

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра автомобільних доріг, основ і фундаментів

03-03-132М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та курсового проекту
з обов'язкової навчальної дисципліни

**«Проектування розв'язок на автомобільних дорогах та
міських вулицях з курсовим проектом»**

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Автомобільні дороги та
аеродроми» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 1 від 29.08.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та курсового проекту з обов'язкової навчальної дисципліни «Проектування розв'язок на автомобільних дорогах та міських вулицях з курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автомобільні дороги та аеродроми» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Піліпака Л. М., Потійчук О. Б. – Рівне : НУВГП, 2023. – 57 с.

Укладач: Піліпака Л. М., кандидат техн. наук, доцент, кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів; Потійчук О. Б. ст. викладач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Відповідальний за випуск: Кузло М. Т., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Керівник групи забезпечення

ОПП «Автомобільні дороги та аеродроми» Кузло М. Т.

© Л. М. Піліпака,
О. Б. Потійчук, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

Вступ	4
1.Склад курсового проекту та вихідні дані для його розробки	5
2. Оцінка завантаженості розв'язки.....	6
3. Вибір схеми розв'язки.....	8
4. Розрахунок параметрів геометричних елементів з'їздів	10
4.1.Призначення мінімальних радіусів з'їздів.....	10
4.2. Призначення параметрів ПШС	11
4.3.Розрахунок перехідних кривих.....	13
5. Розрахунок геометричних елементів розв'язок за різними схемами	20
5.1.Розрахунок лівоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини».....	20
5.2.Розрахунок правоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини».....	25
5.3.Розрахунок транспортної розв'язки з прямими лівоповоротними з'їздами.....	27
5.4. Розрахунок транспортної розв'язки у вигляді кола з п'ятьма шляхопроводами.....	30
5.5. Розрахунок транспортної розв'язки у вигляді кола з двома шляхопроводами.....	34
6. Проектування поздовжніх профілів з'їздів.....	36
7. Проектування поперечних профілів з'їздів.....	36
8. Оцінка пропускної здатності з'їздів.....	38
9. Оцінка рівню безпеки з'їздів.....	42
10. Побудова плану чверті розв'язки з визначенням пікетажного положення	43
11. Проектування водовідводу з території транспортної розв'язки.....	44
12. Організація руху.....	45
Додаток А. Вихідні дані для курсового проекту.....	49
Список рекомендованої літератури.....	56

ВСТУП

Невід'ємними елементами дорожньої мережі є перетинання та примикання доріг. Для здійснення безпечного руху на перетинаннях і примиканнях влаштовують дорожні розв'язки в одному або в різних рівнях.

Розв'язки на перехрестях та примиканнях автомобільних доріг (далі – розв'язки доріг) повинні забезпечувати максимальну пропускну спроможність, безпеку і зручність руху транспортних засобів з найменшими витратами часу на їх проїзд.

Розв'язки доріг необхідно проектувати на основі перспективної інтенсивності руху і складу транспортних потоків на усіх напрямках.

Вибір класу і схеми розв'язок доріг та обґрунтування технічних рішень слід виконувати на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням їх пропускну спроможності, безпеки і зручності руху, дорожньо-транспортних витрат на їх будівництво і утримання, архітектурно-естетичних вимог, вимог охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання сільськогосподарських угідь.

Виконання практичних робіт і курсового проекту передбачає розробку схеми розв'язки залежно від категорій доріг, що перетинаються, транспортного завантаження розв'язки, з врахуванням існуючих поздовжніх профілів та кута перетину доріг.

В курсовому проекті також мають бути розроблені питання забезпечення водовідведення з елементів розв'язки, організації руху на основних дорогах та з'їздах, а також оцінка безпеки руху та пропускну здатності з'їздів.

Всі перелічені питання детально розглянуто у посібнику [1] та у курсі лекцій.

1.Склад курсового проекту та вихідні дані для його розробки

Перед початком виконання курсового проекту необхідно вивчити завдання до проектування дорожньої розв'язки, ознайомитись з рекомендованою літературою та методичними вказівками до роботи.

Пояснювальну записку виконують на стандартних аркушах паперу (формат А-4). Загальний обсяг записки повинен становити 20-25 сторінок.

Структура пояснювальної записки та розподіл балів за її розділами:

№	Розділи пояснювальної записки	Бали
1	Вихідні дані	1
2	Оцінка завантаженості розв'язки	1
3	Вибір та обґрунтування схеми розв'язки	1
4	Розрахунок параметрів геометричних елементів з'їздів	5
5	Розрахунок і призначення параметрів поздовжніх профілів з'їздів	4
6	Обґрунтування та призначення поперечних профілів з'їздів	2
7	Оцінка пропускної здатності з'їздів	1
8	Оцінка рівню безпеки з'їздів	1
7	Розробка плану розв'язки	3
8	Обґрунтування та опис забезпечення водовідведення	1
9	Організація руху на розв'язці	1
10	Література	1
	Всього	22

Графічна частина складається з одного аркуша формату А1 або двох аркушів формату А2.

Склад графічної частини та розподіл балів:

№ з/п	Складові графічної частини	Бали
1	Схема розв'язки М1: 2000	1
2	Детальний план однієї чверті (половини) розв'язки з організацією руху та водовідводом М1:1000	5
3	Поздовжні профілі двох з'їздів ($M_{гор} 1: 5000$, $M_{верг. 1:500}$)	5
4	1. Поперечний профіль лівоповоротного з'їзду М 1: 100	2
	Всього	13

Захист курсового проекту оцінюється у 5 балів.

Вихідними даними для виконання курсового проекту є:

1. Категорії доріг, що перетинаються.
2. Різниця відміток проїзної частини на перетинанні.
3. Кут перетину доріг α .
4. Поздовжні профілі доріг, що перетинаються.
5. Розподіл транспортних потоків за напрямками основних доріг, авт./добу.

Вихідні дані брати з додатку А згідно відповідних літер прізвища.

2. Оцінка завантаженості розв'язки

Оцінка завантаженості транспортної розв'язки виконується у вигляді картограми транспортних потоків.

Картограма – умовне зображення розподілу транспортних потоків на розв'язці в обраному масштабі (рис.1).

Для оцінки завантаженості розв'язки і підбору конфігурації з'їздів потрібно розрахувати інтенсивності руху на з'їздах. Для цього відповідну інтенсивність на основній дорозі слід помножити на відсоток потоку, що рухається у відповідному напрямку. У вихідних даних (додаток А) інтенсивність руху з основних напрямків зазначена у авт./добу,

інтенсивність руху поворотних напрямків – у відсотках від основного.

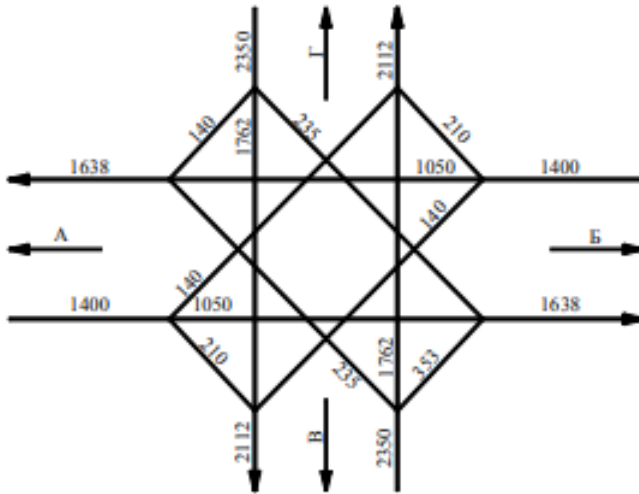


Рис.1 – Картограма транспортних потоків

Наприклад, якщо напрямок AB' (по схемі –лівий поворот) становить 15%, а напрямок AB на основній дорозі складає 3700 авт/добу, то інтенсивність на з'їзді AB' буде $3700 \times 0,15 = 555$ авт/добу.

Слід визначити інтенсивності руху на всіх право-та лівоповоротних напрямках і записати ці об'єми на всіх відповідних напрямках, як показано на рис 1 (картограмі транспортних потоків).

Транспортне навантаження розв'язки розраховується як сума всіх вхідних потоків, авт/добу.

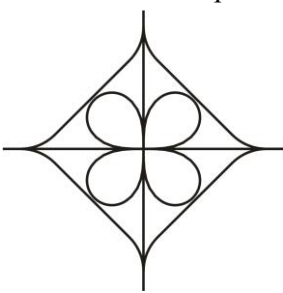
За категоріями доріг (завдані) та розрахованому навантаженню розв'язки визначається клас розв'язки [3, зміна 2, табл.9.1)].

Розрахункова швидкість на основних (прямих) напрямках приймається відповідно до категорії дороги [3, табл. 4.4)], швидкості руху на лівоповоротних з'їздах приймаються не меншими 40 км/год, на правоповоротних з'їздах – не меншими 60 км/год [3, зміна 2, п.9.2.3.4].

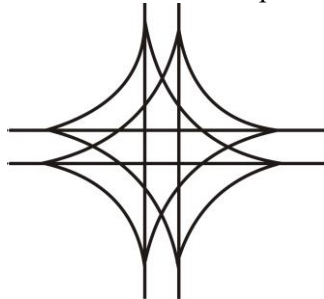
3. Вибір схеми розв'язку

При проектуванні розв'язок у різних рівнях слід дотримуватись індивідуального підходу, заснованого на детальному вивченні потоків руху у всіх напрямках; при цьому враховуються конкретні умови рельєфу місцевості та ситуації, а також можливість відводу землі під розв'язку. При проектуванні зазвичай перевагу надають найбільш потужним потокам руху, для яких створюють більш сприятливі умови, ніж для інших, а саме – призначають більшу швидкість руху.

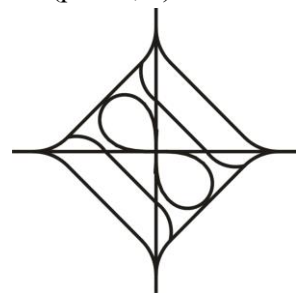
При відносно незначних лівоповоротних потоках за основу приймають розв'язку «лист конюшини» (рис.2, а), при переважаючих лівоповоротних потоках використовуємо схему з прямими лівими поворотами (рис.2, б) або коло з п'ятьма шляхопроводами (рис. 2, г), при перевазі якогось одного лівоповоротного потоку можна використати неповний лист конюшини з лівоповоротним потоком по колу або прямим лівоповоротним потоком (рис.2, в, є), при значній перевазі інтенсивності руху по головній дорозі відносно другорядної можна використати коло з двома шляхопроводами (рис. 2, д).



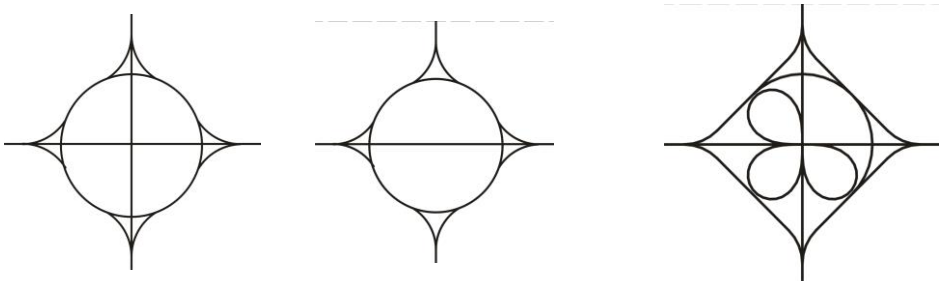
а – схема
«листок конюшини»



б – схема з прямими лівими
поворотами



в – комбінована схема



г – кільце з п'ятьма шляхопроводами д– кільце з двома шляхопроводами е – комбінована схема

Рис. 2 – Схеми розв'язок автомобільних доріг у різних рівнях

Прийняті розрахункові швидкості руху рекомендується записати у формі таблиці (табл.1) для

Таблиця 1

Розрахункова швидкість руху на основних елементах розв'язки

Дорога	Категорія	Розрахункова швидкість, V, км/год		
		Прямий рух	Правий поворот	Лівий поворот
А				
Б				
В				
Г				

Після вибору типу перетинання та призначення розрахункових швидкостей, вирішується питання про те, яка дорога пройде по поверхні землі (по низу), а яка по шляхопроводу.

