Методичні вказівки
до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортні системи та споруди міста» зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди»)

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортні системи та споруди міста» зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди»)

Вінниця
ВНТУ
2026

Рекомендовано до видання Радою з якості освіти Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 8 від 19.02.2026 р.)

Рецензенти:
О. І. Ободянська, кандидат технічних наук, доцент
С. В. Риндюк, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортні системи та споруди міста» зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди») / уклад.: К. В. Бауман, В. В. Любич, В. П. Очеретний. Електрон. текст. дані. Вінниця : ВНТУ, 2026. 53 с.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», що навчаються за освітньою програмою «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-траспортні споруди» і містять теоретичний та практичний матеріал, необхідний для знання практичних аспектів транспортних систем та споруд міст.

ЗМІСТ

ВСТУП.....4

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....5

Практична робота №1

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ МІСТА.....7

Практична робота №2

РОЗРАХУНОК ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ ВУЛИЦІ. ВИЗНАЧЕННЯ ШИРИНИ МІСЬКОЇ ВУЛИЦІ.....13

Практична робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ І ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ.....19

Практична робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ДОСТУПНОСТІ м. ВІННИЦІ.....20

Практична робота № 5

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕХРЕЩЕННЯ ТИПУ «ЛИСТКА КОНЮШИНИ».....30

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ТЕСТІВ.....41

ПИТАННЯ НА ЗАЛІК З ДИСЦИПЛІНИ «ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА СПОРУДИ МІСТ».....49

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....52

ВСТУП

Дисципліна «Транспортні системи та споруди міста» полягає у вивченні теоретичних основ та набутті практичних навичок, що необхідні для забезпечення раціональної вулично-дорожньої мережі і ефективної системи організації руху транспорту та пішоходів у місті відповідно з діючими нормами та стандартами.

Курс базується на наукових принципах та методах фундаментальних та прикладних наук таких дисциплін як: «Вища математика», «Фізика», «Дорожньо-будівельні матеріали», «Основи науково-дослідної роботи», «Теорія та методика наукових досліджень», а також безпосередньо пов'язаний і доповнює такі базові дисципліни, як «Планування міст», «Містобудування та територіальне планування». Курс використовується при виконанні бакалаврського проєкту.

Мета викладання навчальної дисципліни: забезпечити фундаментальну, організаційно-управлінську, проєктну та дослідницьку підготовку бакалаврів на основі викладення наукових основ прийняття рішень, опрацювання вмінь системного аналізу, прогнозування і оптимізації процесу проєктування і функціонування складних дорожньо-транспортних систем в умовах багатокритеріальних обмежень.

Методичні вказівки розроблені для студентів, які опановують цю дисципліну, і мають на меті забезпечити їх необхідними теоретичними знаннями та практичними навичками. Вони містять рекомендації щодо виконання розрахункових робіт, самостійного вивчення матеріалу, підготовки до практичних занять, а також перелік контрольних питань для оцінки знань. Структура вказівок дозволяє студентам системно засвоювати матеріал, розвивати критичне мислення та застосовувати отримані знання у практичних задачах.

Практичні роботи містять завдання, призначені для вивчення загальних відомостей про транспортні системи, виконання яких дозволить студенту детально ознайомитися з основними характеристиками міського масового транспорту та вулично-дорожньої мережі, принципами побудови транспортної системи суспільного-громадського транспорту.

У практичних роботах до кожного завдання наведені контрольні питання для закріплення вивченого матеріалу, які також служать для самопідготовки студентів.

У кінці методичних рекомендацій наведені контрольні питання для підготовки до здачі заліку та список літератури.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1
ТРАНСПОРТНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО МІСТА

Тема 1. Вступ. Загальні положення. Основні терміни та визначення

Тема 2. Роль та місце міських дорожньо-транспортних споруд в планувальній структурі міста

Транспортні проблеми сучасного міста. Місто як транспортно-планувальний вузол. Класифікація вузлів міських шляхів сполучення. Основні принципи організації руху на перетині міських вулиць і доріг.

Тема 3. Перетини міських вулиць в одному рівні

Класифікація перетинів в одному рівні. Умови руху транспорту на перехресті. Пропускна здатність перехрестя з нерегульованим рухом. Оцінка безпеки руху на перехресті.

Тема 4. Перехрещення міських вулиць та доріг у різних рівнях

Класифікація дорожньо-транспортних перехрещень у різних рівнях. Техніко-економічне обґрунтування доцільності влаштування дорожньо-транспортних перехрещень у різних рівнях.

Тема 5. Проєктування міських дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях

Обґрунтування вибору типу дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях. Вибір розрахункових швидкостей.

Техніко-економічні і транспортно-експлуатаційні показники дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.

Тема 6. Удосконалення показників маршрутної мережі міста

Основні показники маршрутної мережі міста. Методи удосконалення показників. Фактори що впливають на показники маршрутної мережі міста

Тема 7. Побудова транспортної мережі міста

Особливості побудови транспортної мережі міста. Роль генерального плану.

Тема 8. Визначення площі та розмірів міста.

Особливість визначення розмірів та площі міста. Фактори , що впливають на визначення розмірів та площі міста.

Тема 9. Модернізація рухомого складу парків МПТ

Необхідність модернізації та складу парків міського пасажирського транспорту.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2
МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ

Тема 10. Міські мости та шляхопроводи

Основні відомості та класифікація. Розміщення міських мостів у плані та профілі. Організація руху транспорту на підходах до мосту.

Тема 11. Міські естакади

Основні відомості та класифікація. Вимоги щодо проєктування міських естакад. Основні конструктивні вимоги щодо міських естакад.

Тема 12. Міські тунелі

Основні відомості та класифікація. Автотранспортні тунелі. Тунелі метрополітену. Гірські тунелі. Підводні тунелі.

Тема 13. Пішохідно-транспортні перехрещення в різних рівнях

Загальні положення та класифікація. Надземні та підземні пішохідно-транспортні перехрещення в різних рівнях. Основні вимоги до проєктування пішохідно-транспортних перехрещень в різних рівнях.

Тема 14. Міські площі

Загальні відомості і класифікація. Вимоги до проєктування міських площ. Організація руху на площі.

Тема 15. Визначення переміщень до пунктів тяжіння і міжрозрахунковими транспортними районами

Особливості визначення переміщень до пунктів тяжіння. Поняття про транспортні райони міста. Особливості їх формування.

Тема 16. Міські дорожньо-транспортні споруди в планувальній структурі міста

Планувальна структура міста. Особливість розміщення міських дорожньо-транспортних споруд в планувальній структурі міста. Види міських дорожньо-транспортних споруд.

Тема 17. Визначення розмірів переміщення на транспорті

Основні види переміщень. Фактори, що впливають на переміщення.

Тема 18. Розбивка міста на транспортні райони

Формування транспортних районів. Фактори, що впливають на розміщення транспортних районів в планувальній структурі міста.

Практична робота № 1

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ МІСТА

***Мета*:** закріпити теоретичні основи лекційного курсу «Транспортні системи та споруди міст» і отримати уяву про види та основні характеристики роботи міського пасажирського транспорту.

Вихідні дані: схема міста, кількість працюючих на промислових підприємствах.

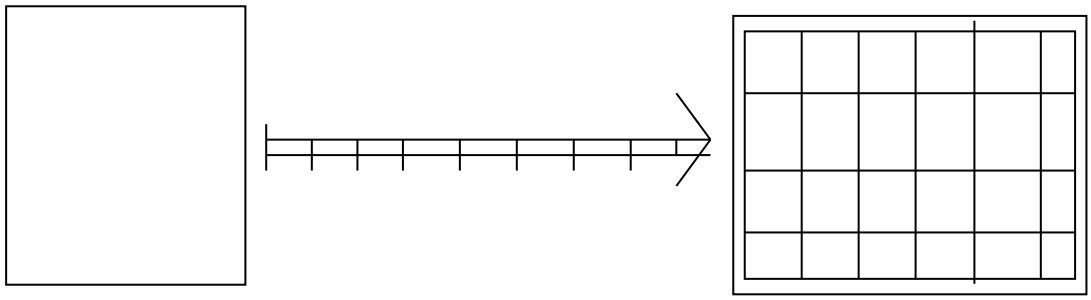
1. Загальні відомості

1.1 Принципові схеми транспортного обслуговування промислового району

Схема обслуговування береться залежно від класу шкідливості підприємств, що входять до промислового району і величини їх вантажообігу.

