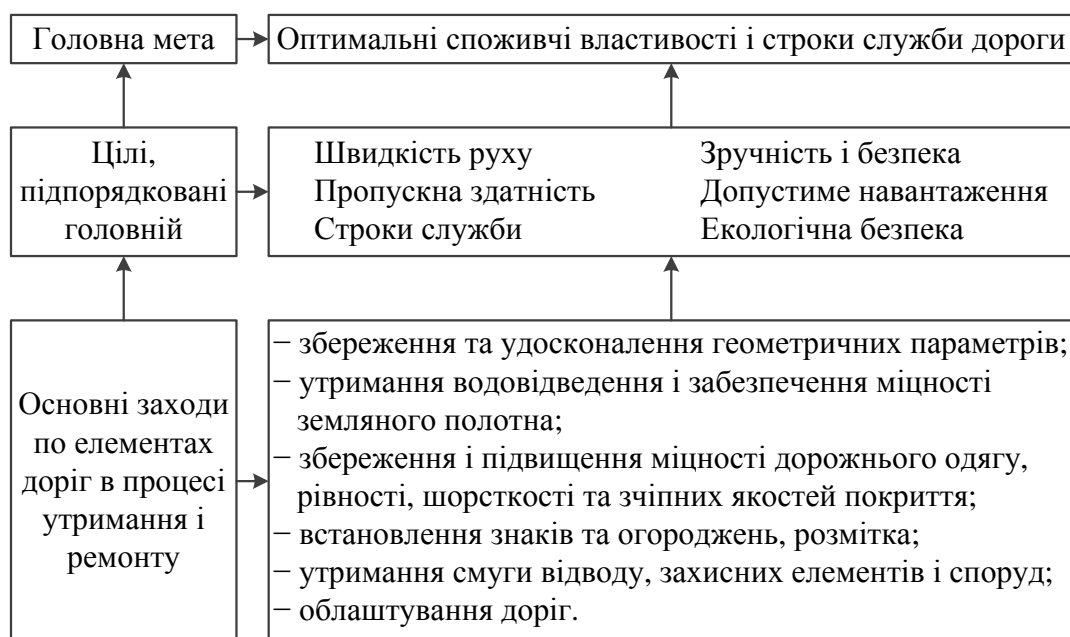


Рисунок 6.2 – Укрупнена схема цілей і задач планування робіт з утримання і ремонту доріг

Головна мета планування робіт з утримання й ремонту полягає в тому, щоб забезпечити оптимальні споживчі властивості й строки служби дороги (service life of car road) під час експлуатації. Планування ремонтних робіт завжди пов'язане з певним числом обмежувальних умов, які необхідно

долати або досить повно враховувати. Основна принципова обмежувальна умова найчастіше полягає в тому, що дорога розглядається як довговічна споруда, що не руйнується в часі. Дійсно, на початковій стадії експлуатації втомні явища, корозія матеріалів дорожніх конструкцій, залишкові деформації та інші дефекти накопичуються поступово, зовні не завжди помітно, особливо для нефахівця. Однак навіть помітні деформації та дефекти хоч істотно погіршують споживчі властивості, але далеко не відразу призводять до перерв руху: важко, але проїхати можна. Тому іноді формується помилкова думка, що дорога може довго функціонувати і без систематичних робіт з утримання й ремонту. У результаті може бути пропущений найнебезпечніший момент, коли повільне накопичення деформацій і дефектів зміниться їхнім бурхливим розвитком, який зажадає значних витрат на їхню ліквідацію.

Окрім основного, економічного, обмеження існує і низка інших обмежувальних умов, які необхідно враховувати:

- обмеження, викликані інтенсивністю руху, яка, зазвичай, найвища там, де ремонтні роботи потрібні передусім;
- обмеження, що диктуються кліматом; багато робіт можуть бути виконані тільки в певну пору року; якісне виконання їх в інший час вимагає великих додаткових витрат;
- недостатність точних даних про стан дороги і причини появи деформацій і руйнувань на окремих ділянках, відсутність науково обґрунтованих методів усунення цих причин і ліквідації їхніх наслідків.

Види і склад робіт з утримання й ремонту доріг, передбачені класифікацією, доповнюють один одного й представляють єдину систему заходів, спрямовану на забезпечення експлуатаційних якостей доріг відповідно до вимог руху. Існує певна послідовність і зв'язок між різними видами ремонту в часі (рис. 6.3).

Під час робіт з утримання дороги виконують усі операції з очищення доріг від пилу і бруду, усувають усі дрібні деформації і руйнування, усувають ковзкість тощо.

При ремонті покриття, окрім робіт, що виконуються в процесі утримання, здійснюють роботи з відновлення шару зносу, рівності, шорсткості і зчіпних якостей покриття.

При ремонті дорожнього одягу виконують його посилення шляхом укладання одного або декількох додаткових шарів.

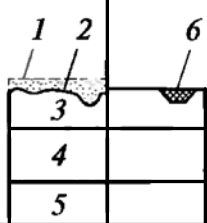

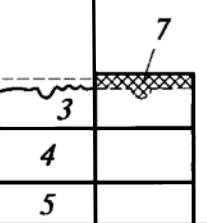
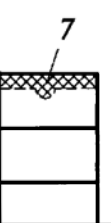
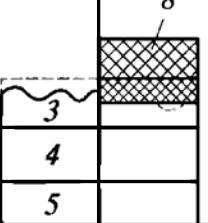
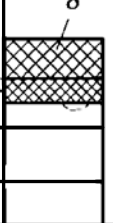
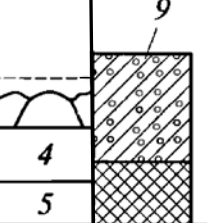
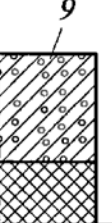
Під час реконструкції старий дорожній одяг (*underway clothing*) може бути повністю замінений новим.

Практично під час розробки програми робіт з утримання й ремонту дороги необхідно як можна повніше обґрунтувати відповіді на такі питання:

- де втручатися, тобто визначити найбільш доцільне місце втручання або ремонту;
- як втручатися, тобто який тип втручання або ремонту здійснити;



- коли втручатися, тобто найбільш доцільний момент або час втручання;
- скільки коштує втручання;
- який буде результат втручання.

Утримання		Ремонт покриття		Ремонт дорожнього одягу		Реконструкція	
До проведення робіт	Після проведення робіт	До ремонту	Після ремонту	До ремонту	Після ремонту	До реконструкції	Після реконструкції
							

1 – шар пілу; 2 – вибоїна; 3 – покриття; 4 – основа; 5 – додатковий шар; 6 – ямковий ремонт; 7 – поверхнева обробка; 8 – шари посилення; 9 – новий дорожній одяг

Рисунок 6.3 – Схема ремонтів дорожнього одягу [4]

На підставі аналізу відповідей на ці питання може бути складена програма дій і робіт для кожної ділянки дороги, усієї дороги загалом або для мережі обслуговуваних доріг.

Досвід показує, що роботи з утримання проїзної частини мало змінюють рівність, зчіпні якості та міцність дорожнього одягу, але помітно впливають на підвищення безпеки руху за рахунок розмітки, установки знаків, ліквідації окремих слизьких місць і так далі, а також помітно впливають на термін служби дорожніх покриттів і одягу за рахунок усунення ям і заливки тріщин. Результатом виконаних робіт є зміна основних споживчих властивостей дороги.

Роботи з ремонту дорожнього покриття покращують рівність і зчіпні якості, що сприяє підвищенню швидкості й безпеки руху, а також пропускної спроможності і строків служби дорожнього покриття.

Роботи з ремонту й посилення дорожнього одягу відновлюють або підвищують усі основні споживчі властивості доріг, у тому числі й допустиме осьове навантаження та строк служби дорожнього одягу.

Варто підкреслити, що приведені результати робіт з утримання і ремонту дорожнього покриття та одягу будуть забезпечені тільки у тому разі, якщо одночасно будуть виконані роботи по усіх інших елементах дороги і усунені дефекти цих елементів, які чинять негативний вплив на споживчі властивості.

Найбільш поширеним способом планування робіт з утримання доріг вважається метод планування, заснований на відомостях дефектів, по яких визначають види і об'єми робіт на кожній ділянці доріг. Відомості дефектів складають при періодичному огляді й оцінці якості утримання доріг.

При цих оглядах складають відомості дефектів земляного полотна, проїзної частини, штучних споруд, облаштування дороги тощо. Крім того, при складанні плану робіт з утримання доріг враховують план заходів щодо пропуску льодоходу і паводку, протипучинних заходів, заходів щодо підвищення безпеки руху, зимового утримання і озеленення. Отримавши види і фізичні об'єми робіт, визначають їхні одиничні вартості, а потім і загальну вартість робіт по кожній ділянці, дорозі або мережі доріг.

Для визначення річних об'ємів робіт з утримання доріг у поточному році і на перспективу часто застосовують методику, засновану на циклічній системі робіт з утримання доріг. Суть її полягає в тому, що кожен вид робіт з утримання доріг періодично повторюється на кожній ділянці дороги через певний проміжок часу, який називається тривалістю циклу  $T$  і вимірюється в роках, а число таких проміжків упродовж року називається коефіцієнтом циклу  $K$

$$K = 1/T. \quad (6.3)$$

Таким чином, тривалість циклу характеризує період часу, після закінчення якого ця робота повинна повторюватися на одній і тій же ділянці дороги, а коефіцієнт циклу показує, яке число разів загальний об'єм елемента дороги або яку частку цього елемента необхідно відремонтувати в рік. Наприклад, довжина ділянки дороги, на якій виконується очищення від пилу і бруду, становить  $L = 60$  км. За нормами очищення має виконуватись 4 рази в рік. Це означає, що коефіцієнт циклу  $K = 4$ , а тривалість циклу  $K = 1/T = 1/4 = 0,25$ .

Річний об'єм робіт з очищення ділянки дороги від пилу і бруду становитиме  $L_T = LK = 60 \cdot 4 = 240$  км/рік.

Показники циклічності визначають або на основі статистичної обробки даних обліку виконуваних робіт, або за даними опитування експертів, якими можуть бути досвідчені майстри та інженерно-технічні працівники дорожньо-експлуатаційних організацій. Ці показники можуть бути розроблені для кожної конкретної дороги або автомобільних доріг одного регіону.

Досвід показує, що з основних видів робіт виконуваних у межах утримання доріг показники циклу мають стабільні значення протягом 5–10 років, після чого їх необхідно коригувати (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Тривалість і коефіцієнт циклу основних видів роботи

Види робіт	Тривалість циклу <i>T</i> , років	Коефіцієнт циклу <i>K</i>
Ямковий ремонт обочин, укріплених зв'язним матеріалом	0,5	2
Скошування трави на узбіччях і відкосах	0,33	3
Прочистка водовідвідних каналів, кюветів і водопропускних труб	1	1
Ямковий ремонт покриття	0,33	3
Очистка проїзної частини від різних предметів і сміття	0,007	140
Очистка від пилу і бруду проїзної частини мостів	0,033	30
Горизонтальна розмітка термопластиком	4	0,25
Оновлення вертикальної розмітки	0,33	3

Знаючи обсяги робіт на кожен рік, легко визначити потребу в матеріалах, дорожніх машинах, вартість робіт та інші показники.