Головним при цьому є забезпечення кращих умов для дороги з більшою інтенсивністю руху. Зазвичай, по шляхопроводу пропускають дорогу, що має меншу кількість смуг руху (економія на влаштуванні шляхопроводу), проте, має бути враховані параметри поздовжніх профілів доріг, які утворюють розв'язку.

Якщо розв'язка припадає на ділянку з угнутою вертикальною кривою, для забезпечення кращих умов руху по дорозі вищої категорії (менші поздовжні ухили та більші

радіуси вертикальних кривих), її слід проектувати по шляхопроводу.

Окрім цього, потрібно проаналізувати рельєф місцевості для визначення питання забезпечення стоку поверхневої води і розміщення під з'їздами та основними дорогами водоперепускних споруд.

Якщо перетинання доріг розташоване на місцевості, де вода стікає в один бік, дорога, що перетинає напрям стоку, проектується у верхньому ярусі, а дорога, що проходить за напрямком стоку – у нижньому.

Якщо перетин доріг розташований у низині або на площі з замкненим рельєфом, що не має природного стоку, не має значення, яка дорога буде зверху, а яка знизу. У цьому випадку будуть потрібні значні за обсягом роботи з вертикального планування по всій площі розв'язки.

Транспортні розв'язки, к правило, слід розташовувати на вільній площі і на прямих ділянках доріг, що пересікаються. Поздовжні похили на підходах до розв'язки на відстані видимості для зупинки автомобіля не повинні перевищувати 40%.

4. Розрахунок параметрів геометричних елементів з'їздів

4.1. Призначення мінімальних радіусів з'їздів у плані

При проектуванні транспортних розв'язок радіуси горизонтальних кривих на з'їздах слід встановлювати залежно від розрахункової швидкості (табл.1).

Розрахунок мінімально допустимого радіусу з'їзду

$$R = \frac{V^2}{g \cdot 3,6^2 (\mu + i_g)}, \text{ м}, \quad (1)$$

де V - розрахункова швидкість на з'їзді, км/год;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ прискорення вільного падіння;
 $3,6^2$ - коефіцієнт переходу від км/год до м/с;

μ - коефіцієнт поперечної сили з умови забезпечення зручності проїзду кривою. Залежно від швидкості та конфігурації з'їзду, μ слід приймати від 0,18 (при швидкості 20 км/год) до 0,12 (при швидкості 150 км/год). Для розрахунку мінімально-допустимих радіусів можна приймати $\mu = 0,15$;

i_e - поперечний ухил проїзної частини на віражі ($i_e = 60\%$ для лівоповоротних та $i_e = 40\%$ - для правоповоротних з'їздів).

В стислих умовах, зокрема у населених пунктах, допускається проектувати транспортні розв'язки з радіусами ліво- та правоповоротних з'їздів 30 м, якщо вони забезпечують пропускну спроможність [3, зміна 2, п.9.2.3.4].

Мінімально допустимі радіуси слід розрахувати для усіх ліво- та правоповоротних з'їздів розв'язки, заокруглюючи їх до цілого числа, кратного 5. Результати рекомендується оформити у вигляді таблиці (табл. 2).

Таблиця 2

Мінімальні радіуси з'їздів

Напря́м	$R_{\text{мін}}$, м за розрахунком	$R_{\text{мін}}$, м прийнятий
АГ Правий поворот		
АВ Лівий поворот		
БВ Правий поворот		
БГ Лівий поворот		
ВА Правий поворот		
ВБ Лівий поворот		
ГБ Правий поворот		
ГА Лівий поворот		

4.2. Призначення параметрів перехідно-швидкісних смуг

Для визначення параметрів ПШС слід проаналізувати поздовжній профіль (вихідні дані, додаток А) на ділянці перетинання головної та другорядної дорогах та призначити довжини складових ділянок ПШС [3, табл. 95].

Таблиця 3

Довжини перехідно-швидкісних смуг

Напря́м	Поздовжній похил, ‰	Довжина смуги руху		Довжина відгону смуг, м
		Довжина повної ширини, м	Довжина смуги руху	
		Для розгону	Для гальмування	
АБ				
БА				
ВГ				
ГВ				

Перехідно-швидкісні смуги влаштовуються як додатковий елемент проїзної частини для гальмування або розгону транспортних засобів на дорогах I, II, III категорій біля споруд дорожнього сервісу, на з'їздах та в'їздах до розв'язок.

Перехідно-швидкісні смуги для лівоповоротних з'їздів на дорогах I і II категорій транспортних розв'язок типу "лист конюшини" проектується як єдина смуга для суміжних з'їздів.

Розширення гальмівних смуг на відгоні необхідно починати з уступу завширшки 0,5 м.

Ширину перехідно-швидкісних смуг призначають такою ж, як і основних смуг проїзної частини для проектованої категорії дороги. При встановленні бортового каменю по крайці перехідно-швидкісної смуги останню необхідно розширювати на подвоєне значення його підвищення над проїзною частиною дороги.

Сполучення перехідно-швидкісних смуг з узбіччям здійснюється за рахунок укріпленої смуги завширшки 0,75 м на дорогах I-а, I-б та II категорій і 0,5 м на дорогах III категорії.

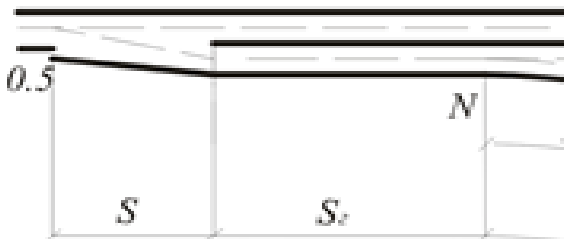


Рис.3 - Перехідно-швидкісна смуга на ділянці гальмування: S - довжина відгону розширення; S_0 - довжина ділянки гальмування

4.3. Розрахунок перехідних кривих

У відповідності до вимог [3, п.9.2.3.6] з'їзди з транспортних розв'язок слід проектувати з використанням перехідних кривих. При цьому, якщо з'їзд проектують на змінну швидкість руху (переважно лівоповоротні з'їзди), використовують гальмівні криві, а якщо на постійну швидкість (правоповоротні з'їзди) – клотоїду.

При проектуванні транспортних розв'язок необхідно визначати довжину l суміщеної ділянки з'їзду та основної дороги (або перехідно-швидкісної смуги). На цій ділянці (рис.4) зовнішня смуга руху основної дороги та з'їзд мають загальну проїзну частину для прямого та поворотного руху. Тому при проектуванні даної ділянки в поздовжньому профілі слід приймати ті ж параметри, як і для основної дороги.

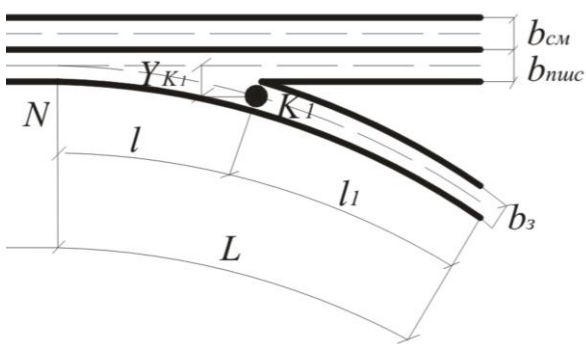


Рис. 4 – З'їзд із перехідно-швидкісної смуги: L – повна довжина перехідної кривої; l – довжина суміщеної ділянки початкової ділянки з'їзду; l_1 – довжина ділянки відгону віражу

Отже, проектування з'їзду як у плані, так і в профілі може починатися з точки K_1 , віддаленої від початку з'їзду N на відстань l . Точка K_1 визначена ординатою $Y_{к1}$. За таких умов повинно відбуватися повне розділення транзитних і потоків, що повертають. Відгін віражу на з'їзді можна починати саме з точки K_1 (рис. 3) Таким чином, довжина перехідної кривої L повинна задовольняти умови:

$$L \geq l + l_1 \quad (2)$$

де l – довжина суміщеної ділянки початкової ділянки з'їзду, м,

l_1 – довжина ділянки відгону віражу, м.

Мінімальна довжина перехідної кривої при русі автомобіля в межах перехідної кривої з постійною швидкістю (правий поворот) визначається за формулою:

$$L = \frac{v_{кр}^3}{RI}, \text{ м} \quad (3)$$

де $V_{кр}$ – розрахункова швидкість на з'їзді, м/с;

I – зростання відцентрового прискорення $I=0,5...0,8 \text{ м/с}^3$.

Критичне значення $1,0 \text{ м/с}^3$.

Приклад розрахунків наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Приклад розрахунку перехідних кривих правоповоротних з'їздів

	$V_{кр}$	R	I	L	$L_{пр}$
АГ	60	150	0,34	90,8	95
БВ					
ВА					
ГБ					

За умов нерівномірного руху на кривій (лівоповоротний зїзд) мінімальну довжину перехідної кривої можна визначити за формулою:

де $V_{пр}$ – швидкість руху наприкінці ПШС слід приймати на 5–10 км/год більше, ніж розрахункова швидкість руху на

$V_{кр}$ – розрахункова швидкість руху на з'їзді, м/с;

a – уповільнення під час руху на перехідній кривій перемінної швидкості ($0,3 - 0,5 \text{ м/с}^2$).

Приклад розрахунків наведено в табл. 5

Таблиця 5

Приклад розрахунку довжини перехідних кривих лівоповоротних з'їздів

	$V_{к}$	$V_{пр}$	a	L	$L_{пр}$
АВ	45	55	0,3	128,6	130
ГА					
БГ					
ВБ					

Розрахунок суміщених ділянок з'їздів.

Якщо з'їзд транспортної розв'язки проектують на змінну швидкість руху, то довжина суміщеної ділянки

$$l = v_{np} \sqrt[3]{\frac{3}{a} (v_{np} - v_{кр}) Y_{k1}}, \text{ м}, \quad (4)$$

де v_{np} – швидкість руху наприкінці ПШС (приймаємо на 5 – 10 км/год більше, ніж розрахункова швидкість руху на з'їзді $v_{кр}$), м/с;

$v_{кр}$ – розрахункова швидкість руху на з'їзді (прийнята за табл. 1 цих МВ), м/с;

a – уповільнення під час руху на перехідній кривій перемінної швидкості (0,3 - 0,5 м/с²).

Y_{k1} – ордината точки, в якій сходяться зовнішні кромки проїзних частин з'їзду і перехідно-швидкісної смуги (початок з'їзду).

Якщо з'їзд транспортної розв'язки проектують на постійну швидкість руху, то довжина суміщеної ділянки

$$l = \sqrt[3]{6 \cdot R \cdot L \cdot Y_{k1}}, \text{ м}, \quad (5)$$

де R - мінімально-допустимий радіус з'їзду, м;

L - повна довжина перехідної кривої, визначена за формулою 7, м;

Y_{k1} – ордината точки, в якій сходяться зовнішні кромки проїзних частин з'їзду і перехідно-швидкісної смуги (початок з'їзду).

Рекомендовано приймати

$$y_{k1} = \frac{e_{nuc} + e_3}{2}, \text{ м}, \quad (6)$$

де e_{nuc} – ширина перехідно-швидкісної смуги,

e_3 – ширина проїзної частини на з'їзді, $e_3 = 6,0$ м [3, п.9.2.3.7]

Таблиця 6

Приклад розрахунку довжини суміщених ділянок лівоповоротного з'їзду, м

	V_{κ}	V_{np}	e_{nuc}	e_3	Y_{k1}	a	l	l_{np}
АВ								
ГА	40	50	3,75	6	4,9	0,3	71,3	75

ВГ								
ВБ								

Таблиця 7

Приклад розрахунку довжини суміщених ділянок правоповоротного з'їзду, м

	$R, м$	$L, м$	$\vartheta_{нис. м}$	$\vartheta_3, м$	$У_{кЛ}, м$	$l, м$	$l, м$
АГ							
ВБ							
ВА	150	95	3,75	6	4,9	74,7	75
ГБ							

Довжина відгону віражу

$$l_1 = \frac{\vartheta_3 \cdot (i_в - i_n)}{i_{відг}}, \text{ м}, \quad (7)$$

де ϑ_3 – ширина проїзної частини односмугового з'їзду,
 $i_в, i_n$ – ухил віражу та поперечний ухил проїзної частини доріг,
що перетинаються;

$i_{відг}$ – ухил відгону віражу не повинен перевищувати 10%), [3, п.9.2.3.11].