Тут можна виділити три класи підприємств:

1 клас – підприємства із великою кількістю шкідливих викидів і значним вантажообігом (підприємства металургії, хімії, нафтопереробки, вибухо-пожежонебезпечні, спецоб'єкти), що знаходяться, як правило, на достатній (12-15 км) відстані від житлових районів (рис. 1.1) і вимагають швидкісних видів транспорту під час масових перевезень пасажирів; звичайно використовуються швидкісний або експрес-автобус, швидкісний трамвай, монорельс;



Житловий район ….Промзона

Рисунок 1.1 – Схема обслуговування промрайону 1 класу

2 клас – підприємства із невеликою кількістю викидів і значним вантажообігом (машинобудування, текстильна, харчова промисловості), які знаходяться на околиці житлових районів поблизу залізниці (рис. 1.2), трудові зв`язки з котрими здійснюються або пішки, або звичайними внутрішньо міськими видами транспорту (залізниця, метрополітен, трамвай, тролейбус, автобус);

3 клас – нешкідливі підприємства з малим вантажообігом, що розміщені у межах території, призначеної для житла, коли для трудових перевезень використовується існуючий внутрішньо міський транспорт (трамвай, тролейбус, автобус) або ж пішохідні зв'язки (рис. 1.3).

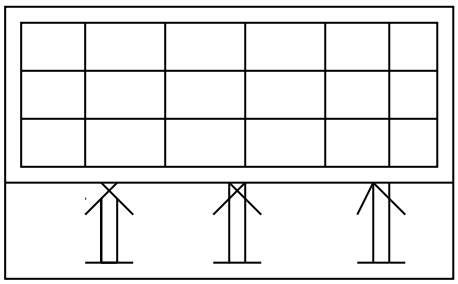


Рисунок 1.2 – Схема обслуговування промрайону 2 класу

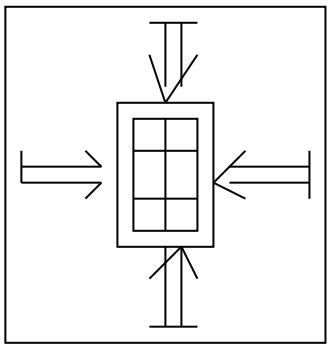


Рисунок 1.3 – Схема обслуговування промрайону 3 класу

Для організації руху міського пасажирського транспорту (МПТ) безпосередньо поблизу підприємства використовується кілька схем: глибокі введення транспорту на територію підприємства (рис.1.4а), організація внутрішньозаводського транспорту (рис. 1.4 б), організація кільцевого та напівкільцевого руху довкола території підприємства (рис. 1.4 в).

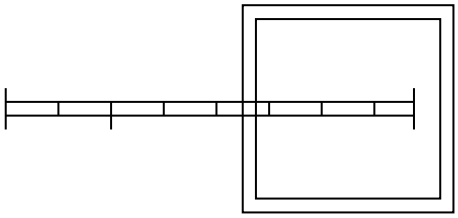


Рисунок 1.4 а – Введення транспорту на територію підприємства

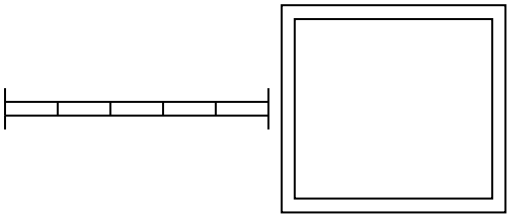


Рисунок 1.4 б – Організація внутрішньозаводського транспорту

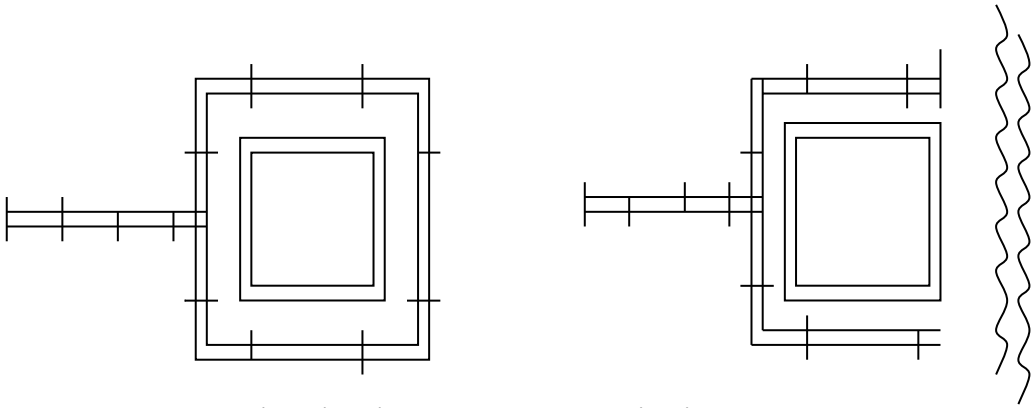


Рисунок 1.4 в – Організація кільцевого та напівкільцевого руху довкола території підприємства

1.2 Основні характеристики міського пасажирського транспорту

Різні види міського пасажирського транспорту характеризують наступні показники:

1. Місткість рухомого складу $\boldsymbol{Q}$ – число місць для сидячих пасажирів і пасажирів, що стоять на вільній площі салону з розрахунку 4,5 пасажира на 1м^2 підлоги.

2. Пропускна спроможність ліній транспорту $\boldsymbol{N}$ – максимальне число транспортних одиниць чи потягів, що може бути пропущене по одній смузі руху чи рейковому шляху протягом 1 год. в одну сторону.

3. Провізна здатність $\boldsymbol{P}$ – найбільше число пасажирів, що може бути перевезене за 1 год. в одному напрямку, по одній лінії; залежить від місткості рухливого складу, числа транспортних одиниць у складі і пропускній здатності: P=Q*N. Різні види транспорту можуть володіти низькою провізною здатністю – до 5 тис. пасажирів у годину, малої – 5-15 тис., середньої – 15-30 тис., високої – 40-60 тис. пасажирів.

4. Швидкість сполучення $\boldsymbol{V_c}$ – швидкість, обумовлена як відношення пройденого транспортним засобом шляху до сумарної витрати часу на рух, на стоянку в зупинних пунктах, на затримки перед перехрестями, перед зупинками та інші. Звичайні види транспорту мають швидкість сполучення до 25 км/год., експресні – 25-35 км/год., швидкісні – 35-50 км/год., надшвидкісні – понад 50 км/год.

2. Порядок виконання роботи

Вид транспорту залежить від кількості працюючих у промрайоні у максимальну першу зміну й тривалості періоду з'їжджання відповідно до формули:

$$П = \frac{T \cdot K_T \cdot K_t}{K_C}, \qquad (1.1)$$

де $\boldsymbol{П}$ – кількість пасажирів, що відвідують промрайон у максимальну першу зміну, осіб;

$\boldsymbol{T}$ – кількість працюючих у промрайоні, осіб;

$\boldsymbol{K_T}$ – коефіцієнт користування транспортом (0,85).;

$\boldsymbol{K_t}$ – коефіцієнт, що визначає частку працюючих у першу максимальну зміну (0.5);

$\boldsymbol{K_c}$ – період з'їжджання на підприємство (1 година для малих та середніх міст; 1,5 години для великих та значний міст; 2 години для найбільших міст).

Вид транспорту обираємо, порівнюючи отриману кількість пасажирів із провізною здатністю різних видів транспорту, враховуючи тип міста (табл. 1.1) та розташування підприємств стосовно житлової території (див. рис. 1.1, 1.2, 1.3).

Таблиця 1.1 – Розподіл частки перевезень (%) для різних видів транспорту

Тип міста	Кількість населення, тис.чол.	Основний вид транспорту	Підвізний вид транспорту
1	2	3	4
Якнайбільші	Понад 1000	М-10, ШТМ-20	ТМ-20, ТЛ-25, ША, А-25
Значні	500...1000	ШТМ-25	ТМ-25, ТЛ-25, ША, А-25
Великі	250...500 100...250	ТМ-25, ТМ-5, ТЛ-15	ТЛ-25, А-50, А-80
Середні	50...100	ТМ-1, ТЛ-5	А-94
Малі	Менше 50	А-100	

Примітка: М – метрополітен, ШТМ – швидкісний трамвай, ТМ – трамвай, ТЛ – тролейбус, ША – швидкісний автобус, А – автобус.

Таблиця 1.2 – Місткість(Q) і провізна здатність (Р) різних видів транспорту

Вид транспорту	Наповнення осіб	Провізна здатність, пас/год
1	2	3
Автобус малої місткості	37	3300
Автобус середньої місткості	65	5850
Автобус великої місткості	80	7200
Автобус особливо великої місткості	120	10800
Тролейбус середньої місткості	75	6750
Тролейбус великої місткості	88	7900
Тролейбус надто великої місткості	140	12600
Поїзд з 2-вісних трамвайних вагонів	190	11400
4-вісний трамвайний вагон	136	8200
6-вісний трамвайний вагон	180	10800
8-вісний трамвайний вагон	235	14200
4-вісний поїзд метрополітену	700	29400
8-вісний поїзд метрополітену	1400	58800

Визначаємо частість руху $\boldsymbol{N}$ і маршрутний інтервал $\boldsymbol{T_м}$ для промрайону і обраних видів транспорту відповідно до формули:

$$N = \frac{П}{Q}, \tag{1.2}$$

де $\boldsymbol{Q}$ – наповнення рухомого складу, осіб.

