

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра автомобільних доріг, основ і фундаментів

03-03-143М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до індивідуальної роботи та практичних занять із
навчальної дисципліни «*Моніторинг транспортних
потоків та дорожнього середовища*» для здобувачів
вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
фахового спрямування «Автомобільні дороги та
аеродроми» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 5 від 19.03.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до індивідуальної роботи та практичних занять із навчальної дисципліни «Моніторинг транспортних потоків та дорожнього середовища» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» фахового спрямування «Автомобільні дороги та аеродроми» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Потійчук О. Б., Супрунюк В. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 17 с.

Укладачі: Потійчук О. Б. – старший викладач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів;
Супрунюк В. В. – к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Відповідальний за випуск – Кузло М. Т., д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Керівник групи забезпечення спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія» Бабич Є. М.

Попередня версія методичних вказівок 03-03-44.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Вихідні дані для розробки індивідуальної роботи та її склад.....	4
2. Загальні дані про ділянку моніторингу.....	5
3. Розрахунок інтенсивності на ділянці	5
4. Розрахунок складу потоку.....	9
5. Швидкість руху на ділянці.....	10
6. Розрахунок пропускної здатності ділянки.....	13
7. Висновки.....	16
Список рекомендованої літератури.....	16

© О. Б. Потійчук,
В. В Супрунюк, 2024
© НУВГП, 2024

ВСТУП

Дослідження характеристик транспортних потоків та вулично-дорожньої мережі виконується для вдосконалення дорожніх умов для забезпечення підвищення пропускної здатності вулиць та доріг, зменшення витрат часу користувачами, забезпечення комфортних та зручних умов руху для водіїв та пасажирів транспортних засобів.

В залежності від поставленої мети дослідження, використовуються різні методи визначення характеристик дорожнього руху: документальні, натурні, методи моделювання.

Документальні методи – в основі їх є вивчення і аналіз планових, звітних, статистичних і проектно-технічних матеріалів. До цієї групи методів ставляться також анкетні обстеження транспортних потоків і пасажиропотоків. У документальних методах використовуються залежності між обсягами руху й обсягами виробництва, щільністю населення транспортних районів, транспортною мобільністю населення і т.п.

В основі методів натурних обстежень є проведення безпосередніх вимірів характеристик ДР у різних місцях ВДМ. Інформацію отримують шляхом безпосередніх спостережень або за допомогою засобів автоматичної реєстрації.

Натурні обстеження поділяються на локальні, зональні, регіональні.

Локальні обстеження проводяться для вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць. Зональні обстеження полягають в одержанні просторових і тимчасових характеристик у певній зоні. Ці обстеження є вибірковими. Регіональні обстеження проводяться для одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків у районі, місті, області. Перевагами натурних обстежень є їх простота, висока точність. Недоліки – висока працездатність, неможливість застосування цих методів для проєктованих об'єктів.

Методи моделювання засновані на використанні математичних і нематематичних (фізичних, аналогових) моделей зміни параметрів транспортних потоків. Наприклад,

основне рівняння транспортного потоку – математична модель, яка описує взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю й щільністю потоку. У порівнянні з методами натурних обстежень, методи моделювання мають більш низьку точність. Але при цьому, вони прості в застосуванні, не вимагають залучення великої кількості обліковців.

Після завершення вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні:

знати основні поняття до положення теорії моніторингу транспортних потоків та дорожнього середовища, ознайомитися з основними математичними моделями транспортних потоків та їх складових частин транспорту;

вміти самостійно працювати з спеціальною науковою та нормативно-технічною літературою, використовувати знання по теорії транспортних потоків при вирішенні практичних задач, застосовувати моделювання при побудові, розрахунку та аналізу задач оцінки ефективності функціонування автомобільних доріг.

1. Вихідні дані для розробки індивідуальної роботи та її склад

Перед початком виконання індивідуальної роботи необхідно ознайомитись з рекомендованою літературою та методичними вказівками до роботи.

Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Таблиця 1

Структура пояснювальної записки та розподіл балів

№ з/п	Розділи пояснювальної записки	Бали
1	Загальні дані про ділянку моніторингу	1
2	Розрахунок інтенсивності на ділянці	4
3	Розрахунок складу потоку	2
4	Швидкість руху на ділянці	3
5	Розрахунок пропускної здатності ділянки	2
6	Висновки	2
7	Література	1
	Всього	15

Загальний обсяг записки повинен становити 10-15 сторінок.

Таблиця 2

Склад графічної частини та розподіл балів:

№ з/п	Складові графічної частини	Бали
1	Схема ділянки	1
2	Картограма транспортних потоків	3
3	Усереднена циклограма транспортних потоків	1
	Всього	5

Захист індивідуальної роботи – 10 балів.

У рамках даної роботи всі вихідні дані отримуються шляхом натурних обстежень. Викладачем задається ділянка вулично-дорожньої мережі (ВДМ) і перехрестя для проведення моніторингу.

2. Загальні дані про ділянку моніторингу

Здобувач освіти перед початком моніторингу повинен зібрати загальні дані про ділянку моніторингу. Для цього потрібно заздалегідь побувати на перехресті, визначити його параметри: кількість підходів до перехрестя, ширину проїзної частини та кількість смуг руху, наявність дорожніх знаків, розмітки, засобів світлофорного регулювання та іншого обладнання. За цими даними потрібно побудувати схему перехрестя та визначити розташування постів спостереження. Схема і порядок нумерації постів мають бути однаковими для студентів з однієї ланки.

3. Розрахунок інтенсивності на ділянці

Для визначення інтенсивності на заданій ділянці ВДМ здобувач освіти повинен у вказаний день і час прибути на перехрестя, рівно на початку години розпочати обстеження та закінчити рівно через годину. Кожен здобувач освіти з бригади вибирає свій підхід до перехрестя, визначає місце розташування посту. Номер поста зазначається у бланку.

З початку обстеження кожен здобувач освіти рахує транспортні засоби, які проїжджають з його підходу через

перехрестя. Кількість транспортних засобів заноситься у бланк відповідно до категорії та напрямку руху.

Позначати транспортні засоби слід не цифрами, а спеціальними позначеннями – “конвертиками”. Ця система була розроблена для бланкового обліку. Згідно з цією системою один автомобіль позначається рисочкою або крапкою (табл. 3).

Після проведення обстеження проводять обробку інформації. Для кожного напрямку розраховується інтенсивність транспортного потоку (у фізичних одиницях за годину).

КАРТКА

обліку інтенсивності і складу транспортного потоку

Пост № ____ Місце знаходження поста _____

Час проведення обліку з __ до __ «__» _____ 20__ р.

Прізвище, Ім'я студента _____

Вид транспортних засобів (ТЗ)	ліворуч	прямо	праворуч
Легкові автомобілі (Кп=1,0)			
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 2 т. (Кп=1,5)			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 2–5 т. (Кп=2,0)			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 5–8 т. (Кп=2,5)			
Тролейбуси (Кп=3,0)			
Трактор (Кп=4,0)			
Мотоцикли, мопеди (Кп=0,5)			
Всього у фізичних од./год.			
Всього у приведених авт/год			

Таблиця 3

Позначення кількості транспортних засобів під час обліку

Кількість ТЗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позначення	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Інтенсивність транспортного потоку (у транспортних одиницях за годину) визначається за формулою:

$$N_i = \sum_{k=1}^n N_{ik}, \text{ авт/год,} \quad (1)$$

де i – напрямок руху;

k – вид транспортних засобів;

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

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

$$N_{npi} = \sum_{k=1}^n k_k^{np} \cdot N_{ik}, \text{ авт/год,} \quad (2)$$

де k_k^{np} – коефіцієнт приведення кількості транспортних засобів типу k до легкового автомобіля (наведено у бланку рис. 1.1).