Слід пам'ятати, що поперечний похил віражу лівоповоротного з'їзду 60%, правоповоротного з'їзду - 40%.
Приклад розрахунку довжини ділянок відгону віражу наведено в табл. 8.

Таблиця 8

Приклад розрахунку довжини ділянок відгонів віражив

Відгін віражу для лівого повороту, l_1					Відгін віражу для правого повороту, l_1				
ϑ_3	$i_в$	$i_п$	$i_{від}$	l_1	ϑ_3	$i_в$	$i_п$	$i_{від}$	l_1
6 м	60%	25%	5%	42 м	6 м	40%	25%	5%	18 м

Перевірка виконання умови $L \geq l + l_1$

Якщо умова не виконується, потрібно або збільшити

довжину перехідної кривої L за рахунок зменшення прискорення a , або скоротити довжину відгону віражу l_1 за рахунок збільшення ухилу $i_{відг}$.

Таблиця 9

Приклад порівняння довжини перехідних кривих лівоповоротних з'їздів

	$L, м$	$l, м$	$l_1, м$	Виконання умови
АВ	130	80	42	$130 \geq 122$ – виконується
ГА				
БГ				
ВБ				

Таблиця 10

Приклад порівняння довжини перехідних кривих правоповоротних з'їздів

	$L, м$	$l, м$	$l_1, м$	Виконання умови
АГ				
БВ	95	75	18	$95 \geq 93$ – виконується
ВА				
ГБ				

Отже, розрахунки перехідних кривих виконані правильно

Кути повороту перехідних кривих

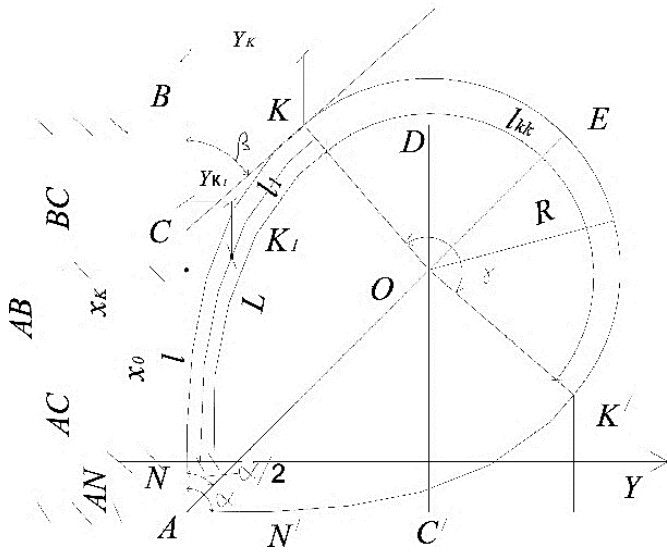
Кут повороту гальмівної кривої (за умов нерівномірного руху) визначаємо за наступною формулою:

$$\beta = 57,3 \left[\frac{a}{(v_{np} - v_{кр}) v_{кр}^3} L^2 + \frac{5a^2}{3(v_{np} - v_{кр}) v_{кр}^5} L^3 \right] \quad (8)$$

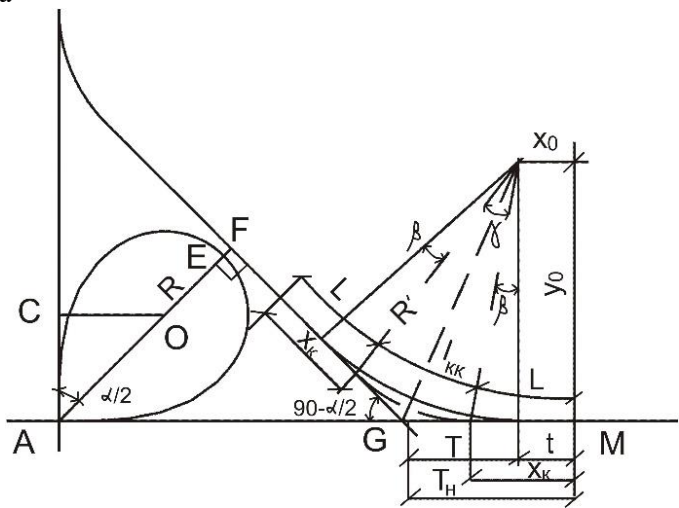
Кут повороту клотоїди (за умов руху з постійною швидкістю)

$$\beta = 57,3 \frac{L}{2R} \quad (9)$$

Приклади розрахунків наведені у таблицях 11,12.



a



б

а

Рис. 4 – Схема до розрахунку перехідних кривих: а – перехідної гальмівної кривої; б – клоїтиди

Таблиця 11

Приклад розрахунку кутів повороту перехідних кривих лівоповоротних з'їздів

	V_k км/год	V_{np} км/год	a , м/с ²	L_{np} м	β , град
АВ					
ГВ					
БГ	50	60	0,3	145	30
ВБ					

Таблиця 12

Приклад розрахунку кутів повороту перехідних кривих правоповоротних з'їздів

	$V_{кр}$, км/год	R , м	I , м/с ³	L , м	L_{np} , м	B , град
АГ	60	150	0,34	90,8	95	18
БВ						
ВА						
ГБ						

Для побудови креслень лівоповоротного з'їзду потрібно знайти також координати перехідних кривих з кроком 5 м, відстань t від початку перехідної кривої до перпендикуляру з центру колової кривої на лінію тангенсів, зменшення радіуса переміщення кривої p , зменшений радіус R' , довжину нового тангенсу, T_n .

Координати гальмівної кривої визначають за формулами:

$$x = l - \frac{a^2}{10(v_{np} - v_{кр})^2 v_{np}^6} l^5 \quad (10)$$

$$y = \frac{a}{3(v_{np} - v_{кр}) v_{np}^3} l^3 \quad (11)$$

Координати кловоїди:

$$x = l - \frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4} \quad (12)$$

$$y = \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^6} + \frac{l^{11}}{42240C^{10}} \quad (13)$$

де $C=Rl$ – параметр клотоїди для поточної точки перехідної кривої;

l – довжина ділянки перехідної кривої з кроком 5 м, $l = 5, 10, 15 \dots L$.

При підстановці в ці формули повної прийнятої довжини перехідної кривої L отримуємо координати її кінця x_k, y_k .

Для детального розрахунку та побудови клотоїди слід знайти ще додатково наступні величини:

t – відстань від початку перехідної кривої до перпендикуляру з центру колової кривої на лінію тангенсів, м

$$t = x_k - R \sin \beta; \quad (14)$$

P – зменшення радіуса кривої – переміщення кривої, м;

$$p = \frac{L^2}{24R}; \quad (15)$$

$R' \Sigma$ – зменшений радіус, м

$$R' = R - p; \quad (16)$$

T_n – довжина нового тангенсу, м

$$T_n = (R + p) \operatorname{tg} \alpha' / 2 + t. \quad (17)$$

5. Розрахунок геометричних елементів розв'язок за різними схемами

5.1. Розрахунок лівоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини»

Такий розрахунок виконуємо при вибраних схемах рис.1.а,в,є для чверті з мінімальним кутом і де є відповідний з'їзд.

На рис.5 показано схему для побудови лівоповоротного

з'їзду за типом «лист конюшини» з використанням в якості перехідних гальмівних кривих.

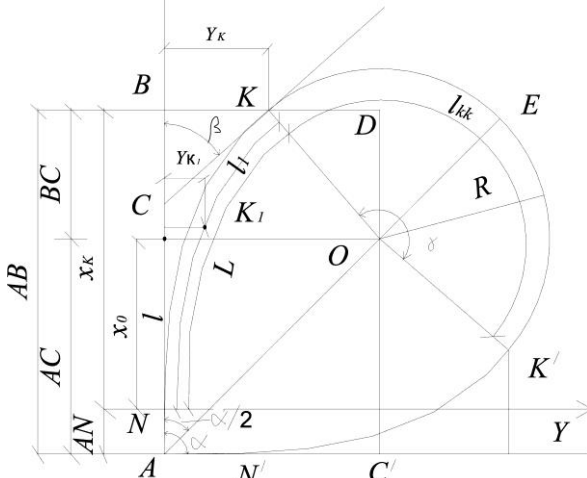


Рис.5 – Схема до розрахунку лівоповоротного з'їзду «лист конюшини»

Розрахунок лівоповоротного з'їзду полягає у знаходженні точок його початку та кінця.

Для визначення початку перехідної кривої необхідно знайти відстань AN (рис.5)

Відстань АВ складається з двох відрізків АС та ВС і може бути визначена за формулою

$$AB = BC + AC = R \sin \beta + ctg \alpha / 2 (R \cos \beta + Y_k), \text{ м.} \quad (18)$$

Відстань ОЕ дорівнює радіусу R.

Відстань AN=AN₁ визначається за формулою

$$NA = N_1A = AB - x_k, \text{ м;}$$

$$NA = R \sin \beta + ctg \alpha / 2 (R \cos \beta + y_k) - x_k, \text{ м.} \quad (19)$$

Довжину колової кривої визначаємо за формулою

$$l_{kk} = \frac{\pi R_1}{180} \cdot \gamma, \text{ м,} \quad (20)$$

де γ – центральний кут, який розраховуємо за формулою

$$\gamma = 180^\circ + \alpha - 2\beta; \quad (21)$$

В формулах 18–21 R– це прийнятий радіус з'їзду, розрахований за формулою 1, м;

α – кут перехрещення основних доріг (за завданням);
 β – кут повороту перехідної кривої (формула 8);
 X_K і Y_K – координати кінця перехідної кривої (формули 10,11 при $l=L$).

Вся довжина лівоповоротного з'їзду ($S_{в.д.з.}$) визначається:

$$S_{в.д.з.} = 2L + l_{kk}, \text{ м,} \quad (22)$$

де L – довжина перехідної кривої; l_{kk} – колова крива.

Із рис.5 видно, що мінімальна потрібна довжина з'їзду в плані, в межах якої можна виконувати самостійне проектування, складається із l_{kk} і деякої частини перехідних кривих, достатніх для відгону ширини проїзної частини на з'їздах

$$S_{в.д.з.} = l_{kk} + 2l_1 = l_{kk} + 2(L-l), \text{ м.} \quad (23)$$

Далі перевіряємо, чи достатня мінімальна потрібна довжина з'їзду в плані $S_{в.д.з.}$ для проектування його в поздовжньому профілі.

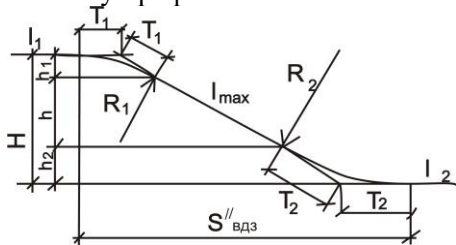


Рис. 6 - Розрахункова схема лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі

З рис. 6 видно, що потрібна довжина з'їзду, в межах якої можна проектувати самостійний з'їзд $S''_{в.д.з.}$, визначається умовами:

- 1) можливістю вписування вертикальних кривих нормативними радіусами R_1 і R_2 .
- 2) різницею відміток між проїзними частинами дороги на перехресті H , м;
- 3) забезпеченням максимально допустимого поздовжнього ухилу з'їзду i_{max} .
- 4) забезпеченням ухилів доріг, які перетинаються, i_1, i_2 .

Мінімальний радіус опуклої кривої, що задовольняє видимість в напрямку руху, визначаємо за формулою:

$$R_1 = \frac{S^2}{2h}, \text{ м,} \quad (24)$$

де S – розрахункова відстань видимості, м;

$h=1,2$ м – висота погляду водія з автомобіля.

Радіус ввігнутої кривої розраховується за умови забезпечення видимості поверхні дороги у світлі фар.

$$R_2 = \frac{S^2}{2(h_\phi + S \sin \alpha / 2)}, \text{ м,} \quad (25)$$

де S – розрахункова відстань видимості для зупинки автомобіля, м;

h_ϕ – перевищення центру фари автомобілю над поверхнею дороги, 0,7м;

α – кут розповсюдження пучка променів фар у вертикальній площині, 4-6 град.

Слід зазначити, що дорожня розв'язка є ділянкою підвищеної небезпеки, тому повинна мати стаціонарне освітлення, що зменшує залежність видимості від освітлення дороги фарами.