Інтервал руху транспортних засобів по маршруту визначається за формулою:

$$T_м = \frac{60}{N}, \tag{1.3}$$

Отримані в результаті виконання роботи характеристики зводимо до підсумкової таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики маршрутів, що обслуговують промрайони міста

№ маршруту	Кількість пасажирів, що відвідують промрайон у першу зміну П, ос.	Вид транспорту	Наповнення рухомого складу Q, осіб	Провізна здатність Р, пас/год	Маршрутний інтервал $T_м$, хв.	Частість руху N, од/год.
1	2	3	4		5	6

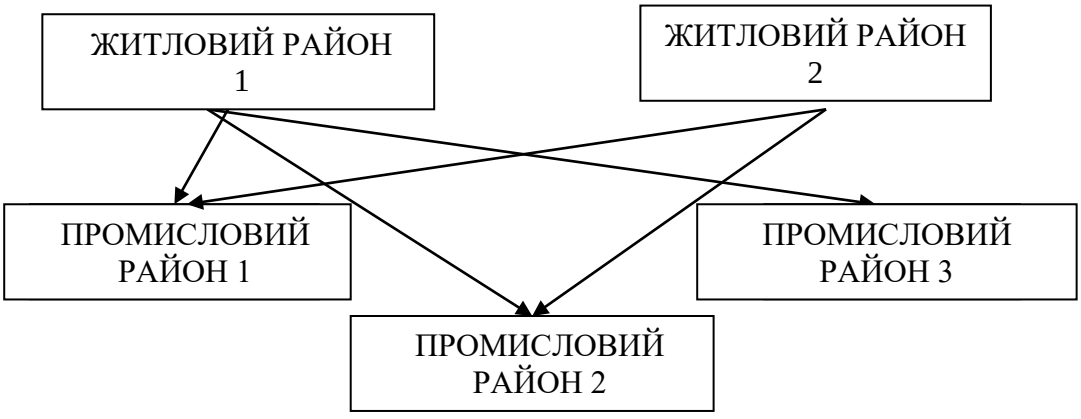


Рисунок 1.5 – Схема напрямків пасажирських перевезень

Таблиця 1.4 – Вихідні дані

№ варі-анту	Кількість населення, тис. чол..	Кількість працюючих у промрайонах, тис.чол.*	№ варі-анту	Кількість населення, тис. чол.	Кількість працюючих у промрайонах, тис.чол.*
1	2	3	4	5	6
1	1500	350	21	190	85
2	230	55	22	550	200
3	420	62	23	70	40
4	30	15	24	1350	425
5	760	125	25	430	195
6	85	32	26	120	65
7	1100	230	27	40	25
8	540	170	28	1340	320
9	280	80	29	225	105
10	2200	550	30	95	47
11	1500	350	31	190	85
12	230	55	32	550	200
13	420	62	33	70	40
14	30	15	34	1350	425
15	760	125	35	430	195
16	85	32	36	120	65
17	1100	230	37	40	25
18	540	170	38	1340	320
19	280	80	39	225	105
20	2200	550	40	95	47

* Розподіл напрямків перевезення працюючих: ЖР1-ПР1–30 %; ЖР2-ПР1 – 15 %; ЖР1-ПР2– 10 %; ЖР2-ПР2–25 %; ЖР1-ПР3 – 20 %.

3. Контрольні питання

1. Назвіть основні схеми обслуговування пасажирським транспортом промислових районів.
2. Назвіть основні схеми організації руху міського пасажирського транспорту (МПТ) безпосередньо поблизу підприємства.
3. Які види транспорту застосовуються для міст з різною чисельністю населення?
4. Назвіть основні характеристики роботи пасажирського громадського транспорту.
5. Дайте визначення провізної здатності пасажирських транспортних засобів.
6. Дайте визначення місткості транспортних пасажирських засобів.
7. Дайте визначення швидкості руху транспортних засобів.
8. Дайте визначення пропускної спроможності транспортних засобів.

Практична робота № 2

РОЗРАХУНОК ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ ВУЛИЦІ. ВИЗНАЧЕННЯ ШИРИНИ МІСЬКОЇ ВУЛИЦІ

***Мета*:** навчитися розраховувати пропускну можливість смуги вулиці та визначати ширину проїзної частини вулиці.

1. Загальні положення

Вулиці населених пунктів – смуга міської чи сільської території, обмежена геодезично фіксованими границями – червоними лініями, призначена для руху транспортних засобів і пішоходів, із усіма розташованими на ній спорудженнями – елементами вулиці.

Дороги населених пунктів – ділянки вуличної мережі з рухом переважно транзитного чи вантажного автомобільного транспорту, що проходять у границях перспективної забудови населених чи пунктів промислових і комунально-складських зон.

Елементи вулиці чи дороги – одна чи кілька проїзних частин, крайові попереджувальні і перехідно-швидкісні смуги, тротуари, узбіччя (у випадку відкритої системи водовідводу), пішохідні і велосипедні доріжки, трамвайні лінії, смуги зелених насаджень, центральні розділові смуги між проїзними частинами зустрічних напрямків руху, розділові смуги між основною проїзною частиною і місцевими (бічними) проїздами, між проїзними частинами і тротуарами, укоси насипів і виїмок, підпірні стінки, шумозахисні пристосування, технічні і резервні смуги, зупинки суспільного транспорту, розташовувані в границях червоних ліній автостоянки, торговопобутові об’єкти, штучні споруджения і підземно-наземні інженерні комунікації, технічні засоби регулювання дорожнього руху і т. д.

Пропускною здатністю називається максимальна кількість автомобілів, яка може бути пропущена через той чи інший переріз вулиці чи дороги в одиницю часу. Слід поділяти: пропускну здатність всієї проїзної частини в обох напрямках, пропускну здатність проїзної частини в одному напрямку, пропускну здатність однієї смуги руху.

Смугою руху називають смугу проїзної частини вулиці чи дороги, яка умовно зайнята автомобілем, що рухається. Ширина смуги руху залежить від ширини транспортних засобів (автобус, тролейбус, вантажні або легкові автомобілі), від швидкості руху, розміру вільних бокових смуг.

У відповідності з ДБН 360-92 [6] ширину смуги руху приймають для магістральних вулиць і доріг – 3,75 м; для вулиць місцевого значення – 3,5 та 3 м.

Ширину проїзної частини міської вулиці і доріг в одному напрямку визначають виходячи з розрахункової перспективної інтенсивності руху транспорту і пропускної здатності однієї смуги:

$$B = \frac{N}{P} \cdot b + b_p + 2\mathrm{b}_1, \quad (2.1)$$

де ***N*** – розрахункова інтенсивність руху, авт./год.;

P – пропускна здатність однієї смуги руху, авт./год.;

b – ширина однієї смуги руху, м;

b_p – ширина розділової смуги, м;

b_1 – ширина смуги безпеки, м.

2. Порядок виконання роботи

2.1 Визначення пропускної здатності проїзної частини вулиці

Пропускна здатність смуги (авт./год.) визначається за формулою:

$$P = \frac{3600 \cdot V}{L_o}, \quad (2.2)$$

де ***V*** – швидкість м/с (якщо км/год, то замість 3600 у чисельнику ставимо 1000);

L_o – безпечна відстань між автомашинами:

$$L_o = l_o + l_1 + l_2 + S, \quad (2.3)$$

де ***l_o*** – довжина машини, для розрахунку прийняти 5 м;

l_1 – шлях, пройдений автомашиною за час реакції водія:

$$l_1 = \frac{V}{3{,}6}, \quad (2.4)$$

l_2 – 5÷10 м – безпечна відстань;

S – гальмівний шлях.

$$S = \frac{K_E \cdot V^2}{2 \cdot g(\phi + i)} = \frac{K_E \cdot V^2}{254(\phi + i)}, \quad (2.5)$$

де ***K_E*** – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування (для легкових автомашин – 1,4; для вантажних – 1,7);

φ – коефіцієнт зчеплення шин з дорогою; і – повздовжній уклін проїзної частини (табл. 2.1);

V – швидкість руху (табл. 2.1).

Враховуючи формули (2.3) – (2.5), отримуємо розгорнуту формулу для визначення пропускної можливості смуги руху:

$$P = \frac{1000 \cdot V}{\frac{V}{3{,}6} + \frac{K_E \cdot V^2}{254(\phi + i)} + l_O + l_2}. \quad (2.6)$$

Пропускна здатність смуги розраховується для діапазону швидкості руху від 0 до 100 км/год з кроком 10 км/год для двох значень коефіцієнта зчеплення шин з дорогою **φ,** які вказані в табл. 2.1. За вирахуваними значеннями пропускної здатності смуги будується графік залежності

P=f(V) для кожного із значень **φ** (рис. 2.1). Пропускна здатність проїзної частини міської вулиці в одному напрямку при багатосмуговому русі складається як сума пропускних здатностей кожної смуги. Однак у зв'язку зі змішаним рухом автомобілів знижується ефективність використання кожної смуги. Тому при багаторядному русі в розрахунок вводиться коефіцієнт багатосмуговості, який має наступні значення: для однієї смуги – 1; для двох – 1,9; для трьох – 2,7; для чотирьох – 3,5.