Коефіцієнти приведення інтенсивності руху різних транспортних засобів до легкового автомобіля приймався згідно з таблицею 4.3 ДБН В.2.3-4-2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги.

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

$$N_{npi}^{\text{доб}} = \frac{N_{npi} \cdot 100}{k_{\text{доб}}}, \text{ авт/доб,} \quad (3)$$

де $k_{\text{доб}}$ – середнє співвідношення добової до годинної інтенсивності руху у годину проведення обстеження, %. Приймають з табл. 4.

Таблиця 4

Коефіцієнти розподілу інтенсивності руху за годинами доби (орієнтовні)

Години доби	Погодинна інтенсивність руху у відсотках по відношенню до добової K_j	Години доби	Погодинна інтенсивність руху у відсотках по відношенню до добової K_j
0-1	0,35	12-13	6,25
1-2	0,70	13-14	6,9
2-3	0,49	14-15	5,99
3-4	0,70	15-16	7,12
4-5	1,62	16-17	8,6
5-6	1,83	17-18	6,62
6-7	3,17	18-19	5,07
7-8	5,42	19-20	4,65
8-9	7,89	20-21	2,89
9-10	6,13	21-22	1,90
10-11	6,69	22-23	1,90
11-12	5,92	23-24	1,20
Всього за 24г			100

Побудувати картограми інтенсивностей транспортних потоків у масштабі. Приклад оформлення картограми наведено на рис. 1.

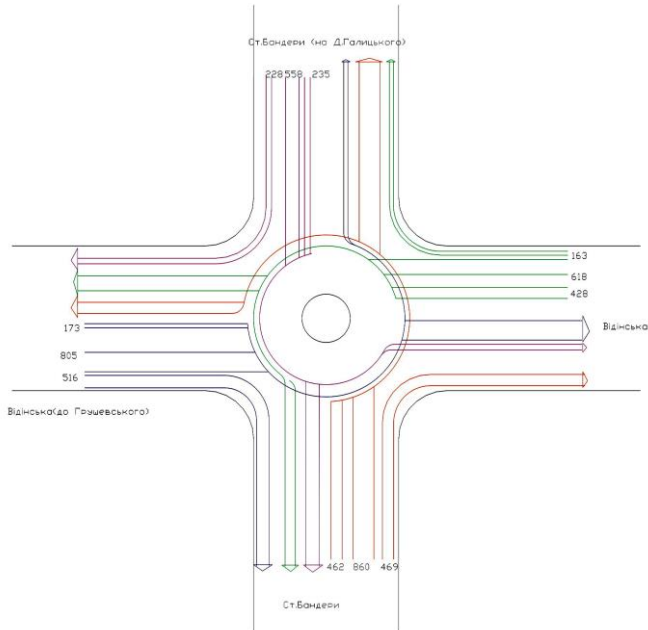


Рис. 1. Картограма транспортних потоків

4. Розрахунок складу потоку

Склад транспортного потоку характеризує співвідношення в ньому транспортних засобів різного типу. Склад потоку визначається питомою вагою різних типів транспортних засобів. Різні типи транспортних засобів мають різні динамічні характеристики й габаритні параметри. Тому вони мають різний вплив на параметри руху транспортного потоку. Для порівняння різних типів транспортних засобів здійснюють їх приведення до умовного однорідного потоку, що складається з легкових автомобілів. Для цього використовуються коефіцієнти приведення різних типів транспортних засобів до легкового автомобіля.

Слід відзначити, що склад транспортного потоку й коефіцієнти приведення K_n , є величинами випадковими, що змінюються у просторі і в часі. У літературі не наводять дані

про розподіл складу потоку, подібно інтенсивності руху. У зв'язку з цим для оптимального регулювання дорожнього руху на заданій ділянці необхідно мати інформацію не тільки про зміни інтенсивності руху, але й про зміни складу потоку.