Відстань видимості можна прийняти нормативну [3, зміна 1 табл. 5.5] або визначити за формулою 26.

$$S = v(t_p + t) + K_e \frac{v^2}{2g(\varphi_1 + f)}, \text{ м,} \quad (26)$$

де v – розрахункова швидкість руху на з'їзді, м/с;

t_p – час реакції водія при виникненні небезпеки (0,2 ÷ 1,0) с;

t – час приведення в дію гальмівної системи (0,2 ÷ 0,5) с;

K_e – коефіцієнт ефективності гальмування, для вологого покриття приймається 1,0;

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²;

$(\varphi_1 + f)$ – сума бічної складової коефіцієнта зчеплення та опору коченню. Для асфальтобетонного покриття у вологому стані $\varphi_1=0,35, f=0,03$.

Різниця відміток між проїзними частинами дороги на перехресті H , м визначена завданням.

Максимальний поздовжній ухил з'їзду i_{max} приймається

залежно від розрахункової швидкості руху на з'їзді [3, табл. 5.5]. Проте згідно [3, п. 5.2.4 та табл. 5.6] поздовжній ухил має бути збільшений відповідно до прийнятого радіусу повороту.

Для з'їздів з доріг I категорії поздовжні ухили на спуск можна збільшувати в порівнянні з ухилами на підйом, але не більше, ніж на 20% [3, п.3.2.5],

Поздовжні ухили i_1, i_2 – це ухили поздовжніх профілів з'їздів поблизу точок перехрещення осей доріг (за завданням).

Потрібну довжину лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі визначають за формулою:

$$S''_{\text{вдз}} = 2T_1 + 2T_2 + d = 2T_1 + 2T_2 + \frac{h}{i_{\text{max}}} = 2T_1 + 2T_2 + \frac{H - h_1 - h_2}{i_{\text{max}}} \quad (27)$$

де T_1, T_2 – відповідно тангенс опуклої кривої з радіусом R_1 та тангенс ввігнутої кривої з радіусом R_2 , м

$$T_1 = R_1 \frac{i_1 + i_{\text{max}}}{2}, \text{ м} \quad (28)$$

$$T_2 = R_2 \frac{i_2 + i_{\text{max}}}{2}, \text{ м} \quad (29)$$

h_1, h_2 — відповідно висота від дороги, яка проходить по шляхопроводу до прямої ділянки, та від прямої ділянки до дороги, яка проходить під шляхопроводом, м:

$$h_1 = \frac{R_1}{2} (i_{\text{max}}^2 - i_1^2), \text{ м} \quad (30)$$

$$h_2 = \frac{R_2}{2} (i_{\text{max}}^2 - i_2^2), \text{ м} \quad (31)$$

За розрахунком вся довжина з'їзду у плані $S_{\text{вдз}}$ повинна бути більша, ніж вся довжина з'їзду у поздовжньому профілі $S''_{\text{вдз}}$.

Розрахунок довжини лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі є перевіряючим.

У тому випадку, якщо його довжина буде значно менша за довжину з'їзду в плані, потрібно зробити перерахунок з'їзду у поздовжньому профілі із більшими значеннями радіусів вертикальних кривих та/або меншим поздовжнім ухилом.

Якщо розрахована довжина з'їзду у поздовжньому профілі

буде більша за довжину з'їзду в плані, слід зробити перерахунок довжини у плані, збільшивши радіус з'їзду в плані. В такому випадку буде потрібно перерахувати всі проведені розрахунки.

5.2. Розрахунок правоповоротного з'їзду за схемою «листя конюшини»

Розрахунок правоповоротного з'їзду полягає в знаходженні відстані від точки перетинання осей зовнішніх смуг руху доріг А до початку з'їзду М та встановленні його довжини.

Основою для розрахунку є довжина перехідної кривої L , довжини суміщеної ділянки l та ділянки відгону віражу l_1 (табл.10).

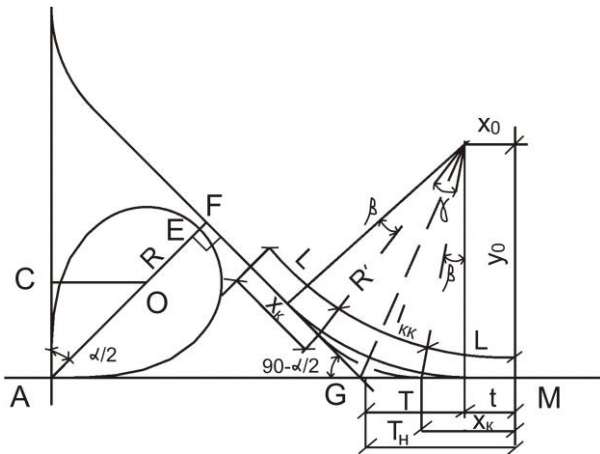


Рис.7 – Схема до визначення розмірів правоповоротного з'їзду в плані

За схемою правоповоротного з'їзду (рис. 7) визначають розміри його елементів у плані.

Віддаль між осями ліво- і правоповоротних з'їздів EF визначається, виходячи із того, що віддаль між підшвами насипів цих з'їздів повинна бути не менше, ніж 1,0м

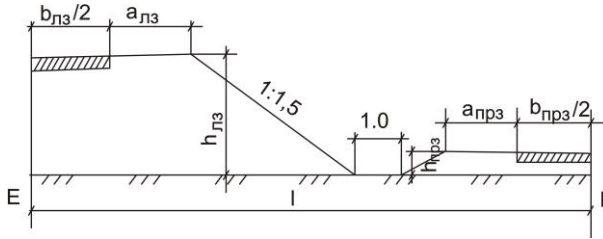


Рис. 8 - Поперечний розріз з'їздів

Із рис.9 видно, що

$$EF = 0,5 \cdot (v_{лз} + v_{прз}) + 1,0 + 1,5 \cdot (h_{лз} + h_{прз}) + a_{лз} + a_{прз}, \text{ м}, \quad (32)$$

де $v_{лз}$ – ширина проїзної частини лівоповоротного з'їзду, м;

$v_{прз}$ – ширина проїзної частини правоповоротного з'їзду, м;

$h_{лз}$ – висота насипу лівоповоротного з'їзду,

$h_{лз} = H/2 + 1$, м, де H – висота підмостового габариту;

$h_{прз} = 1,0$ м – висота насипу правоповоротного з'їзду;

$a_{лз} = 2,0$ м – ширина узбіччя лівоповоротного з'їзду; [3, зміна 1, п. 9.2.3.10]

$v_{прз} = 2,0$ м – ширина узбіччя правоповоротного з'їзду, [3, зміна 1, п. 9.2.3.10]

1,0 – відстань між укосами, м.

Відстань AF можна знайти за наступною формулою

$$AF = AO + OE + EF, \text{ м}, \quad (33)$$

$$AO = \frac{R' \cos \beta + y_k}{\sin \alpha / 2}, \text{ м}, \quad (34)$$

OE дорівнює радіусу R лівоповоротного з'їзду,

β – кут повороту гальмівної кривої.

$$AG = \frac{AF}{\cos \alpha / 2}, \text{ м}; \quad FG = \frac{AF}{\text{tg}(90^\circ - \alpha / 2)}, \text{ м} \quad (35)$$

Довжина залишкової колової кривої визначається за формулою 20, де γ – центральний кут, обчислюють за формулою

$$\gamma = (90^\circ - \alpha / 2) - 2\beta \quad (36)$$

Тангенс T_n складеної кривої визначається за формулою 17, замість α підставляємо кут $90^\circ - \alpha / 2$.

Віддаль від точки перетинання осей перехідно-швидкісних смуг до початку правоповоротного з'їзду

обчислюється за формулою:

$$AM = AG + T_n, \text{ м} \quad (37)$$

Уся довжина правоповоротного з'їзду визначається за формулою

$$S_{MM_1} = 2 \cdot [FG - T_n + 2 \cdot L + l_{kk}], \text{ м.} \quad (38)$$

Перевірка: $FG \geq T_n$.

Правоповоротні з'їзди, зазвичай, мають велику довжину і невеликі поздовжні ухили, тому проектування їх у поздовжньому профілі згідно з нормативами не спричиняє утруднень.

5.3. Розрахунок транспортної розв'язки з прямими лівоповоротними з'їздами

Даний розрахунок виконують при виборі схеми рис.2.б.

В місцях відгалуження лівоповоротних з'їздів від основних доріг (так саме і в місцях їх злиття), смуги прямого та зворотного руху розташовані у різних рівнях з різницею відміток між ними, що забезпечує підмостовий габарит Н.

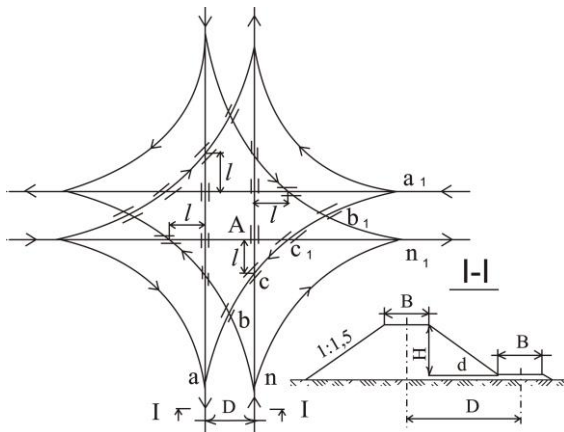


Рис. 9 – Перехрещення з чотирма лівоповоротними з'їздами

Кожний з напрямків руху проектують на відокремленому земляному полотні, за рахунок чого утворюється розділювальна смуга, що дорівнює відстані між внутрішніми кромками проїзної частини або між внутрішніми кромками зустрічних

смуг руху, яке визначається величиною закладення укосів плюс дві ширини узбіччя (рис. 9 переріз I-I). Залежно від категорій доріг при $H = 6$ м і укосах 1:1,5 ця відстань становить 14 – 17 м, а мінімальна відстань між осями зустрічних смуг руху $D=18-24$ м.

При наближенні до центру перетину доріг друга (що розташована нижче) проїзна частина піднімається до рівня першої і тому відстань між внутрішніми кромками при необхідності може бути зменшена (розділювальна смуга приймає звичайні розміри або дві проїзні частини зливаються в одну).

В останньому випадку в місці перехрещення проектують лише один шляхопровід. Якщо в межах розв'язки проїзні частини зустрічного руху запроєктовані паралельно одна одній з постійною шириною розділювальної смуг, що дорівнює ширині, прийнятої до початку розв'язки (перетин I-I) буває доцільно в місці перетину основних доріг передбачити:

- два шляхопроводи (якщо одна з доріг має вузьку розділювальну смугу або зовсім її не має, а друга має широку розділювальну смугу);
- чотири шляхопроводи (якщо обидві дороги мають широкі розділювальні смуги).

Взагалі повна розв'язка такого типу буде мати від 9 до 16 шляхопроводів.

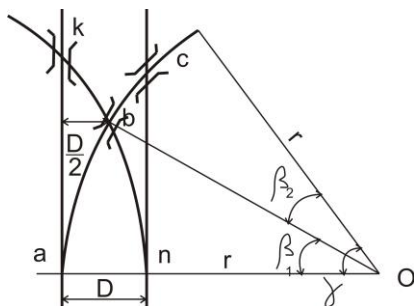


Рис.10 – Схема до розрахунку елементів перехрещення з прямими лівоповоротними з'їздами

Довжина шляхопроводу залежатиме від ширини

земляного полотна дороги, що розташована нижче. При різниці відміток доріг, що перетинаються, $H=6$ м і укосах 1:1,5 мінімальна довжина шляхопроводів 30 – 35 м, тобто за умови розташування шляхопроводу довжина ділянки з'їзду bc має бути не менше 30–35м (рис. 10), з іншого боку величина дуги bc залежить від величини радіусу з'їзду r .

Послідовність виконання розрахунків

1. Мінімальній радіус лівоповоротного з'їзду r знаходимо за формулою 1.
2. Мінімальна відстань від середини шляхопроводу на основних дорогах до середини шляхопроводу на перетині основної дороги та лівоповоротного з'їзду (що необхідна для проектування цієї ділянки в профілі):

$$l = \frac{i_{max}}{2} (R_1 + R_2) + \frac{H}{i_{max}}, \text{ м.} \quad (39)$$

Радіуси опуклої та ввігнутої кривих знаходимо за формулами 24 ,25.