2.2 Пропускна здатність смуги з врахуванням впливу світлофорного регулювання

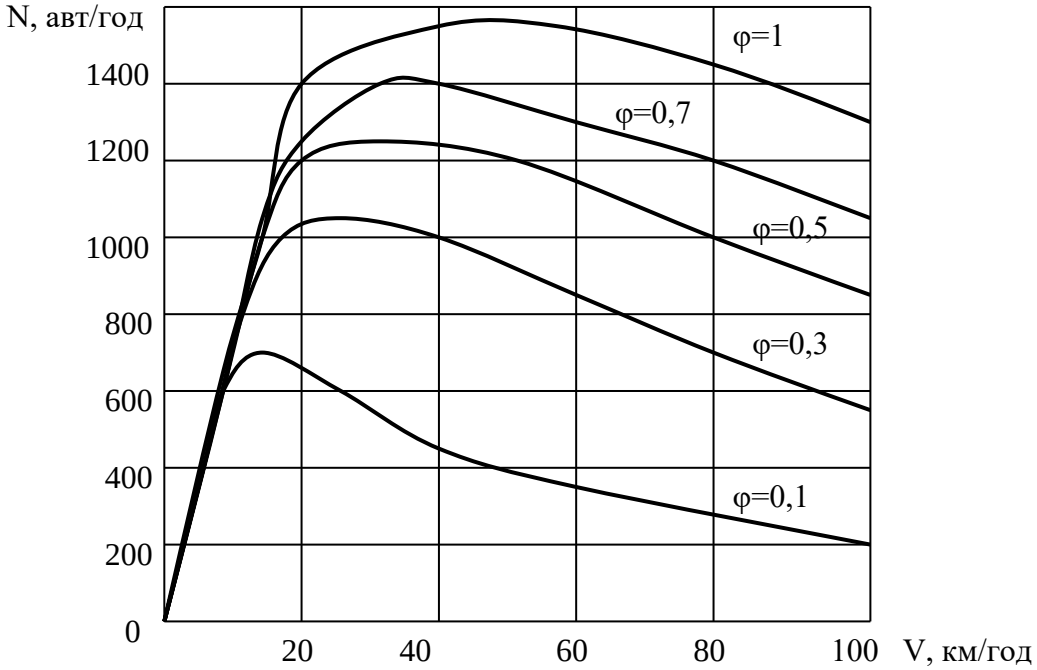


Рисунок 2.1 – Залежність пропускної здатності від швидкості руху автомобіля і коефіцієнта зчеплення

Вводимо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність:

$$\delta = \frac{L}{L + {V_p^2}/{a} + {V_p^2}/{b} + {V_p \cdot (t_ч + 2t_ж)}/{2}} \qquad (2.7)$$

де ***L*** – відстань між сусідніми перехрестями, що регулюються, м;

a – прискорення автомобіля при розгоні (0,8-1,2 м/с^2);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6-1,5 м/с^2);

$t_ч$, $t_ж$ – тривалість червоного та жовтого сигналів для даної вулиці, с.

Пропускну здатність з врахуванням світлофорного регулювання визначаємо за формулою:

$$N_{св.рег.} = N \cdot \delta \qquad (2.8)$$

2.3 Пропускна здатність смуги руху на перехресті

Пропускна здатність смуги руху на перехресті визначаємо за формулою:

$$N_{\text{пер}} = \frac{3600 \cdot \left(t_з - 0{,}5 \cdot {}^{V_o}/_{a}\right)}{t_o \cdot T_ц} \ , \qquad (2.9)$$

де $t_з$ – тривалість зеленого сигналу для даної вулиці, с;

t_o – час, необхідний для проходження стоп-лінії (2,2-2,8 с);

$T_ц = t_ч + t_з + 2t_{тж}$ – тривалість циклу регулювання світлофора на перехресті вулиць, с;

$\mathbf{V_o}$ – швидкість проходження перехрестя (20-30 км/год), м/с.

Визначити пропускну здатність проїзної частини в одному та двох напрямках для розрахункової швидкості з врахуванням світлофорного регулювання та на перехресті.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань

№ варіанту	**Повздовжній уклін, *i***	**Коефіцієнт зчеплення, φ**		**Кількість смуг, n**	**Тип автомашини**	**Розрахункова швидкість, $V_{розр.}$, км/год.**
1	*2*	*3*		*4*	*5*	*6*
1	0,01	0,1	0,8	2	Легкова	40
2	0,03	0,2	0,7	3	Вантажна	60
3	0,05	0,3	0,6	4	Автобус	50
4	0,07	0,4	0,5	4	Легкова	70
5	0,09	0,5	0,9	3	Вантажна	80
6	-0,01	0,6	1	2	Автобус	40
7	-0,03	0,7	0,1	2	Легкова	50
8	-0,05	0,8	0,2	3	Вантажна	60
9	-0,07	0,6	0,3	4	Автобус	70
10	-0,09	1	0,4	4	Легкова	80
11	0,01	0,1	0,8	3	Вантажна	80
12	0,03	0,2	0,7	2	Автобус	70
13	0,05	0,3	0,6	2	Легкова	60
14	0,07	0,4	0,5	3	Вантажна	50
15	0,09	0,5	0,9	4	Автобус	40
16	-0,01	0,6	1	3	Легкова	70
17	-0,03	0,7	0,1	2	Вантажна	60
18	-0,05	0,8	0,2	3	Автобус	50
19	-0,07	0,6	0,3	4	Легкова	40
20	-0,09	1	0,4	3	Вантажна	80

2.4 Визначення ширини проїзної частини вулиці

Ширину вулиць і доріг варто визначати з урахуванням їх категорій [5] і в залежності від розрахункової інтенсивності руху транспорту і пішоходів, типу забудови, рельєфу місцевості, вимог охорони навколишнього природного середовища, розміщення підземних інженерних мереж, зелених насаджень і в межах червоних ліній слід приймати, м [6]:

магістральні дороги	50-90
магістральні вулиці:	
– загальноміського значення	50-80
– районного значення	40-50
вулиці місцевого значення (житлові)	15-35
селищні і сільські вулиці (дороги)	15-25

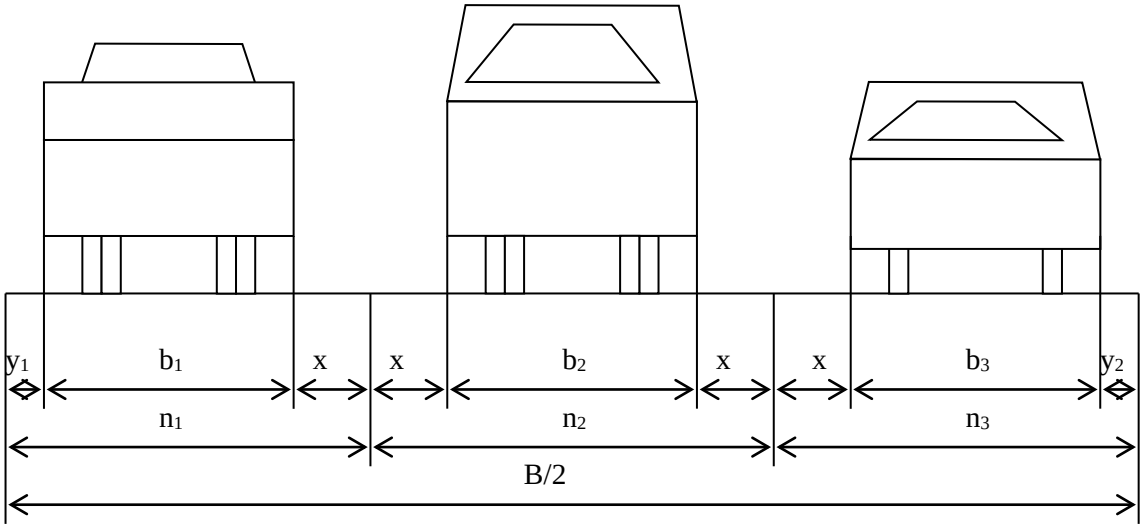


Рисунок 2.2 – Схема до визначення ширини проїзної частини вулиці в одному напрямку (кількість смуг – 3)

Ширина проїзної частини вулиці в одному напрямку:

$$B/_2 = n_1 + n_2 + n_3, \tag{2.10}$$

де n_1, n_2, n_3 – ширина смуг руху;
B – ширина проїзної частини вулиці.

$$\begin{aligned} n_1 &= b_1 + x + y_1; \\ n_2 &= b_2 + 2x; \\ n_3 &= b_3 + x + y_2 \end{aligned} \tag{2.11}$$

де b_1, b_2, b_3 – ширина автомашини,
x – відстань між кузовами машин:

$$x = 0{,}35 + 0{,}005V. \quad (2.12)$$

y₁, y₂ – відстань від краю дороги до автомашини:

$$y_1 = y_2 = 0{,}5 + 0{,}005V. \quad (2.13)$$

Ширина автомашини: легкової – 2,1м
вантажної – 2,65м
автобуса – 2,7м

V – швидкість руху – 60км/год.