В роботі склад потоку фіксується на час спостереження. За зібраними даними будується циклограма транспортних потоків (рис.2).

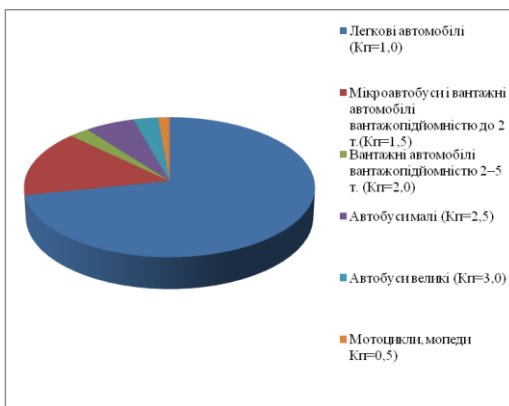


Рис.2. Циклограма транспортного потоку

5. Швидкість руху на ділянці

Швидкість руху – найважливіший параметр транспортного потоку. Вона визначає продуктивність дорожнього руху і є однією з двох його основних цільових функцій (першою є безпека руху). Як відомо, швидкість вимірюється в км/год., або м/с. Швидкість руху, яка спостерігається на даному відрізку шляху, називається **просторовою**, а визначена в даний проміжок часу – **тимчасова**. Просторова швидкість, як правило, нижча, ніж тимчасова (приблизно на 10%), що пов'язано із способом виміру й обробки результатів.

Заміри виконуються в реальних дорожніх умовах в той самий день і години, що й заміри інтенсивності і складу транспортного потоку і заносять у спеціальний бланк.

КАРТКА

обліку швидкості руху транспортних засобів

Місце проведення обстеження _____
(назва вулиці, дороги тощо)

Час проведення обліку з __ до __ «__» ____ 20__ р.

Прізвища І.Б. обліковців _____

Вид транспортних засобів (ТЗ)	Час проїзду дослідженої ділянки дороги	Швидкість,	
		м/с	км/год
Легкові автомобілі			
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 2 т.			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 2–5 т.			
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю 5–8 т.			
Тролейбуси			
Трактор			
Мотоцикли, мопеди			

Для виконання замірів потрібен секундомір. Спочатку треба вибрати ділянку для виконання замірів. Ділянка повинна бути віддалена від найближчих перехресть на 100 м. Схему ділянки з зображенням місць розташування обліковців слід відобразити у звіті.

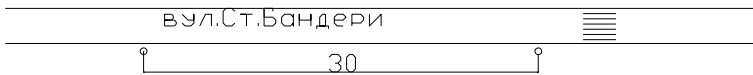


Рис. 3. Схема ділянки з зображенням місць розташування обліковців

Заміри часу проходження автомобілями мірної ділянки виконуються у такій послідовності:

- обліковець, який стоїть на початку мірної ділянки, вибирає окремий автомобіль у потоці. Секундомір встановлюється на нуль;

- в момент проїзду вибраного автомобіля через початкову межу мірної ділянки секундомір запускається;

- в момент проходження автомобілем через кінцеву межу мірної ділянки інший обліковець, що стоїть в кінці вимірювальної ділянки, подає першому сигнал рукою або прапорцем. Перший обліковець зупиняє секундомір;

- показання секундоміру записують у бланк.

Аналогічно виконують заміри по іншим автомобілям різних категорій.

Загалом треба зробити по три заміри для кожної категорії автомобілів. Перелік категорій наведено у бланку.

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

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

$$v_{ij} = 3.6 \frac{L_M}{t_{ij}}, \text{ км/ГОД}, \quad (4)$$

де L_M – довжина дослідженої ділянки, м.;

t_{ij} – час проходження дослідженої ділянки автомобілем, с.;

i – номер заміру;
 j – номер категорії.

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

$$v_{катj} = \frac{\sum_{j=1}^n v_{ij}}{n}, \text{ км/ГОД}, \quad (5)$$

де n – кількість замірів за категорією j .