3. Мінімальна відстань між осями другорядних смуг руху

$$D = B_1/2 + b_1 + 1,5H + B_2/2 + b_2, \text{ м,} \quad (40)$$

де B_1, B_2 – ширина проїзних частин, м;

b_1, b_2 – ширина узбіч, м;

H – висота підмостового габариту, м.

4. Кути γ і β_1 знаходимо при наступних співвідношеннях

$$\cos \gamma = \frac{r - D}{r}, \quad \cos \beta_1 = \frac{r - \frac{D}{2}}{r} \quad \text{та} \quad \beta_2 = \gamma - \beta_1 \quad (41)$$

5. Радіус лівоповоротного з'їзду

$$r = \frac{(30 \div 35)180}{\pi\beta_2}, \text{ м.} \quad (42)$$

Це значення порівнюють з розрахованим за формулою 1.

Якщо радіуси відрізняються, потрібно зменшити розрахункову величину мінімального радіусу з'їзду у плані збільшенням μ або збільшити β_2 збільшенням відстані D .

6. Довжину прямої ділянки сп можна визначити за формулами:

$$cn = \sqrt{r^2 - (r - D)^2} \text{ , м,} \quad (43)$$

або $cn = r \cdot \sin \gamma$ та An – від точки перетину крайніх смуг руху основних доріг до початку та кінця лівоповоротного з'їзду:

$$An = cn + l.$$

7. Довжина всього лівоповоротного з'їзду:

$$L_n = aa_1 = \frac{\pi r}{180} \alpha \text{ , м.} \quad (44)$$

8. Вирішується питання щодо влаштування на кожному лівоповоротному з'їзді одного шляхопроводу замість двох.

9. Вирішується питання щодо розташування правоповоротного з'їзду ближче до центру перетину.

Слід відмітити, що даний тип розв'язки не виключає влаштування перехідних кривих та перехідно-швидкісних смуг.

Розрахунок правоповоротних з'їздів виконується за методикою розрахунку цього елемента для „листа конюшини.

5.4. Розрахунок транспортної розв'язки у вигляді кола з п'ятьма шляхопроводами

Такі розв'язки дуже складні в поздовжньому профілі (коло почергово проходить то над однією з доріг, то під другою), тому радіус кола визначається не стільки розрахунковою швидкістю руху, скільки:

- можливістю проектування у поздовжньому профілі мінімальними радіусами вертикальних кривих;
- максимальними поздовжніми ухілами при дотриманні необхідної різниці висот доріг, що перетинаються;
- розміщенням ділянок злиття потоків;
- довжини одного сектору кільця в плані Z_n і в профілі Z_v повинні дорівнювати один одному або $Z_n > Z_v$.

Для розташування підйомів та спусків і розташування вертикальних кривих призначаються радіуси, значно більші, ніж розраховані за допустимою швидкістю та поздовжнім ухилом. Особливо складно, коли дороги перетинаються під гострим кутом (для вписування правоповоротних з'їздів потрібні великі радіуси кола).

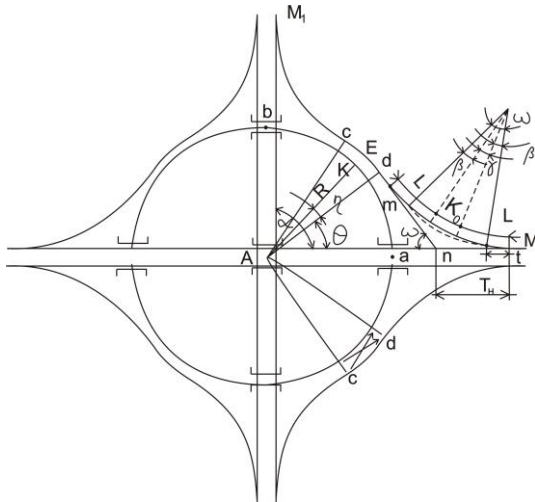


Рис. 11 – Схема до розрахунку елементів перехрещення за типом кола з п'ятьма шляхопроводами

Розрахунок кола починається з визначення мінімального радіусу кола, який дозволяє проектувати його в поздовжньому профілі при заданих i_{max} і R_1 та R_2 (радіуси згідно формул 24, 25)

Довжина одного сектору кола у плані:

$$Z_n = \frac{2\pi R \alpha}{360}, \text{ м}, \quad (45)$$

де α – кут перехрещення доріг.

При $Z_n = Z_6$ мінімальний радіус

$$R = \frac{180 Z_6}{\pi \alpha}, \text{ м}, \quad (46)$$

при $\alpha = 90^\circ$ $R = 0,64 Z_6$.

Проектування в профілі кожної чверті кола може здійснюватися самостійно, але в кожному разі коло і з'їзд мають бути ув'язані між собою (в кожній чверті кола відбувається перерозподіл потоків за напрямками, для чого в середині сектору має бути ділянка cd , достатня для переплетення потоків).

Ділянка cd повинна бути не менше шляху руху автомобіля за 4 с, тому $cd = 4V_p \cdot (V_p - \text{розрахункова швидкість, м/с})$

Тоді:

$$\eta = \frac{cd \cdot 180}{\pi(R + KE)} = \frac{229V_p}{R + KE}; \quad \theta = \frac{1}{2(\alpha - \eta)} \quad (47)$$

$$\omega = 90 - \frac{1}{2}(\alpha - \eta) \quad (48)$$

Розрахунок правоповоротних з'їздів виконується за методикою розрахунку цього елемента для „листа конюшини”.

Відстань $dn = (R + KE)tg\theta$, де KE – відстань між віссю кола в середині сектору K і віссю з'їзду E , що прилягає до нього.

Контроль: $dn \geq T_n$.

Радіус кругової кривої з'їзду r , що прилягає до кола, визначається:

$$r = \frac{(R + KE)tg\theta - L/2}{tg\omega/2}, \text{ м}, \quad (49)$$

де L – довжина перехідної кривої (формула 7), м.

Величина r , отримана за даною формулою, має максимальне значення. Крім цього, в даному типу розв'язок довга перехідна крива необхідна тільки з боку основної дороги і зовсім необов'язково має бути довгою зі сторони примикання до кола. Ось чому, якщо радіус кола прийнято невеликим, цю частину з'їзду можна проектувати двома перехідними кривими різної довжини (довга – з боку основної дороги, коротка – з боку прилягання до кола [на приляганні відсутня ділянка суміщення потоків]). Таке припущення дає можливість при тому самому радіусі основної кривої зменшити тангенс складеної кривої.

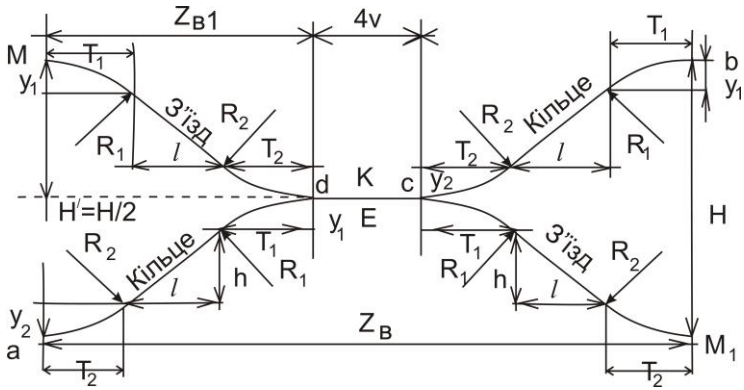


Рис.12 – Суміщені поздовжні профілі кола і з'їздів

Ділянку cd проектуємо у вигляді горизонтальної ділянки одночасно на колі і на з'їзді, що прилягає до кола.

$$Z_e = i_{max}^K (R_1 + R_2) + \frac{H}{i_{max}^K} + 4V_p, \text{ м}, \quad (50)$$

де R_1, R_2 – радіуси вертикальних опуклих та ввігнутих кривих;
 i_{max}^K – максимальний поздовжній похил проїзної частини на колі;

V_p – розрахункова швидкість, м/с;

H – різниця висоти між дорогами, які перетинаються у точках a і b , м.

Мінімальна довжина з'їду в поздовжньому профілі на ділянці від основної дороги до місця прилягання до кола в поздовжньому профілі (Md):

$$Z_{e1} = \frac{i_{max}^3}{2} (R_1 + R_2) + \frac{H}{2i_{max}^3}, \text{ м}, \quad (51)$$

де i_{max}^3 – максимальний поздовжній похил з'їзду.

Якщо ділянка дороги aM (рис. 12) запроектована з поздовжнім ухилом i_∂ , довжина з'їзду на ділянці від основної дороги до місця прилягання до кола в поздовжньому профілі визначиться:

$$Z_{e1} = \frac{R_1}{2i_3} (i_\partial + i_3) (i_3 - i_\partial) + \frac{R_2 \cdot i_3}{2} + \frac{H^1}{i_3}, \text{ м}, \quad (52)$$

де $H' = H/2$.

5.5. Розрахунок транспортної розв'язки у вигляді кола з двома шляхопроводами

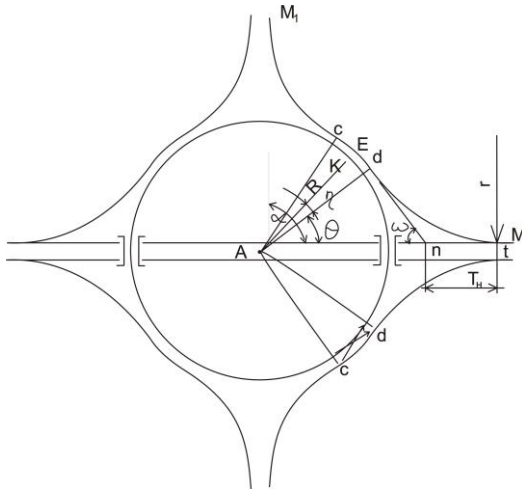


Рис.13 – Схема до розрахунку елементів перехрещення за типом кола з двома шляхопроводами

В таких розв'язках коло може бути розташовано горизонтально над дорогою або під однією з доріг, що перетинаються., тому величина радіусу кола умовами проектування самого кола в поздовжньому профілі обмежуватися не буде. Але в плані і в поздовжньому профілі на колі має бути суміщена двосмужна ділянка cd , що дорівнює шляху, якій автомобіль з розрахунковою швидкістю V_p проїде не менш ніж за $4c$. Ця ділянка також має бути достатньою для перерозподілу потоків за напрямками і виконання лівого повороту.

Радіус кола визначають з умови розрахункової швидкості.

Радіус кругової кривої, що прилягає до з'їзду з боку транзитної дороги r розраховують за формулою 50 і перевіряють за залежністю: $(T_n = T+t) \leq dn$, де T_n – тангенс складеної кривої, м.

Також перевіряють, щоб довжина з'їзду, яка прилягає до кола у плані на ділянці Md , не перевищувала довжини цієї ділянки, необхідної для проектування його у поздовжньому профілі (формула 51).

На з'їздах, які прилягають до кола, рекомендується застосування перехідних кривих різної довжини, що дасть можливість збільшити радіуси з'їздів. Якщо радіус з'їзду r за розрахунком буде отримано малим, таким, що не забезпечить рух автомобілів з розрахунковою швидкістю, його можна збільшити наданням колу овальної форми, витягнутої у напрямку, перпендикулярному до транзитної дороги.

Послідовність виконання розрахунків

1. Радіус кола знаходимо за формулою 1.
2. Кути η , θ формула 48, кут $\omega = 90 - \theta$.
2. Відстань $dn = R \operatorname{tg} \theta$, м.
3. Радіус з'їзду:

$$r = \frac{dn - L_1 / 2}{\operatorname{tg} \omega / 2}, \text{ м,} \quad (53)$$

де L_1 – довжина перехідної кривої з боку прилягання до кола.

Тангенс складеної кривої:

$$T_n = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} + \frac{L}{2}, \text{ м,} \quad (54)$$

Контроль: $dn \geq T_n$

4. Кут повороту β перехідної кривої на з'їздах визначаємо за формулою 10.
5. Довжина кругової кривої, що залишилася:

$$K_o = \frac{\pi r}{180} (\omega - \beta_1 - \beta_2), \text{ м.} \quad (55)$$

6. Довжина частини з'їзду на ділянці Md в плані:

$$Z_{n1} = Md = dn - T_n + L_1 + L_2 + K_o, \text{ м.} \quad (56)$$

7. Довжина частини з'їзду на ділянці Md в профілі Z_{61} визначається за формулою 51.