Загальна ширина дороги:

$$B = \frac{B}{2} \times 2. \quad (2.14)$$

За отриманою шириною міської вулиці зробіть висновок щодо її категорії.

3. Контрольні питання

1. Дайте визначення вулицям та дорогам населених пунктів.
2. Назвіть основні елементи вулиць і доріг.
3. Дайте визначення пропускної здатності.
4. Дайте визначення смузі руху.
5. Як визначається пропускна здатність багатосмугової вулиці?
6. Поясніть характер залежності пропускної здатності смуги руху від швидкості руху та від коефіцієнту зчеплення.
7. Дайте визначення коефіцієнту багатосмуговості.
8. Як визначається пропускна здатність з врахуванням світлофорного регулювання?
9. Як визначається пропускна здатність на перехресті? Як визначається загальна ширина вулиці?

Практична робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ І ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Мета: Визначити інтенсивності руху, склад транспортних потоків та швидкість.

Порядок виконання роботи

1. Провести обстеження інтенсивності руху та складу транспортного потоку на перехресті.
2. Визначити пропускну здатність руху.
3. Обробити результат обчислень.
4. Побудувати схему ділянки для визначення швидкості транспортного потоку.
5. Визначити швидкість руху за напрямками та представити результати у вигляді таблиць.

Практична робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ДОСТУПНОСТІ м. ВІННИЦІ

ЗРАЗОК

Вінниця 2025 р.

Ідея про введення трамвайного руху у Вінниці бере початок з 1898 року. В цей час Вінницька міська дума розглядала проєкт договору, який був запропонований правлінням акціонерного товариства «Іполит Романов». Це акціонерне товариство давало зобов'язання побудувати за свій рахунок електричну трамвайно-залізницю з рухомим складом і всіма необхідними спорудами по вулицях: Поштовій (зараз вулиця Соборна) від Реального училища через міст річки Південний Буг по Великій Олександрівській вулиці (зараз проспект Коцюбинського) до залізничного вокзалу і по Миколаївській вулиці (нині вул. 50 років Перемоги) до артилерійських і піхотних казарм з роз'їздами через кожні 200 сажнів. Але цей проєкт надалі не був здійснений через банкрутство даного акціонерного товариства.

І все-таки, в 1910 році був укладений договір між міською управою і Київським відділенням російського товариства «Загальна компанія електрики» на спорудження у Вінниці парової електричної станції, яка була здана в експлуатацію в 1911 році.

12 лютого 1912 року Вінницька міська управа уклала договір на будівництво трамвайних колій і зведення всіх необхідних споруд для трамвая з тим же Російським товариством «Загальна компанія електрики». У цьому ж році міністерство внутрішніх справ затвердило технічний проєкт трамвая.

Історична довідка

7 вересня 1913 року на частині лінії було виконано випробування вагонів, а 8 жовтня трамваї вперше пішли по мостах.

Регулярний рух трамваїв по всій лінії почався 28 (15-го за старим стилем) 1913 року о 6.40 год. ранку. По новій лінії курсувало 7 двовісних вагонів, які були придбані на Нюрнберзькому заводі «MAN» в 1912 році. Ці вагони були розраховані на 18 сидячих і 14 стоячих місць. Депо було побудовано біля електричної станції на Набережному провулку.

Влітку 1914 року була споруджена друга лінія від Вознесенської церкви в Військове містечко по Вознесенській вулиці (вул. 50 років Перемоги). Протяжність шляхів тепер склала 10,5 км. Для нової лінії на заводі «MAN» були закуплені 4 нових моторних вагона (довших, на 24 сидячих і 16 стоячих місць). Рух по ній відкрився у вересні 1914 року. У загальній складності в 1914 році трамвай перевіз 2500000 пасажирів.

Плата за проїзд у трамваї була досить високою, тому ним частіше користувались заможні люди. Більш доступним засобом пересування для більшості жителів трамвай став після революції 1917 року. Так, наприклад,

тариф за проїзд у трамваї на початку 20-х років становив: по головній вулиці – 8 коп., по вулиці Ворошилова – 4-2 коп., пільговий – 4 коп.

У 1918-1919 роках трамвай продовжував працювати, незважаючи на зміну влади (квітень-листопад 1918 року – німецька окупація, з листопада 1918 року по січень 1919 року – українська директорія, потім радянська влада, Денікін, знову радянська влада).

Громадянська війна, що прокотилася в той час по країні, відбилася і на роботі Вінницького трамвая. У лютому 1920 року трамвай зупинився через відсутність палива на електростанції, а в березні трамвайний штат був розпущений. Транспортне господарство було практично зруйновано.

У жовтні 1921 року почалися відновлювальні роботи і вже 27 листопада 1921 року трамвай знову пішов. Трамвайні дзвінки знову оживили вулиці невеликого міста. Почали курсувати 6 вагонів (була відновлена і електростанція).

У 1932 році побудована нова одноколійна лінія від ринку Каліча до лікарні ім. Пирогова. Через рік тут була покладена друга колія. Розворот був організований якраз там, де зараз закінчується алея по вулиці Пирогова. Ця алея існувала і в ті роки. А загальна довжина шляху склала тепер 11,6 км. У 1935-1940 роках введено в експлуатацію два нових ртутних випрямляча на тяговій підстанції. З 1932 року було організовано перевезення вантажів трамваєм від ж / д станції в місто. У цей період була побудована вантажна гілка до цегельного заводу, яка проходила від 2-ї школи по вулиці Хлібній (довжина 1,1 км).

З 20 липня 1941 року по 20 березня 1944 року місто було окуповане німецькими військами. У цей період трамвай відновив свою роботу в травні 1942 року, але не в повному обсязі. По лінії курсували 1-2 пасажирських вагони і лише в одній частині міста. У серпні 1943 року було відкрито рух трамвая по відновлених німцями мостам через р. Південний Буг. У цей час була побудована грунтова гілка до вугільного складу довжиною 1,7 км (від міської електростанції).

Але коли почався відступ фашистів, німецька влада сильно зруйнували трамвайну систему і систему електропостачання нашого міста.

Розвиток системи маршрутів вінницького трамвая

1913

Вокзал – Жіноча гімназія

1914

1. Вокзал – Ринок
2. Побудована одношляхова лінія по вул. Миколаївській (вул. 50-річчя Перемоги) до Військового містечка (маршрут невідомий). Закінчувалось в районі сьогоднішньої вул. Червоноармійська).

1920 – 1930

1. Вокзал – Літній сад (Ринок «Калічі», Парк відпочинку)
2. Одношляхова лінія по вул. Миколаївській (вул. 50-річчя Перемоги) до Військового містечка (маршрут невідомий).

1932

1. Вокзал – лікарня ім. Пирогова.
2. Мости – лікарня ім. Пирогова.
3. вул. Коцюбинского – вул. Ворошилова – Військове містечко.

1941-1944

Під час гітлерівської окупації міста трамвайний рух зберігався, але існували на той час невідомі маршрути.

1945-1949

1. Побудована гілка по вул. Фрунзе до суперфосфатного заводу (спочатку була одношляхова від пл. Перемоги).
2. Вокзал – Мости
3. Мости – лікарня ім. Пирогова

29 квітня 1950

1. Збудована гілка по вул. Фрунзе до суперфосфатного заводу.
2. Вокзал – лікарня ім. Пирогова
3. Ремеслене училище №1 – лікарня ім. Пирогова
4. Суперфосфатний завод – Ремеслене училище №1

1953-1954

На період будівництва нового мосту через річку Південний Буг трамвайна мережа була розділена на дві ділянки. Вагони йшли із Замостя (від Вокзалу і Суперфосфатного заводу) до початку вул. Леніна (р-н «Авангарду»). Потім треба було долати підйом пішки, щоб доїхати іншим трамваєм до лікарні ім. Пирогова. Нумерація маршрутів в даний період поки не з’ясована.

1955

1. Подовжено лінію від Каліча (сьогодні пл. Гагаріна) до вул. Революційної і побудовано кільце навколо нового трамвайного депо.
2. Вокзал – лікарня ім. Пирогова
3. Вокзал – вул. Революційна
4. Суперфосфатний завод – лікарня ім. Пирогова

25 травня 1957

Прокладена лінія від лікарні ім. Пирогова до медичного інституту.