Швидкість транспортного потоку (V_{II} , км/год.) розраховують за формулою:

$$v_{II} = \frac{\sum_{j=1}^k v_{катj}}{k}, \text{ км/ГОД}, \quad (6)$$

де k – кількість категорій автомобілів.

6. Розрахунок пропускної здатності ділянки

Пропускна здатність контрольних ділянок визначається з врахуванням впливу найбільш несприятливих умов для руху, а саме – у мов руху в зимовий період.

При цьому до уваги приймаються характеристики, типові для українських міст:

- незадовільний стан дорожнього покриття,
- невисока якість утримання міських доріг у зимовий час,
- невисока культура водіїв.

Методика визначення теоретичної пропускної здатності деякою мірою ідеалізована, оскільки припускає наступні умови, як беззастережні: дотримання правил, учасниками дорожнього руху й застосування зимового стилю керування автомобілем на зимовій дорозі.

Пропускна здатність однієї смуги, розраховують за формулою:

$$П_{см} = \frac{1000 \cdot V}{S_{\sigma}}, \text{ авт/г}; \quad (7)$$

де v – швидкість руху, км/год;

S_6 – динамічний габарит автомобіля, м;

$$S_6 = L_1 + L_2 + L_3; \text{ м}; \quad (8)$$

L_1 – відстань, яку проходить автомобіль за латентний період реакції водія $t_1 = 0,5 \dots 1,0$ с (для розрахунків приймаємо $t_1 = 1$ с);

L_2 – шлях гальмування, м.

$$L_2 = \left(\frac{V^2}{3,6^2}\right) / 2g\varphi = \frac{V^2}{2g\varphi} \left(\frac{1000}{3600}\right) = 0,004 \frac{V^2}{\varphi}, \text{ м} \quad (9)$$

В наведеній формулі знехтували поздовжнім ухилом, коефіцієнтом опору кочення та часом, що проходить автомобіль від початку моторної реакції водія до початку ефективного гальмування.

Таблиця 5

Пропускна здатність проїзної частини при різних швидкостях руху транспортного потоку

Швидкість, км/год	Динамічний габарит, м	Пропускна здатність, авт/год	
		на одну смугу	на дві смуги
10	8.58	1166	2332
15	10.97	1368	2736
20	13.76	1454	2908
25	16.94	1475	2951
30	20.53	1461	2922
35	24.52	1427	2855
40	28.91	1384	2767
45	33.70	1335	2671
50	38.89	1286	2571
55	44.48	1237	2473
60	50.47	1189	2378
65	56.86	1143	2286
70	63.64	1100	2200
75	70.83	1059	2118
80	78.42	1020	2040
85	86.41	984	1967
90	94.80	949	1899

L_3 – довжина розрахункового автомобіля. Так як порівнювати пропускну здатність прийнято із приведеною

інтенсивністю руху, за розрахунковий автомобіль приймається легковий, $L_3 = 5,0$ м.

Дані розрахунку пропускної здатності проїзної частини для контрольних ділянок у приведених транспортних одиницях зводять в таблицю. (див. табл. 5) Дана таблиця показує залежність пропускної здатності поперечного перерізу проїзної частини дороги в одному або у двох напрямках від швидкості руху транспортного потоку.

7. Висновки

На основі розрахунків пропускної здатності досліджуваної ділянки вулично-дорожньої мережі необхідно зробити висновки про відповідність дорожніх умов транспортним потокам, як на даний момент часу, так і на перспективу. Для цього за даними розрахунків слід побудувати діаграму залежності пропускної здатності від швидкості транспортного потоку і показати, при якій швидкості забезпечується пропускна здатність ділянки, що відповідатиме її максимальній продуктивності.