### Питання для самоперевірки

1. Які види робіт передбачає утримання доріг?
2. Що таке поточний ремонт доріг?
3. Що таке середній ремонт доріг?
4. Що таке капітальний ремонт доріг?
5. Назвіть основні види робіт, що виконуються під час поточного, середнього і капітального ремонтів.
6. Що таке реконструкція автомобільної дороги?
7. Що називають працездатністю доріг і які критерії призначення ремонтних робіт?
8. У чому суть міжремонтних термінів дорожнього одягу і покриттів?
9. Які принципи планування робіт з утримання й ремонту доріг?
10. У чому полягає планування за циклічною системою робіт?

## **7 ЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В РІЗНІ ПОРИ РОКУ**

### **7.1 Охорона автомобільних доріг та обмеження руху у весняну пору**

Для підтримки нормальних умов руху по автомобільних дорогах велике значення має дотримання правил користування автомобільними дорогами, охорона дороги і дорожніх споруд. Охорона доріг загального користування забезпечується відповідними дорожніми організаціями, органами внутрішніх справ і місцевою адміністрацією. Основною вимогою цих правил є дозвіл руху по автомобільних дорогах транспортних засобів, що гарантують безпеку дорожнього руху (safety of road motion), збереження дороги і дорожніх споруд.

Найбільш частим порушенням є виїзд на дороги загального користування гусеничних тракторів, що руйнують дорожній одяг, дорожнє покриття й узбіччя. Іншим прикладом порушень є виїзд на дороги загального користування великогабаритних сільськогосподарських машин без спеціального супроводу Національної поліції України, що створюють небезпечні умови руху й затори. Для дорожніх споруд велику небезпеку становить рух великогабаритних великовантажних транспортних засобів. Тому Правилами дорожнього руху передбачається обов'язкове узгодження маршруту і часу проїзду таких транспортних засобів.

Велику небезпеку для руху транспортних засобів можуть становити вантажі, що тимчасово зберігаються на узбіччях, без спеціальної огорожі й облаштування їх знаками, тому забороняється використання узбіччя для перевалювання вантажів.

Згідно з Правилами дорожнього руху, потрібне узгодження з дорожніми службами щодо можливості використання землі в межах смуги відведення, власниками якої є дорожні служби.

Жорстке дотримання всіх вимог правил охорони автомобільних доріг має забезпечуватися у весняний період, коли дорожній одяг і дорожні споруди знаходяться в найбільш ослабленому стані.

У земляному полотні доріг, розташованих у районах з характерними лютими зимовими морозами і дощовою осінню, відбувається значний перерозподіл вологи. Вода, що переміщується від низу до верху, від високих значень температури (з талих шарів ґрунту) до низьких (до основи дорожнього одягу) накопичується в ґрунті у вигляді кристалів льоду. Різниця температур коливається в межах від +4...6 °С на рівні ґрунтових вод до негативних температур у мерзлій зоні ґрунту.

Переміщення води в ґрунті, що промерз, відбувається по плівках, які обволікають ґрунтові частинки, від тепліших частинок до холодніших; шляхом конденсації на поверхні охолоджених ґрунтових частинок водяної пари; по тонких капілярах. Переміщення вологи та її накопичення в мерзлому ґрунті найінтенсивніше відбувається в пилуватих ґрунтах, що мають

велику кількість частинок розміром 0,002...0,05 мм. Кількість вологи, що накопичується у вигляді льоду, залежить від швидкості підйому води до ґрунту, який промерз.

Накопичення крижаних прошарків в основі дорожнього одягу протягом зими викликає збільшення об'єму ґрунту і нерівномірне пучення поверхні проїзної частини. Навесні під час танення льоду основа перезволожується, і дорожній одяг втрачає міцність. Проїзд важких транспортних засобів у цей період може призвести до просідання, утворення тріщин і навіть проломів дорожнього одягу.

У річному циклі розрізняють такі періоди стану дорожнього одягу:

- первинне перезволоження земляного полотна поверхневим стоком і ґрунтовими водами восени;
- інтенсивний перерозподіл вологи взимку і скупчення її в ґрунті земляного полотна, що промерз; у цей період відбувається пучення поверхні дорожнього покриття (зазвичай, на висоту 5...10 см, іноді 30 см);
- нерівномірне відтавання (розтин пучини) весною з появою великої кількості води під дорожнім одягом при швидшому її прогріванні під променями сонця, порівняно з прогріванням земляного полотна, ще покритого снігом. Цей період найбільш небезпечний з погляду збереження дорожнього одягу;
- відновлення нормального водного режиму земляного полотна й дорожнього одягу.

Пучиноутворення викликає значні руйнування дорожнього покриття і всього дорожнього одягу. Ці руйнування стають ще істотнішими при інтенсивному русі на дорозі й наявності у складі транспортного потоку автомобілів великої маси.

Для забезпечення збереження дороги службами експлуатації та організації дорожнього руху передбачається низка заходів, залежних від інтенсивності руху на дорозі й можливості обмеження проїзду.

Як тимчасові заходи вводять обмеження або закриття проїзду важких вантажних автомобілів на період найбільшого перезволоження низу дорожнього одягу, а також розробляють інженерні заходи щодо зменшення навантаження на пучинистих ділянках дорожніх покриттів. Радикальною мірою є повна перебудова пучинистих ділянок.

Вибір заходів щодо забезпечення збереження дорожнього одягу у весняний період здійснюють за наслідками обстеження міцнісних характеристик дорожнього одягу і ґрунтів земляного полотна.

На основі таких обстежень встановлюють фактичне значення модуля пружності дорожнього одягу  $E_\phi$ , яке порівнюють з потрібним значенням  $E_{II}$  (див. табл. 1.6). При співвідношенні  $E_\phi < E_{II}$  на дорозі передбачають обмеження проїзду важких автомобілів.

Орієнтовна оцінка стану дорожнього одягу може бути здійснена також за прогинанням, що вимірюють прогиноміром.

При плануванні обмеження або закриття проїзду по дорозі аналізують прогноз температури повітря на місяць вперед. Крім того, щодня аналізують темпи танення води в ґрунті земляного полотна.

Проїзд закривають у момент початку найбільш інтенсивного танення води в ґрунті і різкого підвищення температури повітря. При цьому важлива візуальна оцінка стану проїзної частини.

Першими ознаками танення льоду під дорожнім одягом є темні вологі плями на поверхні дорожнього покриття, особливо помітні на щебених покриттях, оброблених в'язучими. Дорожні покриття покриваються сіткою тріщин через наявність під дорожнім одягом розрідженого ґрунту.

Зазвичай, у працівників дорожньо-експлуатаційної служби, за досвідом минулих років, є інформація про ділянки, найбільш схильні до пучення. Такі ділянки закривають в першу чергу. Про закриття дороги або окремих ділянок на певний період дорожньою службою здійснюється завчасне інформування в засобах масової інформації.

При неможливості повного закриття руху на дорозі виконуються інженерні заходи для запобігання руйнуванню дорожнього одягу. Основне призначення цих заходів – зниження навантаження на дорожній одяг.

Найбільш істотними є такі заходи: підняття низу дорожнього одягу над горизонтом ґрунтових вод; заміна пучинистого ґрунту високоякісним ґрунтом; устрій досконалих дренажних споруд; устрій теплоізоляційних шарів. Повна ліквідація пучини можлива тільки після проведення всього комплексу заходів.

## **7.2 Захист автомобільних доріг від снігу**

Зимовий період є найбільш складним з погляду організації дорожнього руху (organization of road motion) і всього транспортного процесу.

Великі труднощі для руху виникають у районах з інтенсивними сніжними осіданнями. Накопичення снігу призводить до значного зниження швидкостей руху, а на ділянках снігозанесення в період великих сніжних опадів – до повного припинення руху. Існуючий у різних країнах досвід показує неможливість повного запобігання накопиченню снігу навіть за наявності потужних снігоприбиральних машин. У низці випадків на дорогах нижчих категорій за певних кліматичних умов й інтенсивності руху доцільне збереження снігу, добиваючись його хорошого ущільнення.

Наявність сніжного покриву на проїзній частині необхідно враховувати при організації дорожнього руху введенням обмеження швидкості на всьому протязі дороги і, особливо, на небезпечних ділянках, де можливі занесення автомобіля. З метою правильності вибору заходів щодо попередження занесення дороги снігом проводять обстеження дороги в зимовий період та аналізують дані багаторічних спостережень за сніжними осіданнями, накопичені на метеостанціях.

Існують три форми сніжних опадів, що приводять до появи сніжного покриву на проїзній частині дороги: снігопад без перенесення вітром раніше випавшого снігу; завірюха без випадання нового снігу; снігопад у поєднанні з вітром, що переміщує раніше випавший сніг.

При другій і третій формах на дорогах утворюються сніжні занесення. Їхні виникнення залежать від таких чинників: швидкості й напрямку вітру; кількості приношеного вітром снігу; рельєфу навколишньої місцевості; наявності снігоутримувальних перешкод.

Накопичення снігу відбувається при різкому зменшенні швидкості вітру в окремих зонах біля дороги. Сухий, рихлий сніг переноситься при швидкості вітру 3...4 м/с. Найбільш схильні до сніжних занесень ділянки дороги, вісь яких розташована перпендикулярно переважаючому зимою напрямку вітру. Небезпека занесення відсутня при кутах між напрямом вітру і віссю ділянок дороги менше 20...30°.

Для правильного вибору заходів щодо снігозахисту доріг визначається кількість приношеного до дороги снігу, м<sup>3</sup>/м:

$$Q_n = 0,012 \sin \alpha \sum_{i=1}^n q_i t_i; \quad q = 0,013 w^3, \quad (7.1)$$

де  $\alpha$  – кут між напрямом вітру і напрямом снігозахисних огорож;  $q_i$  – інтенсивність перенесення снігу, г/см;  $t_i$  – тривалість завірюхи, год, інтенсивністю  $q_i$ ;  $w$  – швидкість вітру, змряна на висоті 10 м над поверхнею землі, м/с;  $n$  – число випадків сніжних занесень при різній інтенсивності  $q_i$  протягом зими.

Загальний об'єм снігопереносу дорівнює сумі об'ємів снігу, нанесеного до дороги з різних напрямів:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\alpha 1} + Q_{\alpha 2} + Q_{\alpha 3} + \dots + Q_{\alpha n}. \quad (7.2)$$

Формули (7.1)–(7.2) застосовувані при  $w = 8...20$  м/с і  $\alpha > 30^\circ$ .

З метою недопущення занесення дороги снігом необхідна розробка комплексу заходів двох видів: направлених на попередження занесення і оперативних робіт зі снігоочищення.

Найбільш дієвим є правильне проектування траси дороги по відношенню до пануючого зимою напрямку вітру. При неможливості зменшення кута між віссю дороги і напрямом вітру дорогу проектують у насипі. Піднесення брівки насипу над поверхнею землі, м, повинно бути не менше

$$H = H_{сн.н} + \Delta H, \quad (7.3)$$

де  $H_{сн.н}$  – найбільша висота сніжного покриву в районі прокладання дороги, м;  $\Delta H$  – перевищення насипу над сніжним покривом, необхідне

для підвищення швидкості вітру до значення, при якому не відбувається відкладення снігу, м.