1. Вокзал – Мед. інститут
2. Вокзал – вул. Революційна
3. Суперфосфатний завод – Мед. інститут

1958

Подовжено гілку від медичного інституту по вул. Пирогова до лікарні імені Ющенка

1. Вокзал – 4-а лікарня ім. Ющенко
2. Вокзал – вул. Революційна
3. Суперфосфатний завод – 4-а лікарня ім. Ющенко

1961

У 1961-1963 рр. була побудована друга колія по лінії на Хімкомбінат (по вул. Ворошилова та Червоноармійській).

1. Вокзал – 4-а лікарня ім. Ющенко
2. Вокзал – вул. Революційна
3. Хім. завод – 4-а лікарня ім. Ющенко

1963

Від вул. Революційної до Вишеньки (район нинішнього Лісопарку) побудована двоколійна лінія, що закінчується розворотним трикутником.

1. Вокзал – лікарня ім. Ющенко
2. Вокзал – вул. Революційна
3. Хім. завод – лікарня ім. Ющенко
4. Вокзал – Вишенька

1965

1. Маршрут №2 змінений. Тепер він з'єднує хім.завод та вул. Революційну
2. Хім. завод – лікарня ім.Ющенко
3. Вокзал – Вишенька(Лесная)

1966

1. Вокзал – Лікарня ім. Ющенко
2. Хім. завод – Вишенька
3. Хім. завод – лікарня ім. Ющенко
4. Вокзал – Вишенька

1968

Продовжені маршрути від Вишеньки до Барського шосе і від лікарні ім. Ющенко до Електромережі. Демонтована гілка по вулиці Фрунзе від вулиці Кірова до залізничних колій.

1. Вокзал – Електромережа
2. Хім. завод – Барське шосе
3. Хім. завод – Електромережа
4. Вокзал – Барське шосе

1970

З’явився новий маршрут № 5.

1. Вокзал – Електромережа
2. Хім. завод – Барське шосе
3. Хім. завод – Електромережа
4. Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа

1977

Демонтована лінія по пр. Коцюбинського від пл. Перемоги до вокзалу і продовжена лінія від хім. заводу до Вокзалу. Жодних змін у маршрутах не відбулося. Маршрути 1, 3 і 2, 4 тепер повністю дублювали один одного з різницею в одну зупинку.

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Хім. завод – Барське шосе
3. Хім. завод – Електромережа
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа

1986

Побудована лінія від ринку «Урожай» по вул. Келецька до кінотеатру «Мир» і введено новий маршрут №6.

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Хім. завод – Барське шосе
3. Хім. завод – Електромережа
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – кінотеатр «Мир»

1992

Лінія по вул. Келецькій продовжена до вул. Квятека. Закриті старі маршрути №2 і №3. З’являється новий маршрут №2. Деякий час діє скорочений маршрут 6а (ЖД вокзал – кінотеатр «Мир»)

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Барське шосе – Вишенька
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – Вишенька

6а. ЖД Вокзал – кінотеатр «Мир»

1993

Скасовується маршрут 6а.

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Барське шосе – Вишенька

4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – Вишенька

1995

Побудовано нове розворотне кільце біля ДК «Зоря».

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Барське шосе – Вишенька
3. Барське шосе – ДК «Зоря»
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – Вишенька
7. Електромережа ДК – «Зоря»
8. Вишенька – ДК «Зоря»
9. ЖД Вокзал – ДК «Зоря»

Маршрут №9 пропрацював більше року. Трохи пізніше були закриті маршрути №3,7,8. Точніше сказати вони стали резервними. Сьогодні іноді можна побачити трамваї, що йдуть до ДК «Зоря» з відповідними номерними табличками.

2007

Розроблений поворот від ДК «Зоря» на вул. Фрунзе (для маршрута №9). Регулярні маршрути:

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Барське шосе – Вишенька
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – Вишенька

2008

Розпочато будівництво лінії, яка з’єднає Барське шосе і Вишеньку. Маршрути на кільці поки невідомі.

19 грудня 2014

Закінчено будівництво трамвайної лінії, яка з’єднала Вишеньку і Барське шосе: маршрут №2 стає кільцевим, маршрут №6 продовжують до Барського шосе.

1. ЖД Вокзал – Електромережа
2. Барське шосе – Вишенька (кільцева)
4. ЖД Вокзал – Барське шосе
5. Барське шосе – Електромережа
6. ЖД Вокзал – Вишенька

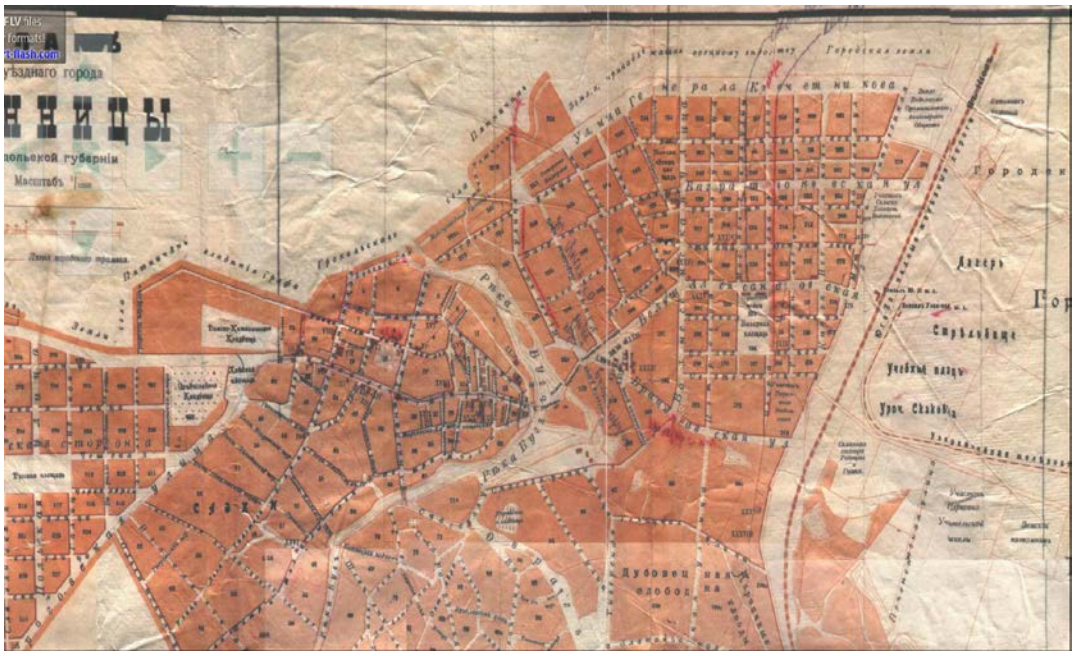


Рисунок 4.1 – Карта 1-го маршруту трамвая м. Вінниці

На сьогоднішній день Вінниця є розвинутим у сфері інфраструктури містом. Для того, щоб добратись із одного кінця міста в інше не складає ніякої складності, а затрати часу скорочені до мінімуму. Розпланування маршрутів маршрутних таксі, автобусів, трамваїв та тролейбусів складено максимально наближено для комфортного користування громадським транспортом мешканцями міста. Для прикладу, в даній роботі розглядається прокладання маршруту від Кінцева м/н Сабарів – вул. Ботанічна (П’ятничани).

1 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
32а маршрутка	16	3	10-15	м/н Сабарів	Ринок Урожай
11а маршрутка	15	3	6	Ринок Урожай	вул. Ботанічна
Всього	31	6	до 21		

Даний варіант зручний для користування, затрати часу на подолання шляху найменші, однак періодичність руху дещо більша, ніж у варіанті 2.

2 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
12а маршрутка	18	3	8	м/н Сабарів	вул. Стахурського
11б маршрутка	20	3	4	вул. Стахурського	вул. Ботанічна
Всього	48	6	до 12		

Даний варіант поступається комфортністю та швидкістю подолання маршруту.

3 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
12а маршрутка	10	3	8	м/н Сабарів	Електро-мережа
5 автобус	21	2.5	10	Електро-мережа	м/н Пятни-чани
Пішки 600 м	8				
Всього	39	5.5	до 18		

Даний варіант маршруту включає в себе піший перехід між зупинками при пересадках транспорту, це є досить не зручним та викликає лишні затрати часу.

4 варіант

№ маршру-ту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
32а марш-рутка	9	3	10-15	м/н Сабарів	Авторинок
5 автобус	21	2.5	10	Авторинок	м/н Пятни-чани
Пішки 600 метрів	8				
Всього	39	5.5	до 25		

Даний варіант також містить піший перехід між зупинками при пересадках транспорту.

5 варіант

№ маршру-ту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
12а маршру-тка	10	3	8	м/н Сабарів	Електро-мережа
5а маршрут-ка	21	3	10-15	Електро-мережа	м/н Пятни-чани
Пішки 600 метрів	8				
Всього	39	6	до 23		

Даний варіант також містить піший перехід між зупинками при пересадках транспорту, однак періодичність руху даного варіанта більша.