Контроль: $Z_{n1} \geq Z_{61}$.

8. Повна довжина з'їзду в плані: $Z_n = 2dM + 4V_p$.
9. Відстань від центру кола до початку з'їзду:

$$AM = \frac{R + KE}{\sin \omega} + T_n, \text{ м.} \quad (57)$$

Так як радіус кола залежить ще й від довжин ділянки cd , яка в свою чергу – від розрахункової швидкості, кут η розраховується при $cd = 4V_p$.

Очевидно, чим більший радіус кола, тим при меншому куті η буде забезпечена необхідна довжина ділянки злиття cd і тим більшим радіусом можна буде описати правоповоротний з'їзд.

6. Проектування поздовжніх профілів з'їздів

Розміщення магістралей (вище або нижче) залежить від рельєфу місцевості,; основним критерієм є якнайкраще забезпечення водовідведення з території транспортної розв'язки. При інших однакових умовах найбільш зручності для руху транспорту слід забезпечити на дорозі з більшою інтенсивністю руху.

В загальному випадку побудова поздовжнього профілю дороги, яка піднімається на шляхопровід, здійснюється за нормами відповідно до категорії.

При проектуванні проектної лінії на з'їздах та основних дорогах слід виходити із потреби забезпечення водовідведення з усіх замкнутих контурів транспортної розв'язки, тому мінімальна висота насипу повинна забезпечувати влаштування водоперепускних труб.

Якщо один із з'їздів запроєктований у виїмці, то потрібно перевірити мінімальну віддаль видимості і при потребі зрізати внутрішній укіс.

7. Проектування поперечних профілів з'їздів

На ділянках з'їздів передбачається улаштування проїзної частини з односхилим поперечним профілем (віраж) для

забезпечення безпечного руху автомобілів з розрахунковою швидкістю.

Поперечний похил проїзної частини, крім ділянок, на яких передбачається влаштування віражів, необхідно призначати залежно від матеріалу покриття дорожнього одягу. На дорогах з асфальтобетонним та цементобетонним покриттям поперечний похил проїзної частини необхідно приймати 25 ‰ [3, п.9.2.3.10]. Поперечні похили узбіч слід призначати від 15 ‰ до 35 ‰ більше поперечних ухилів проїзної частини. Залежно від кліматичних зон і типу укріплення узбіч необхідно призначати такі величини поперечних ухилів:

- від 30 ‰ до 40 ‰ — укріплених із застосуванням в'язучих;
- від 40 ‰ до 60 ‰ — укріплених гравієм, щебенем;
- від 50 ‰ до 60 ‰ — укріплених засівом трав або одернуванням.

На всіх з'їздах у межах кривих залежно від радіуса кривої та кліматичних умов необхідно влаштовувати віраж з похилом від 20 ‰ до 60 ‰. Величина додаткового поздовжнього похилу зовнішньої крайки проїзної частини на ділянці відгону віражу не повинна перевищувати 10 ‰.

Перехід від двосхилого профілю дороги до односхилого слід здійснювати в межах перехідної кривої.

Поперечний похил зовнішнього узбіччя на віражі слід призначати таким же, як і проїзної частини дороги. Ухил внутрішнього узбіччя залишається як і на прямій ділянці, якщо він не менший, ніж похил віражу, або збільшується до похилу віражу.

Перехід від нормального похилу узбіччя при двосхилому профілі до похилу проїзної частини слід виконувати на ділянках завдовжки 10м до початку відгону віражу.

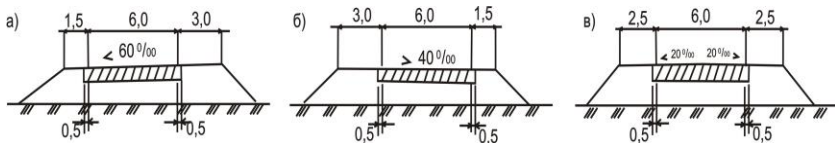


Рис 14 - Поперечний переріз з'їздів: а - лівоповоротних на кривих ділянках; б-правоповоротних на кривих ділянках; в - правоповоротних на прямих ділянках

8. Визначення пропускну́ї здатності з'їзду транспортної розв'язки

Потрібно оцінити пропускну́ї здатності право- та лівоповоротного з'їздів.

Пропускна здатність з'їзду – максимальна кількість автомобілів, що може вільно влитися у основний потік дороги зі з'їзду в одиницю часу.

Максимальна інтенсивність руху на з'їзді визначається за формулою

$$N_z = N_0 \left(A \frac{e^{-\beta_1 m \Delta t_{\text{сп}}}}{1 - e^{-\beta_1 m \delta}} + B \frac{e^{-\beta_2 m \Delta t_{\text{сп}}}}{1 - e^{-\beta_2 m \delta}} + C \frac{e^{-\beta_3 m \Delta t_{\text{сп}}}}{1 - e^{-\beta_3 m \delta}} \right), \quad \text{авт/год} \quad (58)$$

N_0 – інтенсивність руху на основній смузі дороги, авт/год;

$A, B, C, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти, що визначають стан транспортного потоку на основній смузі дороги;

m – параметр, що дорівнює $N/3600$;

$\Delta t_{\text{сп}}$ – граничний інтервал часу при злитті транспортних потоків, с; (рис. 17, 18).

δt – інтервал часу між авто, що в'їжджають зі з'їзду у транспортний потік на основній смузі дороги (основна смуга – зовнішня права смуга головної дороги); залежно від складу транспортного потоку на з'їзді: $\delta t = 3,2\text{с}$ якщо кількість легкових авто = 50%, $\delta t = 3,6\text{с}$ - якщо кількість легкових авто менше 50%.

Коефіцієнт A (характеризує автомобілі, що вільно рухаються у транспортному потоці) в залежності від % складу важких авто у потоці на основній смузі та від інтенсивності руху $N_{\text{см}}$ на суміжному лівоповоротному з'їзді, по якому рухаються авто, що з'їжджають з дороги, знаходять за таблицями 13, 14.

Коефіцієнт B (характеризує рух частково зв'язаних автомобілів) визначають за графіком $B = f(A)$ (рис. 15).

Коефіцієнти β також будуть мати різні значення для двох- та чотирьох смугових доріг:

$\beta_1 = 1 + 1,28 \lg A, \beta_2 = 3,5; \beta_3 = 5,7$ – для двохсмугових доріг;

$\beta_1 = 1 + \lg A, \beta_2 = 1,8; \beta_3 = 3,0$ – для чотирьохсмугових доріг.

Таблиця 13

Важкі авто у потоці, %	10...15	20...25	30...35
Коефіцієнт А	0,60	0,55	0,48

Для правоповоротних з'їздів, а також для лівоповоротних з'їзді всіх розв'язок, крім "листа конюшини", коефіцієнт А визначають за таблицею 14.

Таблиця 14

Відстань від попереднього з'їзду, м	Коефіцієнт А
200	0,77...0,88
400	0,82...0,92
600	0,87...0,96
800	0,90...0,96
1200	0,90...0,96

Менші значення відповідають 20 – 25% важких авто у потоці, більші – 10 - 15% .

Проміжні значення визначають інтерполяцією.

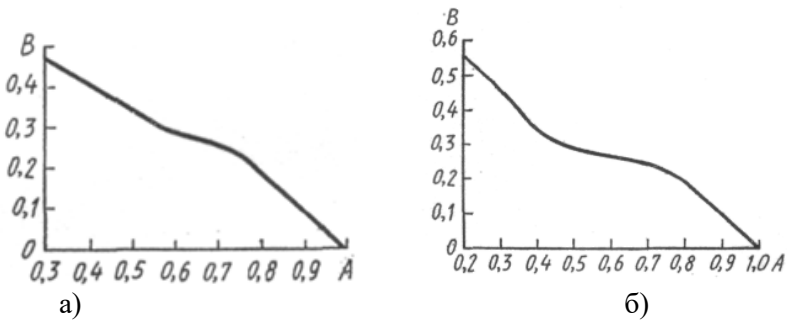


Рис.15. Графік $B = f(A)$ для двохсмугових доріг (а) та для чотирьохсмугових доріг (б)

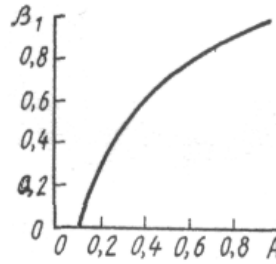
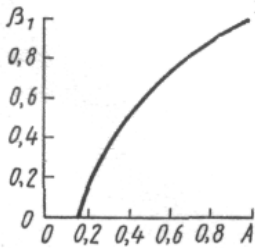
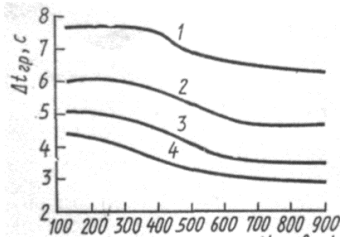


Рис. 16. Графік $\beta_1 = \eta(A)$ для двох смугових доріг (а) та для чотирьохсмугових доріг (б).



N_0 , авт/год

Рис. 17 – Графіки $\Delta t_{тр} = \varphi(N_0)$:

- 1– злиття після зупинки при 85% забезпеченні;
- 2– те саме при 50% забезпеченні;
- 3– швидкість руху потоку, що зливаються з потоком на основній дорозі 25- 35 км/год при 85% забезпеченні;
- 4– злиття з ПШС при 85% забезпеченні.

Після визначення за формулою (58) максимальної інтенсивності на з'їзді N_3 підраховують пропускну здатність з'їзду P за формулою:

$$P_з. = d P_{\max} \quad (59)$$

$P_{\max} = 1800$ авт/год – максимальна пропускну здатність смуги руху на з'їзді, легкових авто,

d – підсумковий коефіцієнт зниження пропускну здатності .

Для визначення d попередньо встановлюються окремі коефіцієнти,

$$d = \psi n \quad (60)$$

Коефіцієнт ψ знаходять з виразу:

$$\psi = 0,5 + 0,037\Pi + 0,4513 S + 0,0046 R - 0,0053 p - 0,0038i + 0,0007c + 0,00118 V_{\text{обм}}. \quad (61)$$

Π – ширина смуги руху на з'їзді, м;

S – відстань видимості у плані, км;

R – радіус горизонтальної кривої, км;

p – кількість важких авто в потоці на з'їзді, %;

i – поздовжній ухил з'їзду, %;

c – відстань до бічних перешкод, м;

$V_{\text{обм}}$ – обмеження швидкості руху на з'їзді, км/год.

$n = 1$ – добуток тих коефіцієнтів, що не були враховані попередньою формулою.

N_3 та P_3 порівнюють між собою. Якщо $N_3 < P_3$ – за пропускну здатність приймають N_3 , так як у цьому випадку пропускну здатність з'їзду обмежена ділянкою злиття потоків. Якщо $N_3 > P_3$ – за пропускну здатність з'їзду приймають P_3 , так як у цьому випадку пропускну здатність з'їзду обмежена ділянками з кривими малих радіусів, недостатньою видимістю, крутими підйомами тощо.

При оцінці пропускну здатності ТР, що складається з пропускну здатності з'їздів та доріг, які перетинаються, розглядають практичну пропускну здатність, враховують вплив різних рівнів завантаження доріг, які перетинаються на швидкість та зручність руху.

Коефіцієнт завантаження ділянки з'їзду рухом

$$Z_3 = \frac{N_0 + N_3}{P_0 + N_3}, \quad (62)$$

N_0 – інтенсивність руху на основній смузі дороги, або на ПШС; авт./год

N_3 – інтенсивність руху на з'їзді, авт./год;

P_0 – пропускну здатність основної смуги дороги, авт./год.

Залежно від Z_v розрізняють чотири рівня зручності руху на з'їзді (таблиця 15):

Таблиця 15

Рівні зручності	Коефіцієнт завантаження	Швидкість на правій смузі в зоні з'їзду. % від швидкості на ТР
А	Менше 0,2	90...100
Б	0,2...0,45	85...90
В	0,45...0,7	70...80
Г-а	0,7...1	45...55
Г-б	0; 1	35...40

Задовільним вважається $Z = 0,5...0,6$. Зростання інтенсивності руху понад вказаного тягне за собою різке погіршення умов руху на головній дорозі та довжелезні черги на з'їздах.