Значення  $H$  рекомендується приймати у 2–2,5 рази більше багаторічної висоти сніжного покриву в такому районі. Сніговідкладення у насипу не відбувається при крутизні укосу сніжного шлейфу 1:5 – 1:6. Найбільш схильні до занесення снігом виїмки. Менш заносяться глибокі виїмки, оскільки багато снігу відкладається на укосах, що мають велику площу. Глибину снігонезаносної виїмки визначають за формулою

$$H_e = \sqrt{\frac{Q_n}{0,3}} c \rho, \quad (7.4)$$

де  $Q_n$  – кількість снігу, приношеного до дороги, м<sup>3</sup>/м;  $c$  – коефіцієнт, залежний від напрямку вітру;  $\rho$  – щільність снігу на укосах виїмок, кг/м<sup>3</sup>.

Для снігозатримання використовують комплекс огорож (табл. 7.1). У деяких районах з постійним напрямом зимових вітрів влаштовують снігозахисні огорожі, кам'яні й бетонні стіни, а в гірських районах – снігозахисні галереї.

Таблиця 7.1 – Характеристика снігозахисного комплексу огорож

Вид снігозахисної огорожі	Характеристики снігозахисної огорожі	Об'єм снігозатримання, м <sup>3</sup> /м
Чагарникові лісонасадження	Смуги розподіленої конструкції	100
Дворядні снігозатримувальні огорожі	Просвічуваність огорож – 50...70 %	90...95
Трирядні лінії (два ряди снігозатримувальних огорож і один ряд ґратчастих щитів з боку поля)	Просвічуваність огорож – 50...70 %, ґратчастих щитів – 50 %	90...95
Дворядні ґратчасті щити	Просвічуваність ґратчастих щитів – 57 %	90...95
Однорядні снігозатримувальні огорожі	Просвічуваність снігозатримувальних огорож – 50...65 %	70...85
Однорядні ґратчасті щити	Просвічуваність ґратчастих щитів – 57 %	65

Найнадійніше захищають дорогу від снігу лісонасадження. Тип дерев і чагарників, з яких складають снігозахисні смуги, вибирається за такими ознаками: умови зростання в такій місцевості; темпи зростання; снігозахисні властивості (тіснота розташування гілок і густина крони).

Важливою роботою, що виконується дорожньо-експлуатаційними службами, є очищення дороги від снігу, що забезпечує безперебійний,



безпечний і зручний рух транспортних засобів (transport vehicle) із заданими швидкостями й навантаженнями.

Існують такі способи снігоочищення: патрульна; посилена; прибирання зосереджених мас снігу; авральна.

Основним снігоочищувальним заходом є патрульний спосіб очищення дороги, який полягає в очищенні дороги шляхом регулярних проїздів (патрулювання) снігоочищувальних машин протягом всього часу продовження завірюхи або інтенсивного снігопаду. Чергування бригад, що працюють на патрульному очищенні з метою оперативного виконання роботи, організовується цілодобово.

Потреба в кількості снігоприбиральних машин залежить від об'єму робіт з прибирання снігу, терміну їхнього виконання і продуктивності машин

$$n = \frac{Q_{np}}{P_e T_{од}}, \quad (7.5)$$

де  $Q_{np}$  – об'єм снігу, що треба прибрати за один цикл снігоочищення на даній ділянці дороги, м<sup>3</sup>;  $P_e$  – експлуатаційна продуктивність однієї снігоприбиральної машини, м<sup>3</sup>/м;  $T_{од}$  – час, протягом якого необхідно виконати очищення дороги від снігу, год.

У формулі (7.5) величина  $T_{од}$  залежить від адміністративного значення дороги: для доріг загальнодержавного значення і під'їздів до лікарень  $T_{од} = 2...4$  год; для доріг місцевого значення  $T_{од} = 6...8$  год; для решти доріг  $T_{од} = 4...6$  год.

Продуктивність снігоприбиральних машин така: автогрейдерів 250...800 м<sup>3</sup>/год; бульдозерів 400...600 м<sup>3</sup>/год; роторних снігоочисників 1300...2000 м<sup>3</sup>/год.

Для хорошої видимості снігоприбиральних машин на дорозі їх забарвлюють у яскраво-оранжевий колір. Під час роботи вмикають сигнальні маяки.

### 7.3 Підвищення зчіпних якостей дорожніх покриттів

Найважливішим завданням служби експлуатації автомобільних доріг є підтримка високих зчіпних якостей дорожніх покриттів. Зчіпні якості дорожніх покриттів міняються протягом експлуатації автомобільних доріг, тому разом із забезпеченням шорсткості нового дорожнього покриття застосовують методи, що дозволяють підвищити шорсткість дорожніх покриттів (roughness of pavement), що знаходяться в експлуатації.

Високі зчіпні якості нових дорожніх покриттів забезпечуються застосуванням каркасного асфальтобетону (вміст щебеню 50...65 %). На такому дорожньому покритті коефіцієнт зчеплення більше 0,5.

Останніми роками широкого поширення набуло будівництво шорсткого покриття із заглиблюванням щебеню, обробленого бітумом, у дрібнозернистий асфальтобетон. Достоїнствами цього методу є простота здійснення і досягнення необхідного коефіцієнта зчеплення відразу після укладання асфальтобетонної суміші. При цьому тривалий час не потрібний устрій поверхневої обробки. Для заглиблювання використовується гранітний щебінь розміром 18 або 12 мм, оброблений бітумом. Витрата щебеню – 12 кг/м<sup>2</sup>.

Дрібнозернистий асфальтобетон, у який заглиблюється щебінь, має такий склад: щебінь розміром 9,5...15 мм – 30 %; пісок – 51,7...54,7 %; мінеральний порошок – 7,9...9,9 %; бітум – 7,4... 8,4 %.

Для устрою такого дорожнього покриття застосовується така технологія. Спочатку укладають дрібнозернисту асфальтобетонну суміш. Слідом за укладальником рухається самохідний розподільник щебеню, потім катки різної маси, що ущільнюють суміш і заглиблюваний щебінь.

У США запропонований дренальний шорсткий дорожній одяг, що складається з трьох конструктивних шарів: нижнього водонепроникного, такого, що укладається з великим поперечним ухилом для відведення води, і два дренальних, укладених без поперечного ухилу. Перевагами такого покриття є швидке видалення води із зони контакту шини з дорожнім покриттям, попередження аквапланування; висока шорсткість дорожнього покриття; відсутність бризок при проїзді вантажних автомобілів.

Різка зниження аварійності на вологому дорожньому покритті (у 5 разів) досягається у разі, коли шар зносу укладають із суміші, що містить 76 % кам'яного матеріалу розміром до 9 мм і 15 % бітумній емульсії.

У деяких країнах для отримання високого коефіцієнта зчеплення дорожнього покриття відразу ж після укладання в гарячий асфальтобетон заглиблюють роздроблений пісок.

Розроблені бітумні шлами, що укладаються як верхній шар зносу і зчеплення, що забезпечують коефіцієнт, 0,4...0,6. Коефіцієнт зчеплення збільшується при заглибленні в шлам щебеню розміром 5...10 або 10...15 мм. Бітумні шлами можна застосовувати тільки при інтенсивності руху не більше 3000 авт./доб.

Підвищення коефіцієнта зчеплення звичайного асфальтобетонного покриття може бути досягнуте шляхом введення в асфальтобетонну суміш добавок з полімерних матеріалів.

Заходи щодо підвищення зчепних якостей дорожніх покриттів можна підрозділити на періодично повторювані й повсякденні.

До періодично повторюваних заходів належить поточний ремонт, видалення хвиль і гребінки, відновлення шарів зносу з вирівнюванням поперечного профілю, шорстку поверхневу обробку, зміцнення узбіч, устрій твердих покриттів на з'їздах, в'їздах і перетинах. До повсякденних заходів відносяться регулярне очищення дорожнього покриття, розсип кам'яного відсіву в жаркий час по виступаючому бітуму, боротьба з ожеледицею і сніжними занесеннями.

Для підвищення коефіцієнта зчеплення дорожніх покриттів, що знаходяться в експлуатації, найчастіше проводять поверхневу обробку, яка призначається для підвищення не тільки коефіцієнта зчеплення, але і міцності всього дорожнього одягу. Застосовується одиночна і подвійна поверхнева обробка. Поверхневу обробку виконують таким чином. На відремонтоване і ретельно очищене дорожнє покриття розливають органічне в'язуче (бітум або дьоготь) у кількості 0,5...0,8 л/м<sup>2</sup>. Потім розсипають щебінь, оброблений бітумом, і ущільнюють його. Температура розливу бітуму 60...80 °С. Якнайкращу шорсткість забезпечує застосування однорозмірного щебеню кубовидної форми розміром 5...10; 10...15; 15...20 мм. Роботи повинні виконуватися тільки в суху погоду. Температура повітря повинна бути не нижче +15 °С. Осінні роботи закінчуються за 15–20 днів до настання дощового і холодного періоду. Рух після виконання обробки відкривається через 7...8 год.

Протягом 10–15 діб після виконання поверхневої обробки швидкість руху обмежується до 30...40 км/год. Це пов'язано з тим, що при русі автомобілів відбуваються остаточне ущільнення й формування дорожнього покриття.

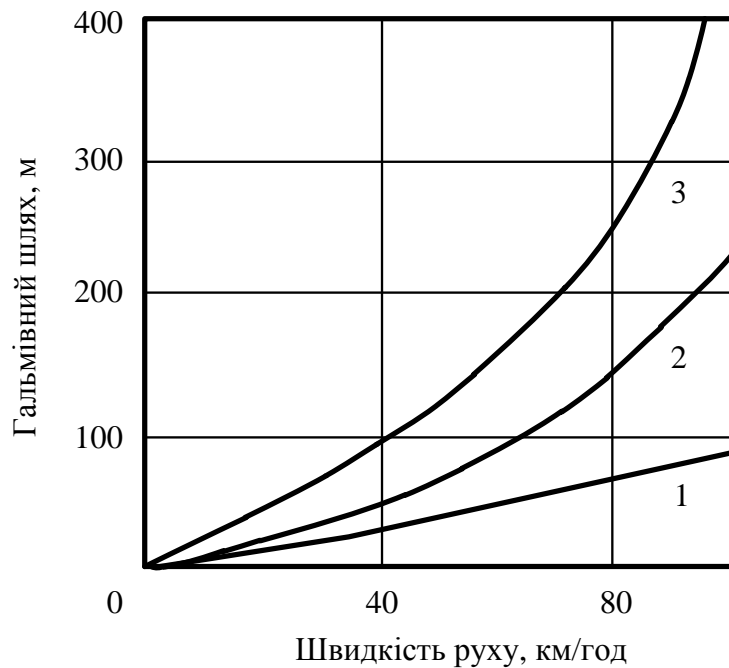
Найнебезпечнішою є поява вільних щебінок, що вириваються автомобілями, що їдуть з великою швидкістю. Відлітаючі щебінки можуть потрапити у вітрове скло. Тому необхідно строго контролювати виконання водіями введеного обмеження швидкості руху. Особливо важливо це в холодну погоду, коли ймовірність виривання щебінки найбільша.

Різке зниження коефіцієнта зчеплення спостерігається в осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди при появі на поверхні дорожнього покриття ожеледиці.

Погіршення стану дорожнього покриття призводить до різкого збільшення гальмівного шляху (рис. 7.1).