6 варіант

№ маршру-ту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
11 автобус	31	2.5	40	м/н Сабарів	Вул. Ботанічна
Всього	31	2.5	40		

Даний варіант подолання маршруту найзручніший, адже згідно нього не потрібно затрачати лишні час на пересадки, тривалість руху найменша в порівнянні з іншими маршрутами, однак періодичність руху є великою, а це не зовсім зручно.

7 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
32а маршрутка	18	3	10-15	м/н Сабарів	вул. Зої Космодемянської
5а маршрутка	12	3	10-15	Вул. Зої Космодемянської	м/н Пятничани
Пішки 600 метрів	8				
Всього	38	6	до 30		

8 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
32а маршрутка	21	3	10-15	м/н Сабарів	вул. Театральна
Перехід 400 метрів	5				
31 автобус	9	2.5	30-36	пл. Радянська	вул. Ботанічна
Всього	35	5.5	до 51		

9 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
32а маршрутка	28	3	10-15	м/н Сабарів	пл. Перемоги
Перехід 100 метрів	1				
8б маршрутка	18	3	12	буд. Побуту	м/н Пятничани
Пішки 600 метрів	8				
Всього	55	6	до 27		

10 варіант

№ маршруту	Тривалість руху, хв	Вартість, грн	Періодичність руху, хв.	Зупинка початкова	Зупинка кінцева
Теплохід	45	40	60	м/н Сабарів	пл. Жовтнева
Перехід 170 метрів	2				
31 автобус	17	2.5	30-36	Автовокзал Центральний	вул. Ботанічна
Всього	64	42.5	до 96		

Даний варіант маршруту є сезонним і не зовсім звичним. Використання такого маршруту є нераціональним, адже тривалість проїзду та його вартість занадто високі.

Висновки

Міський пасажирський транспорт сучасного великого міста являє собою складну соціально-економічну систему, елементи якої здійснюють перевезення пасажирів між центрами транспортного тяжіння. Транспортна рухливість населення сучасного великого міста зростає, що вимагає розвитку системи міського пасажирського транспорту на засадах чіткої взаємодії різних видів транспорту. Тому проаналізувавши різні варіанти подоланя маршруту,на прикладі Кінцева м/н Сабарів – вул. Ботанічна (П’ятничани) м Вінниці, можна дійти висновку, що транспортній системі міста потрібно розвиватись, удосконалюватись та вживати усіх заходів для покращення транспортної ситуації на дорогах міста.

Практична робота № 5

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕХРЕЩЕННЯ ТИПУ «ЛИСТКА КОНЮШИНИ»

Мета: освоїти теоретичні основи та набути практичних навичок у проєктуванні та геометричному розрахунку ключових елементів транспортних розв'язок на різних рівнях типу «лист конюшини».

Завдання:

1. Опанувати методику геометричного розрахунку основних елементів розв'язки «лист конюшини», включаючи:

– головні траси (прямі ділянки та криві основної дороги);

– прямі з'їзди/в'їзди (рампи);

– петлеві з'їзди (Loop ramps) – ключовий елемент «листа конюшини».

2. Виконати розрахунок параметрів кривих (радіусів, довжин перехідних кривих) для забезпечення необхідної безпеки та комфорту руху при заданих розрахункових швидкостях.

3. Здійснити трасування елементів розв'язки на плані, забезпечуючи оптимальне сполучення з'їздів та в'їздів з головними напрямками.

4. Сформувати висновки щодо ефективності обраних геометричних рішень та їх відповідності чинним нормативним документам (ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги або аналогічним).

Вихідні дані: кут перетину α; розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах змінна: $\nu_{пр}$ і $\nu_{кр}$; розрахункова швидкість на правоповоротних з'їздах постійна: ν; коефіцієнт повного зчеплення φ; коефіцієнт поздовжнього зчеплення $\varphi_1 = 0{,}8\varphi$; різниця відміток брівок земляного полотна доріг у місці їх перетину *H*; поперечний ухил проїзної частини пересічних доріг $i_п$; поздовжні ухили доріг в межах транспортної розв'язки: $i_1=i_2$. На лівоповоротних з'їздах: максимальний поздовжній ухил i_{max}; ухил віражу $i_в$; поздовжній ухил відгону віражу $i_в$; прискорення автомобіля в межах перехідної кривої a. На правоповоротних з'їздах: поперечний ухил проїзної частини на прямолінійній ділянці $i_п$; ухил віражу $i_в$; поздовжній ухил відгону віражу i_0; ступінь наростання відцентрового прискорення j.

1. Загальні відомості

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 проєктувати 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 пропускної 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.

Для розбивки транспортної розв'язки на місцевості потрібно знати розміри елементів всіх її з'їздів, що встановлюються розрахунком. Складність розрахунку полягає в тому, що елементи кожного з'їзду повинні бути пов'язані в плані і поздовжньому профілі з основними дорогами.

Під час розрахунку елементів транспортної розв'язки слід прагнути до того, щоб всі її з'їзди розташовувалися якомога ближче до центру перехрещення або примикання. У цьому випадку транспортна розв'язка займатиме порівняно невелику площу землі і матиме невисоку будівельну вартість. Але в процесі розрахунку необхідно враховувати, що поздовжній ухил на з'їздах не повинен перевищувати максимального значення, передбаченого, а радіуси вертикальних кривих не бути меншими, ніж розрахункові. Крім того, слід мати на увазі, що невелика довжина з'їзду може не дозволити запроєктувати його в поздовжньому профілі. Все це призводить до того, що у багатьох випадках неможливо розташовувати з'їзди порівняно близько до центру перехрещення або примикання. На транспортних розв'язках, в основу яких покладено елементи кільця, для розміщення підйомів і спусків, а також розташування вертикальних кривих радіус кільця дуже часто доводиться призначати значно більшим за мінімальне значення, знайдене за формулою (5.1).

$$R = \frac{v^2}{g \cdot 3{,}6^2 (\mu + i_B)}, \qquad (5.1)$$

де v – розрахункова швидкість на з'їзді, км/год; g =9,81 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, коли пасажир на кривій слабо починає відчувати занепокоєння – поштовх, залежно від швидкості він змінюється від 0,18 при швидкості 20 км/год до 0,12 при швидкості 150 км/год; приймаємо μ =0,15; $i_в$ – поперечний ухил проїзної частини на віражі ($i_в$ = 60‰ для лівоповоротних з'їздів і $i_в$ = 40‰ – для правоповоротних).

На рис. 5.1 показано схему перехрещення автомобільних доріг у різних рівнях типу «лист конюшини» з перехідно-швидкісними смугами для лівоповоротних потоків руху. Таку схему зазвичай застосовують при взаємному перехрещенні доріг ІІ категорії. Якщо ж перехрещуються дороги І категорії, то влаштовують єдині перехідно-швидкісні смуги для потоків, що повертають ліворуч і праворуч.

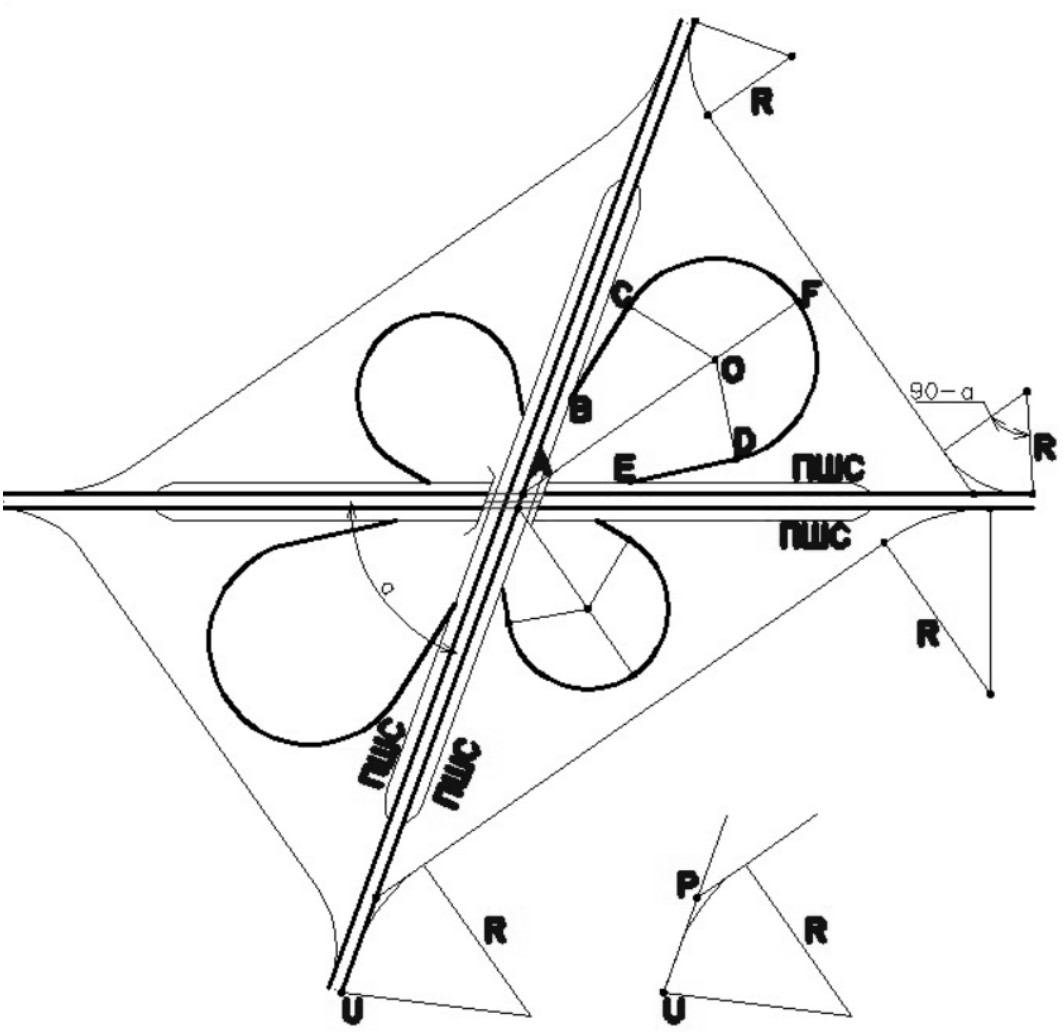


Рисунок 5.1 – Розрахункова схема перехрещення типу «лист конюшини»