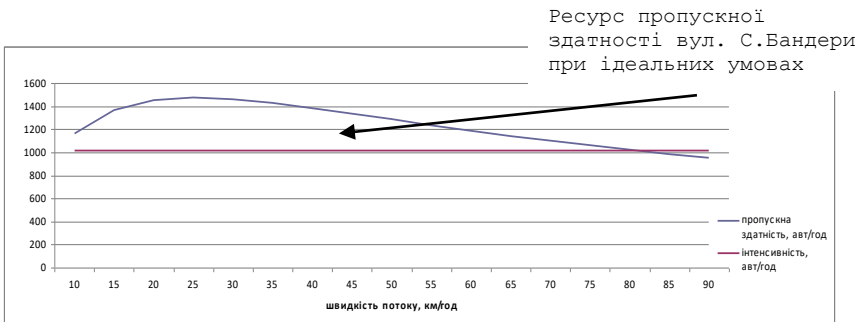


Рис. 4. Діаграма залежності пропускної здатності від швидкості транспортного потоку

Будь-який фактор, що негативно впливає на плавність руху транспортного потоку (нерівності на покритті, неприбраний сніг, маневри громадського транспорту, ремонтні роботи тощо), буде призводити до транспортної перевантаженості, наслідком якої є дорожні затори, підвищення

ризикі ДТП і рівня забруднення прилеглих територій

Необхідну пропускну здатність ділянки, а також необхідні параметри пропускну здатності з урахуванням тенденції загального приросту кількості транспортних засобів (песимістичний сценарій 9% за рік, розрахунковий сценарій 5% приросту за рік) слід показати також на діаграмі.

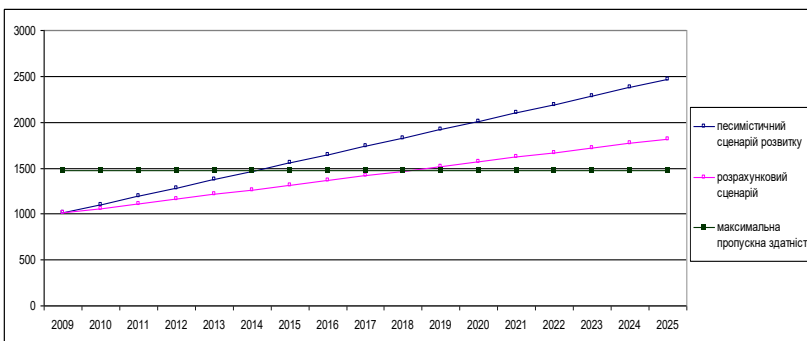


Рис. 5. Діаграма залежності потрібної пропускну здатності з урахуванням тенденції загального приросту кількості транспортних засобів

З рис.7 видно, що нині максимальна пропускну здатність даної ділянки вулично-дорожньої мережі м. Рівного використовується на 80 %.

Діаграма показує, що у випадку розвитку подій за:

- песимістичним сценарієм пропускну здатність вул. С. Бандери в години «пік» буде вичерпана в 2025 р;
- розрахунковим сценарієм пропускну здатність вул. С. Бандери в години «пік» буде вичерпана в середині 2024 р.

Список рекомендованої літератури

1. ДБН В.2.3.4-20015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. [Чинний від 2016-01-01]. Київ, 2015. 91 с. (Інформація та документація).
2. ПОР-218-141-2000. Порядок обліку руху транспортних засобів на автомобільних дорогах загального користування. [Чинний від 2001-01-01]. Київ, 2000. 12 с. (Інформація та документація).
3. Проектування автомобільних доріг. Частина / Білятинський А. О, Заворицький В. Й., Старовойда В. П., Хомяк Я. В. Київ : Вища школа, 1997. 518 с.
4. Собко Ю. М., Сідун Ю. В., Карасьова Л. О. Проектування автомобільних доріг : навч. посіб. Львів : Львівська політехніка, 2019. 228 с.
5. Бойчук В. С. Довідник дорожника : навч. посіб. Київ : Будівельник, 1995. 306 с.