Для боротьби із зимовою слизькістю дорожнього покриття застосовуються різні методи. Найширше використовується розсип піску з розміром частинок 0,2...5 мм, що мають кубічну форму і гострі грані. Можуть застосовуватися також паливні роздроблені металургійні шлаки, відсів тощо. Для попередження змерзання частинок піску, попередження скидання його з дорожнього покриття автомобілями і здування вітром додають гігроскопічні солі (хлорид натрію або хлорид кальцію). Витрата солі 30...40 кг на 1 м<sup>3</sup> піску. Така суміш піску з сіллю добре утримується на проїзній частині.

Радикальним методом боротьби із зимовою слизькістю є запобігання появі на дорожньому покритті кірки снігу і льоду або повне її видалення. З цією метою у багатьох країнах широко застосовують розчини солей. Проте існує думка про їхній шкідливий вплив на навколишнє природне середовище і прискорення корозії кузова автомобіля.



1 – сухе покриття; 2 – брудне покриття; 3 – обмерзле покриття

Рисунок 7.1 – Залежність гальмівного шляху від швидкості руху при різному стані дорожнього покриття

Обігрів дорожнього покриття є найбільш енергоємним і дорогим методом видалення льоду, тому його застосовують, зазвичай, на міських дорогах (на шляхопроводах, естакадах, де раніше з'являється ожеледиця).

У Швейцарії запропонований новий матеріал Verglimit, що перешкоджає утворенню ожеледиці. Цей матеріал випускається у вигляді багат шарових гранул, які в кількості 5...6 % додають в асфальтобетонну суміш. Розмір гранул до 5 мм. У кожній гранулі є хлорид кальцію.

Під дією коліс автомобілів, що рухаються, відбувається стирання гранул і вивільнення хлориду кальцію, який перешкоджає появі кірки льоду на дорожньому покритті.

Матеріал може бути застосований тільки при інтенсивності руху не менше 5 000 авт./добу і зносі дорожнього покриття приблизно 1 мм/рік. На бетонному покритті матеріал Verglimit не дає ефекту. Цей матеріал особливо ефективний з погляду охорони навколишнього природного середовища, оскільки кількість хлориду кальцію, що витрачається на одиницю площі, значно менше, ніж при використанні інших методів боротьби зі слизькістю, а отже, і менший його вплив на навколишнє природне середовище.

Дуже ефективним і економічним є реагент проти ожеледиці, що не надає корозійної дії на кузов автомобіля.

У багатьох країнах для підвищення зчеплення при русі по обмерзлому дорожньому покриттю застосовують шини із шипами. Проте після декількох років експлуатації більшістю країн ухвалено рішення про

заборону широкого застосування таких шин, оскільки ними були викликані серйозні руйнування дорожніх покриттів. Застосування шин із шипами дозволене тільки на автомобілях швидкої медичної допомоги і спеціальних автомобілях.

При виконанні робіт, спрямованих на підвищення зчіпних якостей дорожнього покриття, велика увага повинна приділятися питанням організації дорожнього руху в місці виконання робіт з метою забезпечення безпеки як працівників, так і проїжджаючих автомобілів.

#### **7.4 Підтримання високих транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг в період інтенсивних перевезень**

Важкі умови транспортної роботи доріг виникають в період інтенсивних перевезень під час вивозу урожаю. Як правило, різке збільшення інтенсивності руху спостерігається на всій мережі доріг, розташованих у сільськогосподарських районах. Особливістю роботи доріг в цих умовах є те, що їхні елементи не розраховані на пропускання інтенсивних потоків транспортних засобів.

Зазвичай, прибиральні кампанії продовжуються короткий період, до цього періоду повинні ретельно готуватися служба експлуатації доріг і служба організації дорожнього руху.

До початку інтенсивних перевезень необхідне виконання таких заходів: поліпшення стану узбіч і проїзної частини; посилення дорожнього одягу і штучних споруд; розробка схем організації руху в місцях скупчення автомобілів; складання і установка на дорогах маршрутних схем.

Початку робіт з поліпшення дорожніх умов мають передувати обстеження маршрутів руху найбільш інтенсивних транспортних потоків, під'їздів до полів і до елеваторів або пунктів здачі урожаю. Під час таких обстежень оцінюється стан проїзної частини, об'єми робіт у місцях найбільших руйнувань дорожнього покриття, стан узбіч, потреба в дорожніх знаках тощо.

Важливими роботами є усунення нерівностей дорожнього покриття, вирівнювання узбіч, очищення водовідвідних і водопропускних споруд. При усуненні ям і вибоїн, як правило, використовують місцеві матеріали. На узбіччях ліквідовують колійність, при цьому відмітка поверхні узбіччя має відповідати відмітці проїзної частини. Роботи, зазвичай, виконують автогрейдером.

Необхідна також профілізація літніх шляхів, що прокладаються в межах смуги відведення уздовж основних доріг. Літні шляхи використовуються для проходу гусеничних тракторів, перегону комбайнів й інших сільськогосподарських машин, що мають велику ширину. Відведення таких машин на літні шляхи дозволяє уникнути заторів на основній дорозі.

На період інтенсивних перевезень службою експлуатації доріг повинен формуватися механізований загін для підтримки хорошого стану ґрунтових доріг і доріг з покриттями нижчого типу.

Для попередження руйнування мостів розробляють маршрути руху важких автомобілів в обхід мостів з недостатньою вантажопідйомністю. При неможливості позначки маршрутів в обхід таких мостів, як виняток, передбачають оперативні заходи щодо підвищення вантажопідйомності окремих мостів.

Велика увага приділяється питанням організації дорожнього руху і особливо розміщенню показників напрямків руху. Це викликано тим, що на період прибиральних кампаній притягується велика кількість водіїв, котрі тимчасово прибувають з інших районів країни, не знайомих з місцевою дорожньою мережею. Установлюють показники напрямків руху до елеваторів або приймальних пунктів, знаки обмеження швидкості на ділянках, де з будь-яких причин виявилось не відремонтованим дорожнє покриття, знаки, що вказують допустиме навантаження на мостах тощо.

Місцями можливих заторів є під'їзди до елеваторів. На них влаштовують спеціальні смуги для відстою, передбачають достатньо місця для розвороту.

Служба організації дорожнього руху спільно з працівниками ДАІ МВС України на період прибиральної кампанії повинна взяти під щоденний контроль маршрути перевезень урожаю.

Завчасне здійснення вказаних раніше заходів дозволяє забезпечити безперебійний вивіз урожаю без втрат.

### **Питання для самоперевірки**

1. Ким і як здійснюється охорона автомобільних доріг загального користування від пошкодження?

2. Чому у весняний період на деяких дорогах вводиться обмеження руху транспортних засобів?

3. Які заходи проводять з попередження заносу дороги снігом?

4. Як підвищити зчпні якості дорожнього покриття?

5. Які методи боротьби зі слизькістю застосовують в осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди?

6. Як забезпечити підтримку високих транспортних якостей дороги в період інтенсивних перевезень?

## 8 ВИБІР ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 8.1 Принципи вибору засобів і методів організації дорожнього руху

Застосування будь-якого засобу регулювання забезпечує зниження аварійності за умови вибирання цього засобу з урахуванням особливостей сприйняття його водієм і урахуванням його впливу на режим руху. В одних і тих же дорожніх умовах зі зміною інтенсивності руху різко змінюються умови роботи водіїв, режими руху всього транспортного потоку, рівні зручності руху. Усе це призводить до зміни вимог до засобів регулювання і вибору їхніх типів. Для кожного з чотирьох рівнів зручності руху характерні свої види дорожньо-транспортних пригод (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Вплив рівня зручності на причини ДТП та вибір засобів регулювання дорожнього руху

Рівень зручності руху	Коефіцієнт завантаження дороги рухом $Z$	Умови руху	Основна причина дорожньо-транспортної події	Засоби регулювання	Розташування знаків і покажчиків
А	0,2	Вільні	Перевищення швидкості руху, втрата управління, неуважність водія	Розмітка проїзної частини; застережливі знаки; напрямні пристрої	Збоку від дороги
Б	0,2...0,5	Поява груп і пачок автомобілів	Неправильний обгін	Знаки і розмітка, що обмежують маневри і застерігають про зміни дорожніх умов; світлові покажчики швидкості руху; багатопозиційні знаки	Збоку від дороги з дублюванням на протилежній стороні дороги
В	0,5...0,75	Обгони утруднені	Недооцінка водіями швидкості автомобіля, що їде попереду, і відстані до нього	Розмітка проїзної частини, що дублюється знаками; острівці; світлофори; багатопозиційні знаки	Збоку від дороги з дублюванням на зустрічній смузі дороги; біля крупних перетинів над проїзною частиною
Г	0,7...1	Суцільний транспортний потік	Недотримання безпечної дистанції руху	Знаки, що рекомендують дистанцію руху; автоматичні системи регулювання; відеокамери; знаки, що дублюють розмітку	Над проїзною частиною з установкою перед ними дублювальних освітлених покажчиків і знаків збоку від дороги

При рівні зручності руху А основними причинами ДТП є перевищення швидкості, втрата управління, неуважність водіїв. Рух здійснюється у вільних умовах з високими швидкостями.

Усе це указує на необхідність широкого застосування засобів регулювання, які попереджають водіїв про дорожні умови, що змінюються. Такими засобами є: розмітка проїзної частини (насамперед, осі дороги і кромки проїзної частини на небезпечних ділянках), попереджувальні дорожні знаки про безпечні швидкості руху, напрямні стовпчики.

При цьому рівні зручності видимість засобів регулювання не обмежується наявністю інших автомобілів на проїзній частині. Тому знаки можуть розташовуватися збоку від дороги. В окремих випадках ефективним може бути обмеження швидкості руху.

При рівні зручності руху Б основною причиною ДТП є неправильний обгін. У цих умовах найбільш ефективними заходами є обмеження обгонів і організація їхнього проведення розміткою, удосконалення способів інформації про це водіїв, регулювання маневрів автомобілів, швидкостей руху всього потоку і окремих груп автомобілів.

Як засоби регулювання застосовуються дорожні знаки, що обмежують обгони різних груп автомобілів; подвійна осьова розмітка проїзної частини, що дозволяє регулювати обгони; попереджувальні покажчики, що світяться; дзеркала. Про початок заборонної розмітки водії попереджаються напрямними стрілками.

Усі покажчики й знаки при такому завантаженні дублюються на протилежній стороні дороги, оскільки у значної частини водіїв, що виїжджають на обгін, відсутня можливість бачити знаки, що стоять збоку від дороги, через наявності інших автомобілів.

При рівні зручності руху В основною причиною ДТП є недооцінка водіями швидкості руху автомобіля, що їде попереду, і в окремих випадках неправильно вибраного інтервалу руху.

При цьому рівні зручності руху необхідно застосовувати знаки, що рекомендують вибір інтервалу руху, і світлові табло, що вказують на безпечні швидкості руху. Необхідно також на окремих ділянках дублювання розмітки проїзної частини дорожніми знаками через її погану видимість при русі в щільному транспортному потоці.

При рівні зручності руху Г рух транспортного потоку відбувається у вигляді безперервної колони із заторами, що часто виникають. У цих умовах основним засобом запобігання ДТП є дотримання водіями безпечного інтервалу між автомобілями.

Як засоби регулювання, що дозволяють здійснення оперативного впливу на рух транспортного потоку, застосовуються автоматичні системи регулювання, світлові табло зі змінною інформацією, повна каналізація руху на перетинах в одному рівні, телебачення. Необхідні дублювання розмітки проїзної частини знаками і установка знаків над проїзною частиною.