9. Оцінка рівню безпеки з'їздів

Кількість вірогідних ДТП в конфліктній точці на 10 млн. автомобілів:

$$q = K_i N_i N_j \frac{25}{K_p} 10^{-7} = K_i N_i N_j \cdot 365 \cdot 10^{-7} \quad (63)$$

де K_i – відносна аварійність в даній конфліктній точці;

N_i, N_j – інтенсивність руху потоків, що взаємодіють у даній конфліктній точці, авт./добу;

K_p – коефіцієнт річної нерівномірності руху по місяцях (враховується, якщо потрібно визначити кількість ДТП в певний місяць року – наприклад, в період інтенсивних перевезень. Коефіцієнт 25 враховує кількість робочих днів місяця. Для доріг, що проєктуються, $25/K_p = 365$).

$$G = \sum q_i \quad (64)$$

Показник аварійності розв'язки:

$$Ka = \frac{G \cdot 10^7 \cdot K_p}{\sum (N_0 + N_3) 25} = \frac{G \cdot 10^7}{\sum (N_0 + N_3) 365} \quad (65)$$

N_0 = інтенсивність руху по крайній правій смузі руху, авт/добу;

N_3 = інтенсивність руху на з'їзді, авт/добу.

Таблиця 16

Відносна аварійність конфліктних точок

Тип з'їзду	Вид взаємодії потоків	Радіус з'їзду, м	Відносна аварійність K_i
Лівоповоротні з'їзди (лист конюшини)	Злиття	$R < 50$	$35 \cdot 10^{-5}$
		$R = 50 \dots 60$	$20 \cdot 10^{-5}$
		$R > 60$	$10 \cdot 10^{-5}$
	Розгалуження	$R < 50$	$100 \cdot 10^{-5}$
		$R = 50 \dots 60$	$70 \cdot 10^{-5}$
		$R > 60$	$50 \cdot 10^{-5}$
Правоповоротні з'їзди.	Злиття	$R \leq 60$	$15 \cdot 10^{-5}$
		$R > 60$	$10 \cdot 10^{-5}$
	Розгалуження	$R \leq 60$	$30 \cdot 10^{-5}$
		$60 < R \leq 120$	$20 \cdot 10^{-5}$
		$R > 120$	$15 \cdot 10^{-5}$

Залежно від значення K_a перехрещення за ступенем небезпеки поділяються на:

безпечні $K_a < 3$;

мало небезпечні $K_a = 3,1 - 8$;

небезпечні $K_a = 8,1 - 12$;

дуже небезпечні $K_a > 12$.

Для розв'язок, які проектуються, K_a не повинен перевищувати 8 балів.

10. Побудова плану чверті дорожньої розв'язки з визначенням пікетажного положення

Побудову плану виконують у такій послідовності.

Перший етап

Наносять осі основних доріг пересічення, кут між

дорогами і чверть, яку будуть будувати. Після побудови осі перехідно-швидкісних смуг наносять на креслення точки початку перехідних кривих з'їздів, потім всі розраховані точки перехідних кривих та кругових кривих спочатку лівоповоротних з'їздів, потім правоповоротних з'їздів із виносом розмірних ліній.

Другий етап

Побудова верхньої частини земляного полотна.

Спочатку відкладають кромки проїзної частини основних доріг, потім з'їздів. Після згідно з нормами проектування відкладають узбіччя, оскільки узбіччя основних доріг, прямих ділянок і колових кривих відрізняються, то плавне з'єднання виконують на ділянках перехідних кривих.

Побудову укосів на дорожній розв'язці починаємо з правоповоротних з'їздів. Приймаємо, що висота насипу правоповоротних з'їздів - 1,0 м, а коефіцієнт закладення укосу - $m=1,5$. Тобто, відклавши в обидва боки по 1,5 м в масштабі плану, побудуємо низ укосу. Коефіцієнт закладення укосу лівоповоротних з'їздів також $m=1,5$, але висота насипу змінюється від відмітки шляхопроводу до 1,0 м на основній дорозі. Після того як побудуємо укоси лівоповоротного з'їзду, наносимо на план горизонталі й місця розташування водопропускних труб.

Третій етап

Нанесення пікетажу основних доріг і з'їздів.

Розбивку пікетажу на з'їздах виконують по напрямку руху автомобілів. Нумерація пікетажу зазвичай починається від пікетажу основної дороги, з якої автомобілі виїжджають на даний з'їзд, але можна виконати й самостійну нумерацію пікетажу

11. Проектування водовідводу з території транспортної розв'язки

В проєкті вертикального планування транспортної розв'язки вирішують питання організації стоку дощових та талих вод як з поверхні проїзної частини з'їздів та основних

доріг, так і з замкнених контурів, які утворюються з'їздами. Водовідвід із замкнених контурів вирішується у відповідності з загальним напрямком стоку з території, на якій розташовано розв'язку.

Розміри отворів перепускних труб для відводу води через земполотно призначають на основі гідравлічних розрахунків, але не менше 0,75м.

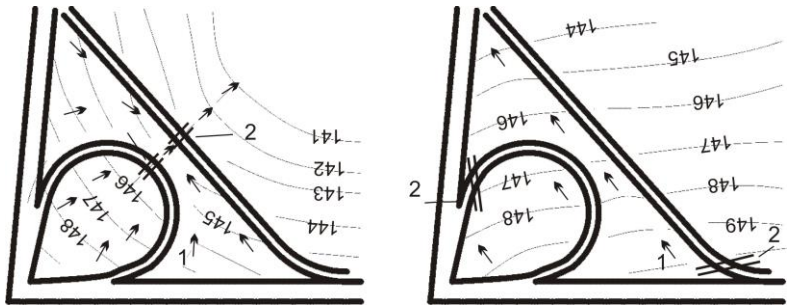


Рис. 15 – Приклади вертикального планування всередині з'їзду. 1- напрямок стоку поверхневих вод, 2 – водоперепускна труба

12. Організація руху

Сучасні транспортні розв'язки можуть мати складну схему, займати велику площу, розташовуватись на пересіченому рельєфі, і тому водій, як правило, не може бачити всієї транспортної розв'язки та не завжди може вірно визначити потрібний напрямок. В цьому випадку особливе значення отримують питання організації дорожнього руху.

12.1. Дорожні знаки

Поперечний показчик (знак 5.51) має бути встановлений за 400 м від транспортної розв'язки із зазначенням швидкості руху на з'їзді. Безпосередньо перед початком ПШС розташовують знаки 5.52, які вказують про напрямки руху даним з'їздом та 5.20.1- 5.20.3 “Початок додаткової смуги руху”. При відсутності ПШС перед поворотом встановлюються знаки

5.53 або 5.54. Для забезпечення розрахункової швидкості руху на з'їзді встановлюються знаки 3,29 “Обмеження максимальної швидкості”. На зовнішній стороні заокруглень з'їздів встановлюються знаки 1.4.1 та 1.4.2 “Напрямок повороту”. Цей знак виконує орієнтуючу функцію в темну пору доби та в умовах недостатньої видимості. Для запобігання в'їзду на з'їзд в місці виїзду встановлюється знак 4.1 “Рух прямо”, на початку смуги розгону – знак 2.4 “Дати дорогу”, а на основній дорозі – 5.22 “Прилягання смуги для розгону”. Для підтвердження правильності руху по з'їзду наприкінці розв'язки встановлюють покажчики відстаней до об'єктів (5.59). Перед перешкодою (початком острівця безпеки) встановлюються знаки 4.7 – 4.9 “Об'їзд перешкоди. На багато смугових дорогах знаки мають дублюватися над проїзною частиною та на розділювальній смузі. Перед з'їздом під шляхопровід мають бути встановлені габаритні ворота.

Схема розташування знаків на будь-якій розв'язці повинна розроблятися на стадії проектування. При цьому важливо, щоб ці схеми були типовими, кожен знак повинен бути розташований в одному й тому ж місці, щоб забезпечити своєчасне розпізнавання його водіями та уникнути його спотвореного сприйняття.

12.2. Дорожня розмітка

Горизонтальна поздовжня (1,1, 1,3., 1,5., 1,6, 1,8., 1,11.). Застосовується для маркування поздовжніх смуг руху - 1,5, перед небезпечними ділянками - 1,6 (ПШС, місця для розвороту тощо), на небезпечних ділянках – 1,1 (на всій небезпечній ділянці). Для відокремлення ПШС – розмітка 1,8. Біля краю проїзної частини – розмітка 1,1 (як правого узбіччя , так і вздовж розділювальної смуги). При відсутності розділювальної смуги при загальній кількості смуг 4 і більше по середині проїзної частини використовується розмітка 1.3. В місцях для маневрування дозволених лише з однієї сторони – розмітка 1.11. (виїзд із смуги для розгону зупинок маршрутного транспорту тощо).

Горизонтальна поперечна (1.13, 1.14, 1.16.)

1.13 – перед виїздом із смуги для гальмування. 1.14.1 – позначення пішохідного переходу; 1.16.1, 1.16.2 – позначення острівців безпеки в місцях розгалуження або злиття транспортних потоків; 1.16.3 – маркування розділювальної смуги.

Горизонтальні інші види (1.18, 1.19, 1.20, 1.21, 1.21, 1.23)

1.18. – позначає напрямки руху по смугах (дублює знаки 1.16, 1.18); 1.19 – попереджає про кінець смуги розгону; 1.20 – попереджає про наближення до знаку 2.4. Розмітка 1.18, 1.19, 1.20 наносить 2-3 рази.

12.3. Дорожнє огороження

Огороження сприяє зниженню важкості ДТП, а у деяких випадках і попереджує їхнє виникнення. За принципом роботи огороження поділяється на утримуюче та орієнтуюче. Утримуюче огороження бар'єрного типу застосовується напівжорстке металокоробчастого W-подібного, що встановлюється на залізобетонних конструкціях з демпферною системою. Орієнтуюче огороження призначене для інформування водія про напрямок дороги і тому виконується легким у вигляді стовпчиків або металевих перил бар'єрного типу.

На огороженні має бути нанесена вертикальна розмітка (2.3 – на стовпчиках, 2.5 і 2.6 на бічній поверхні огороження). Огороження парашютного типу встановлюється на узбіччі на відстані 0,5 м від бровки земляного полотна, бар'єрного – 1,0 м. Направляючі стовпчики встановлюються на узбіччі на відстані 0,35 м від бровки земляного полотна.

Основні вимоги до утримуючих огорожень: повністю поглинати енергію удару причому не одним елементом, який увійшов у контакт з автомобілем, а декількома прольотами. Воно повинне плавно уповільнювати рух автомобіля при наїзді і відхиляти його вздовж бар'єру, не відкидаючи у потік автомобілів, що рухаються. Висота має бути такою, щоб втримати низькі автомобілі і не викликати перекидання високих.

Бар'єрні огороження встановлюють із зовнішньої сторони криволінійних з'їздів, на початку з'їздів, що розташовані на шляхопроводі, і на самих шляхопроводах. Тут

огороження встановлюють з обох боків. Для попередження наїздів транспортних засобів на опори шляхопроводів і щогли освітлення, які розташовані на розділювальній смузі, їх також слід огорожувати.

Орієнтуюче огороження і сигнальні стовпчики передбачаються на прямолінійних ділянках з'їздів при висоті насипів від 2 до 3 метрів і на криволінійних ділянках з'їздів, які мають висоту насипів від 1 до 3 м. Відстань між сигнальними стовпчиками приймається у відповідності з ДСТУ-2735-94.