Під час розробки заходів щодо організації дорожнього руху не варто орієнтуватися на використання якого-небудь одного засобу регулювання при будь-якому завантаженні дороги рухом. Необхідний гнучкий облік зміни стану транспортного потоку. Найбільш ефективними є засоби регулювання, що дозволяють установлювати змінні залежно від завантаження дороги оптимальні режими руху транспортних засобів.

Практика доводить помилковість думки про відсутність необхідності в розмітці проїзної частини і установці окремих дорожніх знаків при малій інтенсивності руху. Наявність цих засобів регулювання у всіх випадках має передбачатися в проекті дороги. Без нанесення розмітки проїзної частини і встановлення дорожніх знаків дорога не повинна прийматися в експлуатацію.

Таким чином, для вибирання засобів регулювання руху з урахуванням особливостей їхнього застосування на дорогах з різними рівнями зручності може бути рекомендовано:

- побудова лінійного графіка пропускної спроможності;
- побудова лінійного графіка коефіцієнта завантаження дороги рухом;
- виділення характерних рівнів зручності руху окремих ділянок дороги;
- побудова лінійних графіків коефіцієнтів аварійності й безпеки;
- вибирання засобів організації дорожнього руху з урахуванням рекомендацій табл. 8.1.

Для уточнення виду засобів регулювання на окремих небезпечних ділянках разом з лінійним графіком коефіцієнта завантаження дороги рухом має використовуватися графік коефіцієнтів безпеки, побудований з урахуванням графіка вільних швидкостей руху на даній дорозі. Застосування описаних вище лінійних графіків дозволяє більш обґрунтовано вибирати засоби організації дорожнього руху залежно від умов руху.

У міру зростання інтенсивності руху дорожня служба спільно з органами Національної поліції України повинна своєчасно встановлювати додаткові засоби регулювання або замінювати старі ефективнішими відповідно до вказаних рекомендацій. Цей процес потрібно розглядати як обов'язковий.

Усі додаткові витрати на установку нових засобів регулювання швидко окупаються завдяки зниженню аварійності й поліпшенню умов руху.

## **8.2 Вибіркове та поетапне покращення умов руху**

Нерівномірність завантаження рухом окремих ділянок доріг часто викликається місцевими зниженнями пропускної здатності, пов'язаними з невідповідністю елементів дороги вимогам руху. Розглянуті раніше методи організації дорожнього руху виявляються в цьому випадку недостатньо ефективними. Потрібне проведення вибіркової реконструкції дороги для

усунення ділянок, що різко погіршують її транспортно-експлуатаційні якості. Критерієм вибору таких місць можуть слугувати крива зміни швидкостей руху впродовж дороги або побудований на підставі розрахунків лінійний графік пропускної здатності.

Вибіркова реконструкція дороги повинна бути спрямована на усунення найбільш небезпечних місць концентрації ДТП за даними Національної поліції України і дорожньої служби, а також місць заторів і сильних утруднень руху, у яких пропускна спроможність дороги є недостатньою, на вирівнювання епюр швидкостей руху для забезпечення значень коефіцієнтів безпеки не менше 0,7...0,8 (у крайньому разі 0,6).

Для підвищення пропускної здатності окремих ділянок з метою вирівнювання її на всьому протязі автомобільної дороги рекомендуються заходи, що призначаються залежно від коефіцієнта завантаження дороги:

- при  $Z = 0,2$  – устрій зрізань видимості; устрій віражів на кривих, розширення проїзної частини на кривих;
- $Z = 0,2...0,5$  – розширення вузьких мостів; зміцнення узбіч і видалення предметів, що оглядово звужують дорогу; устрій зрізань видимості й збільшення радіусів кривих у плані й профілі; устрій перехідно-швидкісних смуг на перетинах в одному рівні;
- $Z = 0,5...0,8$  – додатково до перерахованих вище заходів устрій каналізованих перетинів і додаткових смуг руху на підйомах;
- $Z = 0,8...1$  – перетрасування ділянки з поліпшенням траси і збільшенням радіусів кривих; на решті ділянок – перераховані раніше заходи.

При виправленні окремих складних ділянок доріг і поліпшенні умов руху по них можна керуватися рекомендаціями з організації дорожнього руху, вказаними в табл. 8.2.

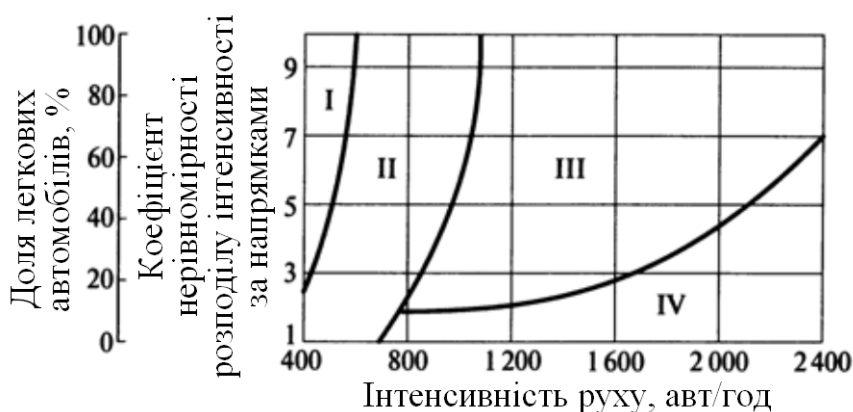
Таблиця 8.2 – Заходи щодо організації дорожнього руху на складних ділянках доріг

Коефіцієнт завантаження	Заходи щодо організації дорожнього руху			
	на підйомах	на кривих в плані	при обмеженій видимості в подовжньому профілі	поблизу автобусної зупинки
1	2	3	4	5
0,2	Осьова розмітка, установлення огорож	Розмітка проїзної частини	Осьова розмітка з розширенням кожної смуги руху на 1 м	Проста «кишеня» без відгонів ширини з майданчиком для пасажирів
0,2...0,5	Устрій розширень у верхній і нижній частинах підйому зі зміцненням узбіч	Розширення проїзної частини з розміткою, забезпечення фактичної видимості 600...700 м	Устрій острівця в межах вертикальної кривої і зміцнення узбіч	Устрій відгонів ширини проїзної частини

Продовження табл. 8.2

1	2	3	4	5
0,5...0,8	Устрій додаткової смуги руху в межах опуклої вертикальної кривої	Устрій розділового острівця по осі проїзної частини	Те ж саме	Устрій розділового острівця
0,8...1	Устрій додаткової смуги руху впродовж усього підйому	Збільшення радіусу кривої	Збільшення радіусу опуклої вертикальної кривої	Установка огорож для пішоходів, збільшення довжини відгону з урахуванням вбудовування в транспортний потік

Для вибору поетапних заходів щодо поліпшення умов руху рекомендується застосування спеціальної номограми (рис. 8.1).



- I – організація двосмугового руху; II – організація трисмугового руху;  
 III – організація реверсивного руху;  
 IV – реконструкція трисмугової дороги в чотирисмугову

Рисунок 8.1 – Номограма поетапного вибору заходів щодо організації руху

У табл. 8.3 і на рис. 8.2 показано приклад поетапного поліпшення умов руху на кільцевому перетині.

Таблиця 8.3 – Заходи щодо поетапного поліпшення умов руху на кільцевому перетині

Інтенсивність руху на в'їзді в години пік, авт./год	Основна схема планування	Коефіцієнт завантаження рухом на виїзді	Заходи, щодо підвищення пропускної здатності в'їзду на кільцевий перетин
1	2	3	4
До 350	Рис. 8.2, а	Менше 0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Те ж саме
		Більше 0,65	Схема в'їзду по рис. 8.2, б, в

Продовження табл. 8.3

1	2	3	4
350–500	Рис. 8.2, б, в	0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Розмітка проїзної частини на в'їзді; установка знаку «Напрямок руху по смугах» на Г-подібній рамі над в'їздом. При $\alpha > 0,4$ схема в'їзду по схемі рис. 8.2, б
		Більше 0,65	Схема в'їзду по рис. 8.2, з, д
500–700	Рис. 8.2, з, д	Менше 0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Розмітка на в'їзді; установка знаку «Напрямок руху по смугах» на Г-подібній рамі над в'їздом. При $\alpha > 0,3$ схема в'їзду по схемі рис. 8.2, з, д
		Більше 0,65	Устрій перетину в різних рівнях
Більше 700	Те ж саме	Більше 0,65	Те ж саме

Примітка.  $\alpha = N_{np} / N_e$ , де  $N_{np}$  – інтенсивність руху в прямому напрямі;  $N_e$  – інтенсивність руху на в'їзді на кільцевий перетин.

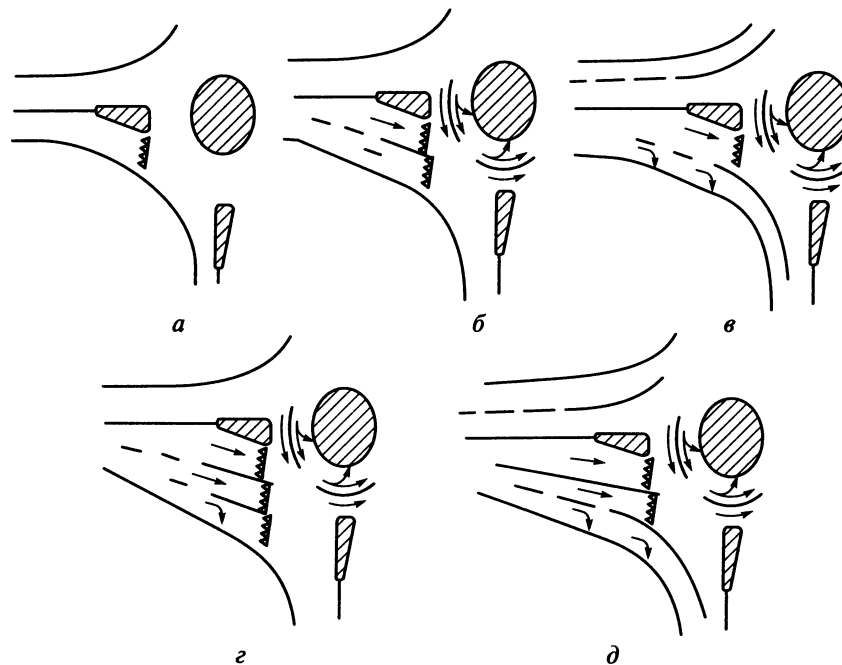


Рисунок 8.2 – Схеми поетапного (а–д) удосконалення планування в'їзду на кільцевий перетин

Проведення зазначених вибіркових заходів дозволяє істотно поліпшити умови руху без великих капітальних витрат.

### 8.3 Облік дотримання вимог охорони навколишнього середовища

Роботи з охорони навколишнього середовища (natural surroundings) охоплюють систему організаційних і технічних заходів, спрямованих на збереження як органічної природи – рослинного і тваринного світу, так і неорганічної – ґрунтового покриву, атмосфери, гідросфери, літосфери. Ігнорування вимог охорони навколишнього середовища при будівництві або експлуатації автомобільних доріг може призвести до порушення екологічної рівноваги, появи ерозії ґрунтів, порушення ландшафту місцевості, заболочування придорожньої території.

Під час обстеження існуючих автомобільних доріг організовують спеціальні бригади, які дають оцінку дотримання вимог охорони навколишнього середовища. Основними завданнями цих бригад є оцінка рівня транспортного шуму і відповідності його нормативному рівню шуму на конкретній ділянці дороги; оцінка ступеня загазованості і задимленості; контроль за проведенням робіт по боротьбі з ерозією ґрунту, за правильним використанням дорожніми службами земель, води, лісів, за дотриманням чинних правил і норм з рекультивації земель, із запобігання забрудненню води, із збереження тваринного і рослинного світу.

На підготовчому етапі обстеження вивчають документи, що відображають роботу, що проводиться на дорозі з охорони довкілля, встановлюють нормативні значення рівня транспортного шуму для конкретних ділянок дороги, з'ясовують переліки підприємств, територія яких прилягає до дороги, вивчають місця розташування баз відпочинку і санаторіїв, лікарень, шкіл, заповідників, кар'єрів, асфальтобетонних і залізобетонних заводів, ремонтних баз тощо, а також місця розташування сільсько-господарських угідь і культур, що вирощуються на них. Крім того, збирають дані про напрям і силу переважних вітрів, стан річок і водоймищ.

Бригади повинні також встановлювати контакти з органами державного контролю з охорони довкілля в районі розташування дороги.

Під час польового періоду вимірюють рівень транспортного шуму і загазованість, а також здійснюють огляд придорожньої смуги. Особлива увага приділяється оцінці рівня транспортного шуму. У результаті постійної, цілодобової дії шуму підвищується нервова напруга жителів придорожніх населених пунктів, знижується продуктивність праці. Дія шуму відбивається на погіршенні їхнього здоров'я.

Транспортний шум нормується еквівалентним рівнем звуку, вимірюваним у децибелах (дБ А). Як допустимий приймається рівень транспортного шуму, дія якого тривалий час не викликає змін фізіологічних функцій, найбільш чутливих до шуму (нервова, серцево-судинна система, стан слуху, суб'єктивне самопочуття).

У приміщеннях житлових будинків, лікарень, на майданчиках відпочинку розрахунковий рівень звуку  $L_{3g}$  не має перевищувати таких значень, дБ А: палати лікарень і санаторіїв, операційні – 2; житлові кімнати:

квартир – 30, у гуртожитках – 35; території лікарень, санаторіїв безпосередньо прилеглих до будівлі – 35; території, прилеглі до житлових будинків, – 45; робочі приміщення проектних організацій і науково-дослідних інститутів – 50; зали аеропортів і вокзалів – 60.

Розрахунковий рівень транспортного шуму в районах, прилеглих до автомобільних доріг, вимірюють на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху на висоті 1,2 м від рівня проїзної частини. Для вимірювання використовується шумомір. Усі вимірювання виконують, передусім, у межах населених пунктів, особливо біля лікарень, санаторіїв, баз відпочинку, шкіл.

Для орієнтовної оцінки рівня транспортного шуму може бути використана спрощена формула

$$L_{екв} = 8,81 \lg N_{\Sigma} - 10 \lg d + 40,5; \quad N_{\Sigma} = N_{\Sigma} + 2N_{лв} + 15N_{вв} + 7N_{ав} + 2N_{м}, \quad (8.1)$$

де  $N_{\Sigma}$  – інтенсивність руху легкових автомобілів, авт./год;  $N_{лв}$  – інтенсивність руху легких вантажних автомобілів, авт./год;  $N_{вв}$  – інтенсивність руху важких вантажних автомобілів, авт./год;  $N_{ав}$  – інтенсивність руху автобусів, авт./год;  $N_{м}$  – інтенсивність руху мотоциклів, год;  $d$  – відстань від осі найближчої смуги руху до розрахункової точки, м.

Численні спостереження показують таку залежність рівня транспортного шуму від інтенсивності руху:

Інтенсивність руху, авт./год.	50	100	200	300	500	1000	2000	3000
Рівень транспортного шуму, дБ А	65	68	70	72	74	77	78	80

На основі виміряного або обчисленого рівня транспортного шуму будують лінійний графік зміни еквівалентного рівня шуму в районі житлової забудови уздовж автомобільної дороги. При побудові цього графіка використовують дані про прогноз інтенсивності руху транспортного потоку, поперечні профілі, подовжні ухили, плани траси, типи дорожнього покриття, характер прилеглої забудови (з урахуванням перспективи її розвитку).

Після аналізу лінійного графіка рівня транспортного шуму розробляють заходи щодо зниження впливу транспортного шуму, основними з яких є: будівництво шумозахисних споруд; посадка шумозахисних насаджень; використання засобів організації дорожнього руху (зниження швидкостей руху, зменшення затримок на перетинах і їхнє раціональне розташування, розподіл транспортного потоку за паралельними маршрутами з метою зниження інтенсивності руху, забезпечення постійної швидкості руху); будівництво дорожніх покриттів, при проїзді по яких рівень шуму є найменшим.

У місцях визначення рівня шуму оцінюють спеціальними аналізаторами і рівень загазованості повітря оксидом вуглецю. Забруднення повітря відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів, як правило,

прослідковується на ділянках дороги, уздовж яких з метою запобігання їх від зимових занесень снігом, висаджують деревно-чагарникові посадки. У безвітряну погоду на таких ділянках спостерігається найбільше забруднення повітря. Це особливо сильно відчувається на ділянках підйомів, спусків і на криволінійних ділянках. При русі на підйом зі збільшенням ухилу вміст оксиду вуглецю в об'ємі відпрацьованих газів зменшується, а при русі у бік спуску – збільшується. Найбільш істотне збільшення вмісту оксиду вуглецю спостерігається на криволінійних ділянках дороги з радіусом кривих у плані менше 300 м у зв'язку з використанням водіями при переїзді таких криволінійних ділянок режиму гальмування двигуном.

Рівень середньої концентрації оксиду вуглецю визначають розрахунком,  $\text{мг/м}^3$

$$Q_{CO} = 0,006N_{\text{л}} - 91gV_n - 0,3W + 17, \quad (8.2)$$

де  $N_{\text{л}}$  – приведена інтенсивність руху легкових автомобілів, авт./год.;  $V_n$  – середня швидкість транспортного потоку, км/год;  $W$  – середня швидкість вітру, м/с.

Концентрація оксиду вуглецю в повітрі не повинна перевищувати  $1 \text{ мг/м}^3$ .

При великій кількості вантажних автомобілів в транспортному потоці й широкому використанні на них дизелів важливим показником є рівень задимленості повітря. Середній вміст твердих частинок у повітрі,  $\text{мг/м}^3$

$$\Delta = 0,1(N_{\text{вв}} + N_{\text{ав}} + N_{\text{лев}}) + 0,03N_{\Sigma} - 2,5W + 38. \quad (8.3)$$

Основними заходами щодо зниження рівня вмісту оксиду вуглецю і задимленості є: провітрювання придорожньої смуги шляхом вирубки просіки з урахуванням переважного напрямку вітру, зменшення числа ділянок різкого гальмування й розгону транспортних засобів, обмеження швидкості руху. Найменший викид токсичних компонентів спостерігається при швидкостях руху вантажних автомобілів 60...70 км/год, легкових – 75...90 км/год.

При обстеженні має виявлятися: вплив дороги на забруднення водоймищ, наявність пиловловлювальних установок на асфальтобетонних закладах, наявність «диких» з'їздів, повинен здійснюватися збір даних про хімічні речовини, використовувані для боротьби з ожеледицею тощо. Джерела питної води на дорозі мають бути відповідним чином облаштовані. У межах майданчиків відпочинку, розташованих на березі водоймищ, не допускається влаштовувати естакади для технічного обслуговування транспортних засобів. Необхідна розробка черговості закриття «диких» з'їздів з дороги, наявність яких призводить до руйнування рослинного покриву й винесення грязі на проїзну частину.

У зоні розташування цінних сільськогосподарських культур, врожайність яких залежить від вмісту пилу в повітрі, узбіччя повинні зміцнюватися матеріалами, обробленими в'язкими речовинами. Для боротьби з ожеледицею не допускається застосування хімічних речовин, що отруюють рослинність на прилеглих до дороги територіях (обрізах, розділовій смугі тощо).

Для загальної оцінки стану придорожньої смуги і дороги можуть бути використані результати аерофотозйомок.

Тільки проведенням комплексу заходів щодо охорони навколишнього середовища забезпечується досягнення позитивного ефекту в цій важливій роботі.

#### **8.4 Застосування геоінформаційних технологій для оцінювання стану та транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць**

Ефективне управління станом автомобільних доріг і міських вулиць, вибір заходів щодо поліпшення їхніх транспортно-експлуатаційних якостей неможливі без наявності надійних та об'єктивних даних про місцевість, по якій прокладена дорога, її геометричні параметри, типи і стан дорожніх покриттів, стан мостів і шляхопроводів, водопропускних труб, наявність перешкод на дорозі, а також характеристик режиму руху транспортного потоку і його складу. У сучасних умовах для вирішення вказаних завдань і створення автоматизованого банку даних про автомобільні дороги і вулиці все частіше застосовуються геоінформаційні технології та інтелектуальні електронні системи, засновані на широкому використанні супутникової навігації.

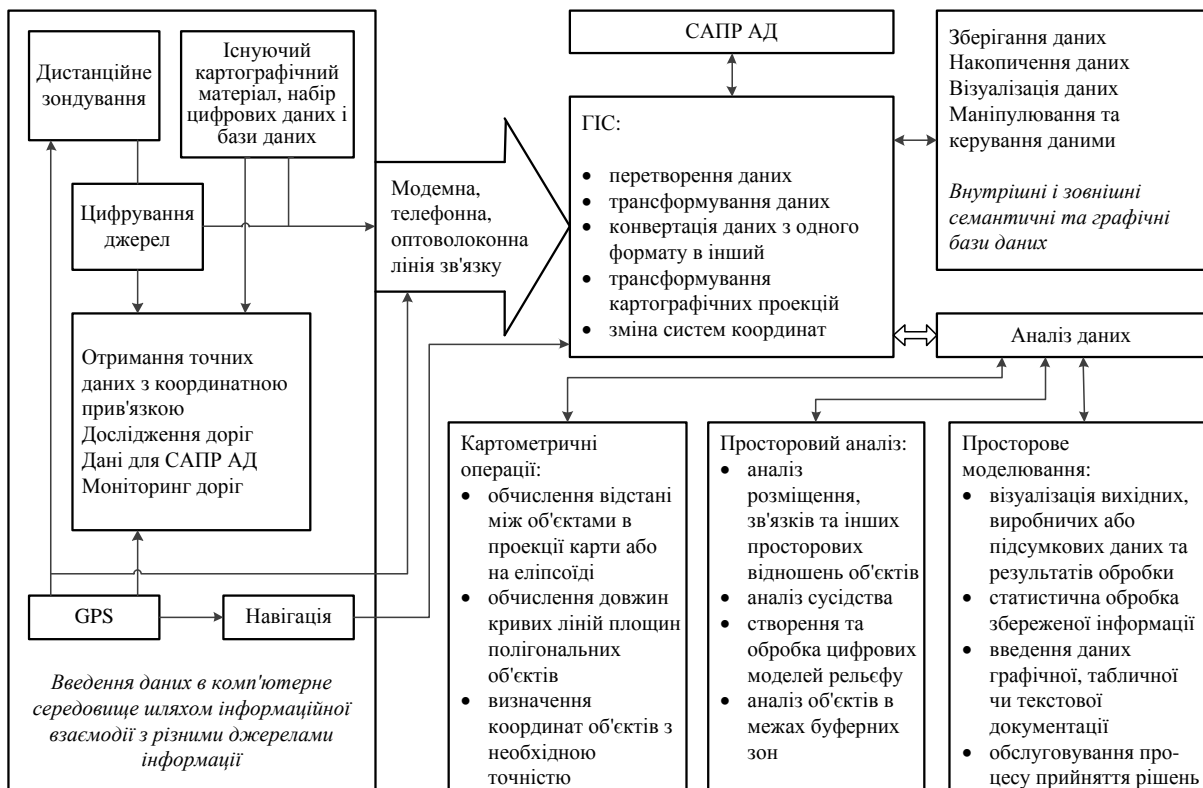
Геоінформаційна система (ГІС) – це інформаційна система, призначена для збору, зберігання, обробки, відображення і розповсюдження даних, а також для отримання на їхній основі нової інформації і знань про просторово-координовані об'єкти та явища (рис. 8.3).