Додаток А

Варіанти вихідних даних для контрольної роботи

Літери алфавіту	За першою літерою прізвища	За другою літерою прізвища		За третьою літерою прізвища	За четвертою літерою прізвища
	Категорії доріг, що перетинаються	Різниця відміток на перетинанні	Кут на перетинанні доріг, град	Варіант позд. профілю дороги АБ	Варіант позд. профілю дороги ВГ
А, Б, В, Г	I-a – II	6,0	95	1	1
Г, Д, Е, Є	I-б – II	6,5	90	2	2
Ж, З, И, І	II-a – III	7,0	85	3	3
Ї, Й, К, Л	I-б – III	6,0	80	4	4
М, Н, О, П	II – II	6,5	75	5	5
Р, С, Т, У	II – III	7,0	70	6	3
Ф, Х, Ц, Ч	I-a – IV	6,0	65	7	7
Ш, Щ, Ъ, Ю, Я	I-a – V	6,5	60	8	8

Розподіл транспортних потоків приведеної інтенсивності руху до легкового автомобіля за напрямками основних доріг, авт./добу і відсотками від основних напрямків на з'їздах, брати із таблиць згідно категорій доріг, що перетинаються. Варіант розподілу вибираємо за п'ятою літерою прізвища.

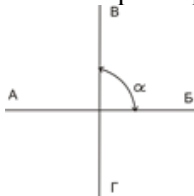


Схема перетинання:

I-a – II, I-б – II

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Є	Ж, З, И, І	Ї, Ё, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	1230 0	1365 0	1080 0	9580	8320	7250	1036 0	9850
2	БА	8950	1100 0	8800	7850	6950	7980	5920	6700
3	ВГ	5620	4980	3560	4230	4730	4150	6130	5230
4	ГВ	4890	5890	6500	4430	4260	4025	5300	5310
5	АГ/	20	15	10	30	16	12	5	28
6	АВ/	10	42	20	10	30	35	42	18
7	БВ/	30	20	10	22	10	20	26	16
8	БГ/	20	14	35	16	21	10	15	39
9	ВА/	22	30	18	15	18	15	10	20
10	ВВ/	25	20	25	20	40	18	24	15
11	ГА/	18	24	10	35	18	21	15	30
12	ГБ/	24	15	16	8	20	11	17	23

I-a – III, I-б – III

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Є	Ж, З, И, І	Ї, Ё, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	11200	8360	9350	10600	8350	7500	12800	8590
2	БА	6730	9120	6540	7620	8920	7980	6530	7600
3	ВГ	2640	1350	2700	1900	2430	1750	2150	1880
4	ГВ	2100	2500	2100	2730	1640	2020	2130	2450
5	АГ/	18	20	22	10	30	15	18	15
6	АВ/	25	15	25	24	20	20	40	18
7	БВ/	10	30	18	15	24	35	18	21
8	БГ/	16	23	24	17	15	8	20	11
9	ВА/	15	30	16	12	10	28	20	5
10	ВВ/	42	10	30	35	20	18	10	42
11	ГА/	20	22	10	20	10	16	30	26
12	ГБ/	14	16	21	10	35	39	20	15

II – II

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Ё	Ж, З, И, І	Ї, Ё, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	3640	3700	3050	4000	4850	3300	4150	3230
2	БА	4500	3500	3930	4050	3930	3150	4130	3310
3	ВГ	3930	3150	4130	3310	4500	3500	3930	4050
4	ГВ	4850	3300	4150	3230	3640	3700	3050	4000
5	АГ/	10	28	20	5	15	30	16	12
6	АВ/	20	18	10	42	42	10	30	35
7	БВ/	10	16	30	26	20	22	10	20
8	БГ/	35	39	20	15	14	16	21	10
9	ВА/	18	20	22	10	30	15	18	15
10	ВВ/	25	15	25	24	20	20	40	18
11	ГА/	10	30	18	15	24	35	18	21
12	ГВ/	16	23	24	17	15	8	20	11

II – III

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Ё	Ж, З, И, І	Ї, Ё, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	4050	4000	5850	3300	5620	2560	7840	5650
2	БА	4930	4050	4930	4150	3560	4560	3520	4530
3	ВГ	2130	1310	1500	2500	1780	2000	1950	1640
4	ГВ	2150	2230	1640	1700	2130	2100	2560	2450
5	АГ/	20	5	15	30	10	28	20	5
6	АВ/	10	42	42	10	20	18	10	42
7	БВ/	30	26	20	22	10	16	30	26
8	БГ/	20	15	14	16	35	39	20	15
9	ВА/	22	10	30	15	18	20	22	10
10	ВВ/	25	24	20	20	25	15	25	24
11	ГА/	18	15	24	35	10	30	18	15
12	ГВ/	24	17	15	8	16	23	24	17

I-a – IV

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Є	Ж, З, И, І	Ї, Й, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	6350	7600	8350	6200	8360	6500	11800	7390
2	БА	9540	10620	8920	11730	9120	8980	7530	7600
3	ВГ	1500	1350	1020	1400	1360	1560	1460	1780
4	ГВ	1000	950	980	970	940	910	950	710
5	АГ'	20	5	15	30	10	28	20	5
6	АВ'	10	42	42	10	20	18	10	42
7	БВ'	30	26	20	22	10	16	30	26
8	БГ'	20	15	14	16	35	39	20	15
9	ВА'	22	10	30	15	18	20	22	10
10	ВВ'	25	24	20	20	25	15	25	24
11	ГА'	18	15	24	35	10	30	18	15
12	ГВ'	24	17	15	8	16	23	24	17

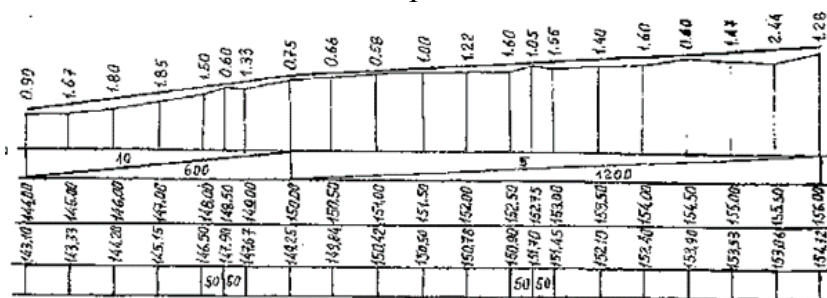
I-a – V

		А, Б, В, Г	Г, Д, Е, Є	Ж, З, И, І	Ї, Й, К, Л	М, Н, О, П	Р, С, Т, У	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Ъ, Ю, Я
1	АБ	7560	8520	7960	6560	9590	7890	6580	6490
2	БА	7980	8620	8930	9450	6540	8790	10600	10580
3	ВГ	150	149	148	147	145	130	120	110
4	ГВ	140	130	148	147	145	170	170	180
5	АГ'	10	28	20	5	20	5	15	30
6	АВ'	20	18	10	42	10	42	42	10
7	БВ'	10	16	30	26	30	26	20	22
8	БГ'	35	39	20	15	20	15	14	16
9	ВА'	18	20	22	10	22	10	30	15
10	ВВ'	25	15	25	24	25	24	20	20
11	ГА'	10	30	18	15	18	15	24	35
12	ГВ'	16	23	24	17	24	17	15	8

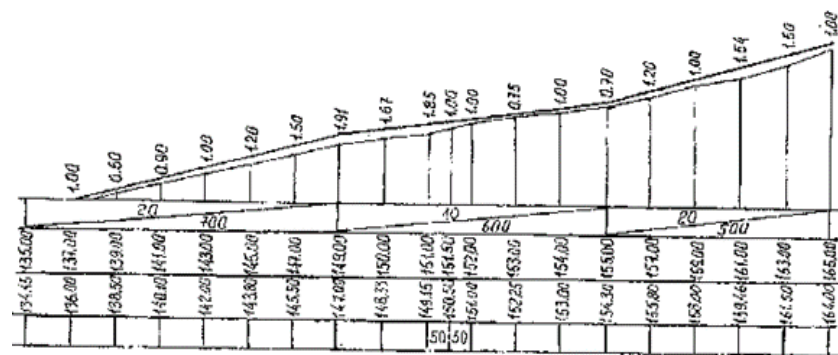
Варианти поздовжніх профілів:



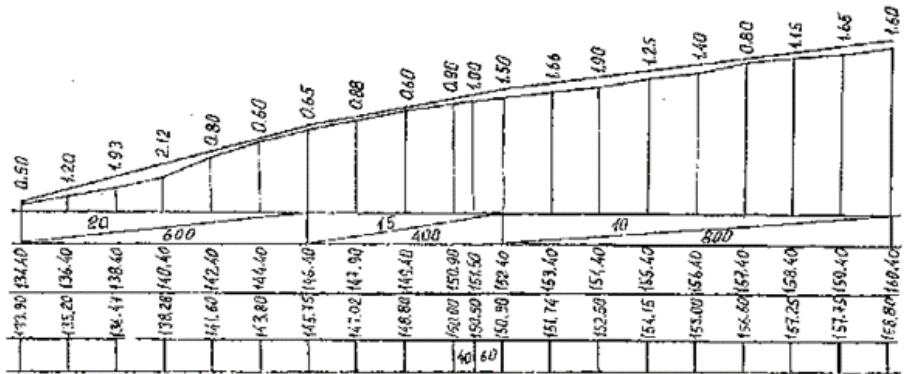
1



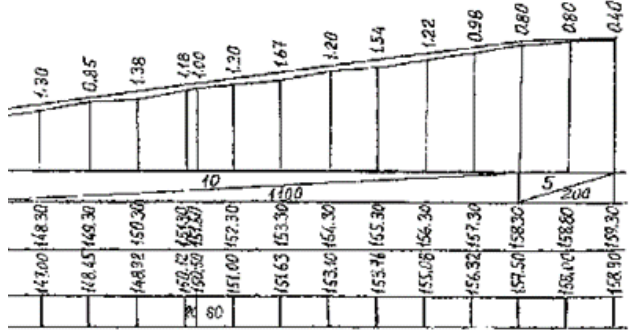
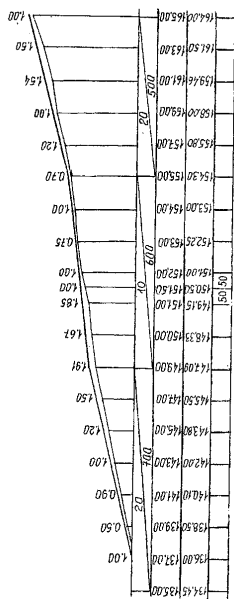
2



3



7



Рекомендована література

Основна

1. Потійчук О.Б., Піліпака Л.М. Транспортні розв'язки [Електронне видання] : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2020. 4263 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/19648>

Допоміжна література

2. ДБН Б.2.2-12:2019. Державні будівельні норми України. Планування і забудова територій. К. : Мінрегіонбуд України.

3. ДБН В.2.3.4-2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. К. : Мінрегіонбуд України, 2007. 91 с. (зі змінами 1 і 2).

4. ДБН В.2.3-5-2018 Вулиці та дороги населених пунктів. К. : Мінрегіон розвитку, будівництва та ЖКГ України. 2018. 61 с.

5. РВ.2.3-03450778-855:2015 Рекомендації з облаштування нерегульованих пішохідних переходів в одному рівні на автомобільних дорогах загального користування сучасними засобами організації дорожнього руху та освітлення. К. : ДП «ДерждорНДІ», 2015

6. ДСТУ 4100: 2014 Безпека дорожнього руху Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.

7. ДСТУ 4123: 2020 Безпека дорожнього руху Засоби заспокоєння руху Загальні технічні вимоги. (ДП «УкрНДНЦ» <http://uas.org.ua>)

9. МР Б.2.2-37641918-928:2022 Методичні рекомендації з моделювання транспортних потоків під час оцінювання ефективності проектних рішень щодо дорожньої інфраструктури. URL: https://bespalovdotme.files.wordpress.com/2017/03/quickstart_vissim_6-0.pdf

Методичне забезпечення дисципліни

10. 03-03-131М Потійчук О.Б., Піліпака Л.М. Методичні вказівки до вивчення та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Проектування розв'язок на автомобільних дорогах та міських вулицях з курсовим проектом».

Інформаційні ресурси

1. Законодавство України. URL: <http://www.rada.kiev.ua/>
2. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>
3. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.libr.rv.ua/>
6. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
7. Кафедра автомобільних доріг, основ та фундаментів. URL: <http://nuwm.edu.ua/nni-ba/kaf-adf>

Всі навчально-методичні матеріали (силабус, методичні вказівки, навчальні посібники, ДБН, ДСТУ, презентації, контрольні питання) вільно доступні на сторінці навчальної дисципліни в Навчальній платформі НУВГП:

URL: <https://exam.nuwm.edu.ua/mod/folder/view.php?id=8982>