Головною перевагою ГІС є найбільш «природне» для людини уявлення як власне просторової інформації, так і будь-якої іншої інформації, що має відношення до об'єктів, розташованих «в просторі». Подання цієї інформації може здійснюватися такими способами: числове значення з датчика, таблиця з бази даних (як локальної, так і віддаленої) про характеристики об'єкту, його фотографія, реальне відеозображення.

Особливістю ГІС є те, що вся інформація в ГІС подається у вигляді електронних карт, дозволяючи фахівцеві витягувати нові дані і знання. Основна відмінність електронних карт в ГІС від паперових карт полягає в тому, що в ГІС карта не є звичайним статичним зображенням (картинкою), а є об'єктом, з якого можна отримати великий обсяг додаткової інформації. До функцій ГІС належать: накопичення, обробка, аналіз даних та ухвалення рішення (рис. 8.4) [13].



З погляду звичайного користувача, ГІС – це програма для персонального комп'ютера, що дозволяє за допомогою інтерфейсу проглядати електронні карти й аналізувати просторові дані, які містяться в їхній основі.



САПР АД – система інформаційного проектування автомобільних доріг

Рисунок 8.3 – Функціональні інструменти геоінформаційної системи

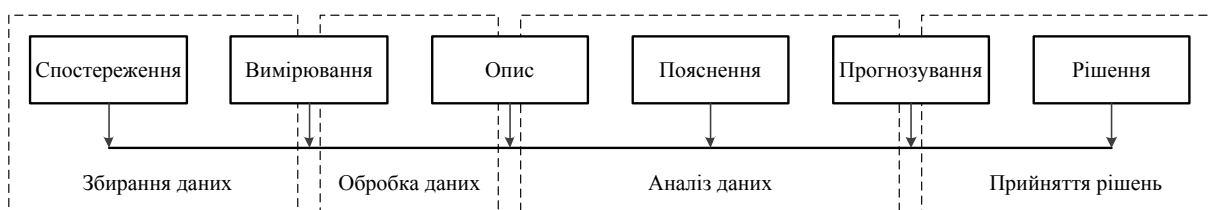


Рисунок 8.4 – Функції геоінформаційної системи

Об'єкти, що входять в ГІС, мають, крім геодезичних даних, технологічні характеристики, що зображуються у вигляді різноманітних баз даних, і розрахунків за допомогою залучених в інформаційну систему програм для ЕОМ.

Геоінформаційна система (geoinformation system), як й інші інформаційні технології, ефективна в процедурах, де краща інформованість допомагає ухвалити краще рішення.

Проте ГІС є не інструментом для видачі рішень, а засобом, що дозволяє підвищити ефективність процедури ухвалення рішень і забезпечує проектувальника функціями аналізу просторових даних, подання результатів аналізу. Потрібна для ухвалення рішень інформація подається в картографічній формі з додатковими текстовими поясненнями, графіками і діаграмами.

Геоінформаційні системи, які вирішують різноманітні завдання, класифікуються за низкою ознак:

- за просторовим обхватом (глобальні, регіональні);
- за рівнем управління в Україні (державні, регіональні, муніципальні і корпоративні);
- за сферою діяльності.

Найбільш близькою до сфери транспорту є класифікація за сферою діяльності, у якій застосовується ГІС: землекористування, містобудування, архітектура, інженерно-геодезичні дослідження, безпека дорожнього руху (управління інженерним облаштуванням автомобільних доріг і міських вулиць), навігація (навігація на місцевості й вибір маршрутів руху), управління ремонтом та утриманням автомобільних доріг і міських вулиць.

В основі ГІС міститься концепція пошарової організації просторових даних, коли однотипні дані на земній поверхні групуються в шари (рис. 8.5). Сукупність усіх шарів в ГІС утворюють карту.



Рисунок 8.5 – Приклад зображення шарів електронної карти муніципальної геоінформаційної системи

Ділення даних на шари дозволяє відобразити в ГІС тільки ті дані, які необхідні для вирішення поставлених завдань.

Процес створення карт в ГІС починається зі створення бази даних. Як джерелом отримання початкових даних можна користуватися оцифрованою паперових карт.

На основі таких баз даних можна створювати карти будь-якої території, будь-якого масштабу, з необхідною деталізацією, з відображенням необхідними символами.

У будь-який час база даних може поповнюватися новими даними (наприклад, з інших баз даних), а наявні в ній дані можна коректувати за необхідності.

У крупних організаціях створена топографічна база даних може використовуватися як основа іншими відділами і підрозділами, при цьому можливе швидке копіювання даних та їхнє пересилання мережами.

Найбільш важливими функціями інформаційної системи при оцінюванні дороги в дорожньому господарстві є такі:

- ведення паспортів, відомостей з діагностики, моніторингу, оцінки рівня утримання автомобільних доріг;
- оперативне отримання інформації про автомобільні дороги і дорожні об'єкти в будь-якій частині охопленої території;
- відстежування дефектів, регламентних і ремонтних робіт із вказівкою термінів, результатів контрольних вимірювань і випробувань, графічне відображення автомобільної дороги у вигляді креслення в довільному масштабі в довільній орієнтації або на плані місцевості;
- відстежування залишкової вартості основних фондів, інвентаризація автомобільних доріг і міських вулиць;
- оцінка якості утримання автомобільних доріг і міських вулиць;
- формування статистичного матеріалу за дефектами з метою виявлення слабких місць;
- формування статистичного матеріалу за ДТП;
- ведення архіву документів щодо автомобільної дороги та її об'єктів (під документами розуміються текстові, графічні файли, креслення, відскановані матеріали, відеореєстри і будь-які інші дані);
- ведення інформації і документів з прав власності на землю, інформації зі смуг відчуження.

Для збору інформації про місцевість і об'єкти на ній застосовують лазерне сканування, яке дозволяє зафіксувати всі об'єкти, що знаходяться на місцевості в автоматичному режимі.

Важливим елементом розвитку ГІС є їхня інтеграція з будь-якими електронними інструментами масового збору даних про автомобільну дорогу і дорожню інфраструктуру – «інтелектуальні інформаційні системи».

Ефективність використання ГІС підвищується за рахунок проведення польових робіт за допомогою автоматизованих ходових дорожньо-дослідницьких лабораторій, оснащених вимірювальною апаратурою і геодезичними приймачами супутникової системи навігації GPS.

Поєднання супутникової системи навігації, сучасного радіозв'язку і електронної картографії дозволяє в реальному часі визначати місцеположення об'єктів з високою точністю, обчислювати швидкості руху

транспортних засобів, подовжнє і відцентрове прискорення, відстані, геометричні параметри автомобільної дороги (рис. 8.6).

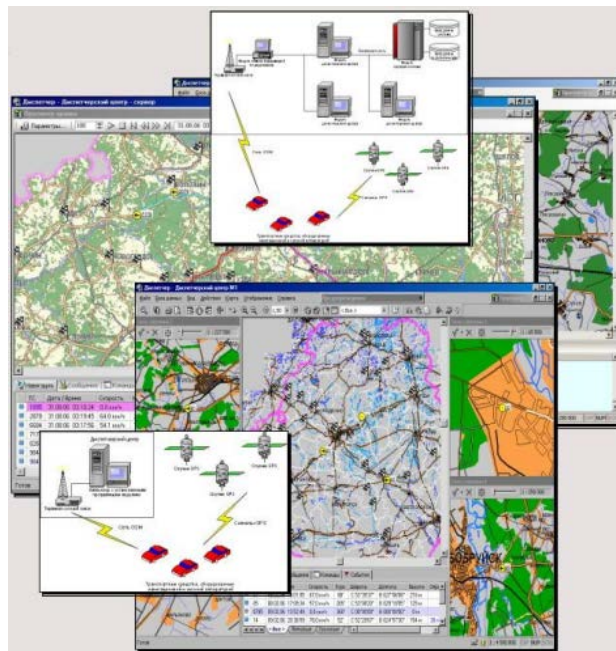


Рисунок 8.6 – Практичні результати застосування ГІС

Широке практичне застосування ГІС дозволяє вибирати найбільш ефективні й економічні заходи, спрямовані на підвищення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць.

### Питання для самоперевірки

1. Який вплив чинить рівень зручності руху на вид можливих дорожньо-транспортних пригод?
2. Який взаємозв'язок існує між рівнями зручності й засобами регулювання руху?
3. У чому полягає вибіркоче поліпшення умов руху?
4. У чому полягає поетапне поліпшення умов руху?
5. Які дослідження проводять під час оцінювання охорони навколишнього середовища і природних ресурсів?
6. Як оцінюється рівень транспортного шуму й рівень загазованості повітря відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів?
7. Що таке геоінформаційна система?
8. Які геоінформаційні системи існують?
9. Що розуміють під шарами електронної карти геоінформаційної системи?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги : безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) / Под ред. В. Н. Луканина, К.-Х. Ленца. – М. : Логос, 2002. – 624 с.
2. Автомобільний транспорт України : стан, проблеми, перспективи розвитку : монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут ; за заг. ред. А. М. Редзюка. – К. : ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
3. Білятинський О. А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг : підручник / О. А. Білятинський, В. П. Старовойда. – К. : Вища освіта, 2003. – 343 с.
4. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Васильев А. П. – М. : Издательский центр «Академия», 2010 – 640 с.
5. Залуга В. П. Пассивная безопасность автомобильной дороги / В. П. Залуга, В. Я. Буйленко. – М. : Транспорт, 1987. – 189 с.
6. Кищун В. А. Безпека дорожнього руху та деякі правові аспекти : навчальний посібник / Кищун В. А., Кузнецов Р. М., Мурований І. С., Лаба О. В. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2010. – 226 с.
7. Кіяшко І. В. Діагностика стану покриттів новітніми ходовими дорожніми лабораторіями : сучасний стан та перспективи розвитку [Електронний ресурс] / І. В. Кіяшко, Р. В. Смолянчук, Д. М. Новаковський, О. Ю. Пархоменко, О. С. Мінаков // Автошляховик України. – 2012. – № 5. – С. 31–36. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/au\\_2012\\_5\\_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/au_2012_5_9.pdf).
8. Управління автомобільним транспортом : навчальний посібник / Левковець П. Р., Зеркалов Д. В., Мельниченко О. І., Казаченко О. Г. ; за ред. Д. В. Зеркалова. – К. : Арістей, 2006. – 416 с.
9. Луканин В. Н. Автомобильные потоки и окружающая среда / Луканин В. Н., Буслаев А. П., Яшина М. В. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 646 с.
10. Мытько Я. Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог / Я. Р. Мытько. – Минск : ВУЗ-ЮНИТИ, 2001. – 250 с.
11. Проектування автомобільних доріг : підручник. – у 2-х ч. – Ч. 1 / Білятинський О. А., Заворицький В. Й., Старовойда В. П., Хом'як Я. В. ; за ред. О. А. Білятинського, Я. В. Хом'яка. – К. : Вища школа, 1997. – 518 с.
12. Ремонт и содержание дорог : справочная энциклопедия дорожника / Васильев А. П., Дингес Э. В., Когендон М. С. и др. ; под ред. А. П. Васильева. – М. : Информавтодор, 2004. – 507 с.
13. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
14. Степура В. С. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навчальний посібник / Степура В. С., Білятинський А. О., Кужель Н. В. – К. : НАУ, 2013. – 204 с.

## ГЛОСАРІЙ

### ***Автомобіль (car)***

Самохідна машина, що приводиться в рух за допомогою встановленого на ньому двигуна.

### ***Автомобільна дорога (highway)***

Інженерна споруда, призначена для постійного руху автотранспортних засобів. Дорога містить одну чи декілька проїзних частин, а також трамвайні шляхи, тротуари, узбіччя і розділові смуги при їхній наявності.

### ***Безпека дорожнього руху (safety of road motion)***

Наука, яка вивчає умови безпеки руху і керування автомобілем, причини виникнення автомобільних пригод та їхнє попередження, а також нормативно-правові акти, що діють у сфері автомобільного транспорту.

### ***Вантажонапруженість дороги (traffic concentration)***

Сумарна маса вантажів і транспортних засобів, що проходять по цій ділянці дороги в обох напрямках в одиницю часу.

### ***Віраж (bend curve)***

Односхилий поперечний профіль проїзної частини, що влаштовується в межах кривої в плані з похилом до її центра.

### ***Габарити транспортного засобу (external dimensions transport vehicle)***

Найбільші зовнішні розміри транспортного засобу за шириною, висотою і довжиною.

### ***Геоінформаційна система (geoinformation system)***

Інформаційна система, призначена для збору, зберігання, обробки, відображення і розповсюдження даних, а також для отримання на їхній основі нової інформації і знань про просторово-координовані об'єкти і явища.

### ***Ґрунт укріплений (armed soil)***

Ґрунт, оброблений різними в'язучими речовинами або покращений добавками з метою підвищення його міцності і стійкості.

### ***Додаткові шари основи (additional layer of base)***

Шари між основою та робочим шаром ґрунту на ділянках з несприятливими погодно-кліматичними і ґрунтово-гідрологічними умовами.

### ***Дорожній одяг (underway clothing)***

Одно- або багат шарова конструкція проїзної частини автомобільної дороги, яка сприймає навантаження від транспортних засобів і передає його на ґрунт земляного полотна.

### ***Дорожній рух (road motion)***

Динамічна система, що є сукупністю взаємодії пішоходів і транспортних засобів та в якій дії учасників регламентовані спеціальними правилами (законами).

### ***Жорсткий дорожній одяг (hard underway clothing)***

Дорожньо-будівельна конструкція, що містить шари, спроможні працювати на розтягування, жорсткість і міцність яких практично не залежать від температури, вологості, тривалості дії навантаження і які зберігають суцільність протягом нормативного терміну служби.

***Забезпеченість видимості на дорозі (provision of visibility on the road)***

Показник, що характеризує число ділянок з незабезпеченою видимістю відносно довжини дороги.

***Забезпечення безпеки дорожнього руху (providing of road motion safety)***

Діяльність, спрямована на попередження причин виникнення дорожньо-транспортних пригод, зниження тяжкості їхніх наслідків.

***Зносостійкість дорожнього покриття (wear resistance of pavement)***

Показник, що характеризує опір дорожніх покриттів дії автомобільного руху.

***Зона транспортної розв'язки (zone of traffic interchange)***

Територія в межах смуги відводу доріг, які перетинаються чи примикають, що обмежується початком і кінцем перехідно-швидкісних смуг на основній та другорядній дорозі, а в разі їхньої відсутності початком та кінцем заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг.

***Зупинкова смуга (strip stop)***

Укріплена частина узбіччя, що призначена для тимчасової зупинки транспортних засобів.

***Інтенсивність руху (traffic density)***

Число автомобілів, що проходять через деякий поперечний перетин автомобільної дороги за одиницю часу (година, доба).

***Капітальний ремонт (major repairs)***

Періодично виконувані значні роботи на окремих ділянках, спрямовані на повне відновлення експлуатаційних якостей доріг та споруд.

***Коефіцієнт завантаження дороги рухом (road motion loading factor)***

Відношення інтенсивності руху до пропускної здатності такої ділянки дороги.

***Міські вулиці (town streets)***

Автомобільні шляхи, що з'єднують загальноміський центр та житлові райони між собою та з терміналами зовнішнього транспорту (залізничними, водними та автобусними вокзалами, аеропортами), із в'їздами в місто та швидкісними дорогами, підприємствами та комунально-складськими зонами.

***Мостові споруди (bridge structure)***

Мости, шляхопроводи, віадуки, естакади, акведуки.

***Навколишнє природне середовище (natural surroundings)***

Середовище, у якому функціонує автомобільна дорога, охоплюючи повітря, воду, ґрунт, природні ресурси, флору, фауну, людей, а також взаємозв'язки між ними.

### ***Надійність автомобільної дороги (reliability of car road)***

Показник, що характеризує ймовірність безвідмовної роботи автомобільної дороги. При цьому безвідмовність може характеризуватися з погляду міцності дорожнього одягу, пропускної спроможності автомобільної дороги, розрахункової швидкості тощо

### ***Небезпека для руху (a danger is for motion)***

Зміна дорожньої обстановки (у тому числі поява рухомого об'єкта, який наближається до смуги руху транспортного засобу чи перетинає її) або технічного стану транспортного засобу, яка загрожує безпеці дорожнього руху і змушує водія негайно зменшити швидкість або зупинитися.

### ***Нежорсткий дорожній одяг (soft underway clothing)***

Дорожньо-будівельна конструкція, що містить шари, міцність яких залежить від температури, вологості та терміну дії навантаження.

### ***Об'єм руху (volume of motion)***

Сумарне число автомобілів, що проходять через таку ділянку дороги за певний період часу, вимірюваний шляхом безперервних спостережень.

### ***Організація дорожнього руху (organization of road motion)***

Система заходів, спрямованих на найбільш ефективно пересування транспортних засобів по вулицях і дорогах.

### ***Основа (base)***

Частина дорожнього одягу, що спільно з покриттям перерозподіляє і знижує тиск на додаткові шари та ґрунт земляного полотна.

### ***Перехідно-швидкісна смуга (transition velocity strip)***

Смуга руху, що призначена для розгону або гальмування дорожніх транспортних засобів при виїзді із загального транспортного потоку або в'їзді до нього.

### ***Поверхнева обробка (surface finishing)***

Захисний шар, який влаштовується на поверхні проїзної частини для підвищення шорсткості та зносостійкості покриття.

### ***Покриття (pavement)***

Верхня частина дорожнього одягу, що безпосередньо сприймає на себе дію коліс транспортних засобів та атмосферних факторів.

### ***Поточний ремонт (maintenance)***

Систематичні планово-запобіжні роботи з виправлення дрібних деформацій і пошкоджень дороги і дорожніх споруд уздовж усієї дороги.

### ***Працездатність дорожнього одягу (working capacity underway clothing)***

Експлуатаційний показник дороги, що показує сумарну масу в брутто-тоннах пропущених по дорозі транспортних засобів між капітальними ремонтами.

### ***Проїзна частина (roadway)***

Основний елемент дороги, призначений для безпосереднього руху транспортних засобів. Залежно від інтенсивності руху транспортних засобів проїзна частина може бути одно-, дво-, три- або багатосмуговою.



### ***Пропускна здатність (capacity)***

Максимальна кількість автомобілів, яку може пропустити така ділянка дороги або дорога загалом за одиницю часу.

### ***Реконструкція (reconstruction)***

Перебудова існуючої автомобільної дороги, пов'язана з підвищенням її техніко-економічного рівня та пропускної спроможності шляхом зміни її основних технічних параметрів.

### ***Рівність дорожнього покриття (equality of pavement)***

Якісний стан поверхні проїзної частини, що забезпечує високі транспортно-експлуатаційні властивості дороги (комфортність, безпека). Оцінюється, порівняно зі встановленою нормою коливань, за висотою в поперечному і подовжньому профілях, вимірюється за розміром просвіту між поверхнею дорожнього покриття і рейкою в подовжньому та шаблоном в поперечному напрямках або за допомогою спеціальних приладів.

### ***Розрахункова швидкість руху (rated speed of motion)***

Гранична безпечна швидкість руху легкового одиночного автомобіля, що допускається для дороги певної категорії, за умов забезпечення його стійкості на сухому або зволоженому чистому покритті та достатньої відстані видимості.

### ***Середній ремонт (average repair)***

Періодично виконувані роботи на окремих ділянках, спрямовані на відновлення окремих експлуатаційних якостей дороги і споруд.

### ***Склад руху (structure of motion)***

Розподіл у процентному відношенні всього транспортного потоку по видах транспортних засобів (легкові автомобілі, автобуси, вантажні автомобілі: важкі, середні, легені).

### ***Строк служби автомобільної дороги (service life of car road)***

Період часу від здачі побудованої дороги в експлуатацію до її реконструкції або між капітальними ремонтами.

### ***Узбіччя (roadside)***

Смуга земляного полотна, розташована між крайкою проїзної частини та брівкою земляного полотна з кожного боку дороги, яка може використовуватись для вимушеної зупинки транспортних засобів та проїзду спеціального транспорту при виникненні надзвичайних ситуацій на автомобільній дорозі.

### ***Утримання доріг (road maintenance)***

Систематичні планові роботи з догляду за дорогою і дорожніми спорудами з метою утримання їх у чистоті й порядку.

### ***Шорсткість дорожнього покриття (roughness of pavement)***

Наявність на поверхні дорожнього покриття малих нерівностей, що не відбиваються на деформації шини й забезпечують підвищення коефіцієнта зчеплення з шиною; визначається розміром мікровиступів і гостротою кута вершини мікровиступу.

*Навчальне видання*

**Кашканов Андрій Альбертович  
Кашканов Віталій Альбертович  
Кужель Володимир Петрович**

**ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ  
АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ТА МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ**

Навчальний посібник

Редактор О. Ткачук

Оригінал-макет підготовлено А. Кашкановим

Підписано до друку 01.12.2017 р.  
Формат 29,7x42¼ . Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 6,53. Зам. № 2018-001.  
Наклад 50 (1-й запуск 1–20) пр.

Видавець та виготовлювач  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 59-85-32, 59-87-38  
**pres.vntu.edu.ua;**  
*E-mail: [kivc.vntu@gmail.com](mailto:kivc.vntu@gmail.com).*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р