Елементи перехрещення типу «лист конюшини» розраховують так. Спочатку розраховують елементи лівоповоротних з'їздів, оскільки вони переважно визначають розміри транспортної розв'язки. Якщо автомобільні дороги перехрещуються під прямим кутом, то всі лівоповоротні з'їзди знаходяться приблизно в однакових умовах. У таких випадках розраховують елементи тільки одного лівоповоротного з'їзду, а для решти з'їздів приймають ті самі елементи.

Якщо ж дороги перехрещуються під гострим кутом α (рис. 5.1), то спочатку розраховують елементи лівоповоротного з'їзду, який відповідає куту α. Це пояснюється тим, що умови проєктування зазначеного з'їзду є

складнішими, ніж суміжного з ним з'їзду: за однакового для всіх лівоповоротних з'їздів радіуса кругової кривої *R*, знайденого за формулою (5.1), довжина цього з'їзду менша, ніж з'їзду, який відповідає тупому куту $\alpha' = 180 - \alpha$. Ця довжина може не дати змоги запроєктувати з'їзд у поздовжньому профілі з дотриманням необхідних значень максимального поздовжнього похилу і радіусів вертикальних кривих.

Тоді доведеться збільшити радіус кругової кривої *R* порівняно з його значенням, знайденим за формулою (5.1). Потім розраховують лівоповоротний з'їзд, який відповідає тупому куту α'. Після цього розраховують елементи правоповоротних з'їздів.

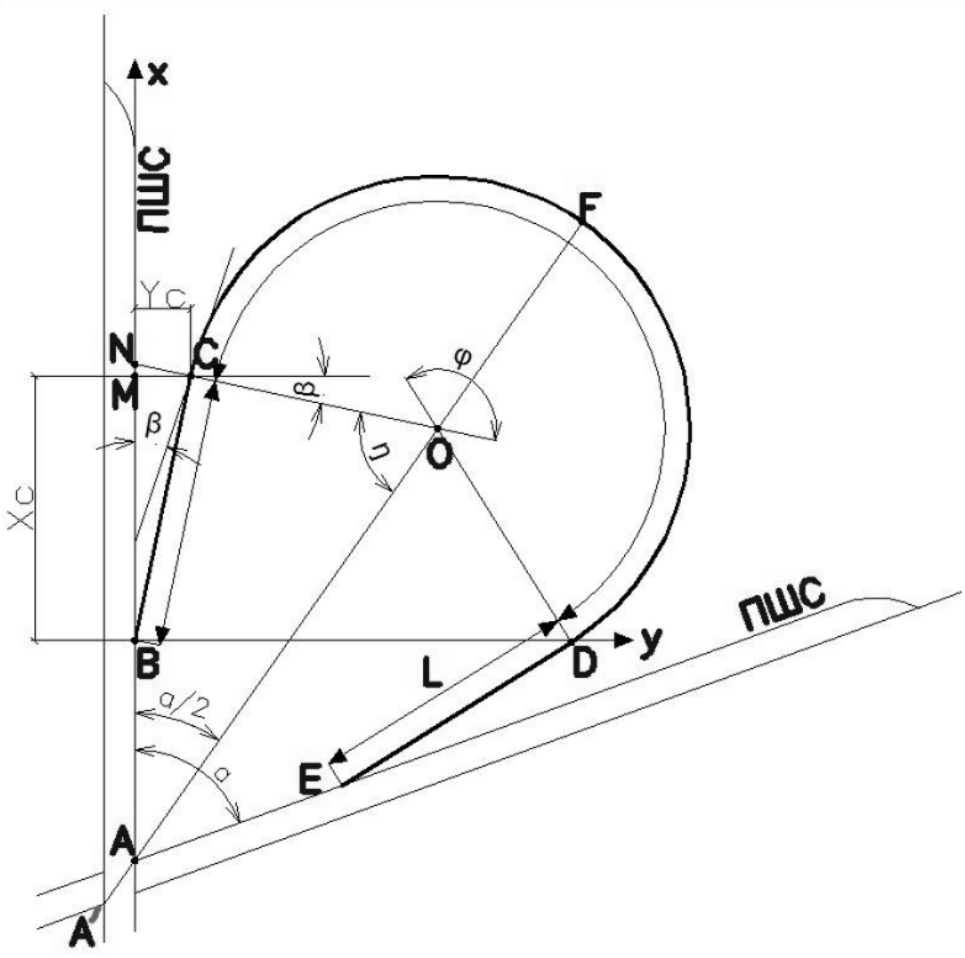


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема лівоповоротного з'їзду: R – радіус кругової кривої; *O* – центр кругової кривої; φ – центральний кут; L_0 – довжина кругової кривої; А – точка перехрещення осей перехідно-швидкісних смуг, А – точка перехрещення осей зовнішніх смуг руху; В – початок першої перехідної кривої (початок з'їзду); *C* – кінець першої перехідної кривої і початок кругової кривої; *D* – кінець кругової кривої і початок другої перехідної кривої; Е – кінець другої кругової кривої; *L* – довжина перехідної кривої; β – кут повороту перехідної кривої; x_c = ВМ – абсциса точки С; y_c = МС – ордината точки С; η – кут між бісектрисою кута α і відрізком ОС.

2. Порядок виконання роботи

1. Виконуємо розрахунок лівоповоротного з'їзду, що відповідає куту α.

Визначаємо довжину перехідної кривої L за формулою (5.2):

$$L = \frac{\nu_{пр}^2 - \nu_{кр}^2}{2a}. \quad (5.2)$$

Довжину суміщеної ділянки l_c визначаємо за таблицею 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри та координати перехідних кривих

Швидкість руху, км/год		a, м\с^2	П$_1$, м	Ордината	l_c
$\nu_{пр}$	$\nu_{кр}$			$Y_{а, м}$	
50	40	0,50	3,5	3,6	55
50	40	0,46	3,5	3,6	56
50	40	0,43	3,5	3,6	57
60	50	0,50	3,5	3,6	66
60	50	0,47	3,5	3,5	67
60	50	0,44	3,75	3,6	68
70	60	0,50	3,75	3,8	77
70	60	0,48	3,75	3,8	78
70	60	0,45	3,75	3,8	79
80	70	0,50	3,75	3,8	89
80	70	0,48	3,75	3,8	90
80	70	0,46	3,75	3,8	91

Обчислюємо довжину відгону віражу l_0 за формулою (5.3). Ухили підставляємо в безрозмірних одиницях.

$$l_0 = \frac{b_l(i_в - i_п)}{i_0}, \quad (5.3)$$

де $i_п$ – поперечний ухил проїзної частини пересічних доріг; $i_в$, – ухил віражу; i_0 – поздовжній ухил відгону віражу; b_l – ширина проїзної частини для односмугових лівоповоротних з'їздів (приймаємо згідно із ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво).

Довжина перехідної кривої має задовільняти умову: $L \geq l_c + l_o$.

У випадку коли $L < l_c + l_o$, необхідно або збільшити довжину перехідної кривої L за рахунок зменшення прискорення а, або зменшити довжину відгону віражу l_0 за рахунок збільшення ухилу i_0. При цьому необхідно врахувати максимально допустимий поздовжній похил відгону віражу для з'їздів i_{max}.

Визначаємо за формулою (5.4) кут повороту перехідної кривої (за умови нерівномірного руху):

$$\beta = 57{,}3\left[\frac{a^2}{(\nu_{пр} - \nu_{кр})\nu_{кр}^3}L^2 + \frac{5a^2}{3(\nu_{пр} - \nu_{кр})\nu_{кр}^5}L^3\right]. \quad (5.4)$$

Визначаємо центральний кут кругової кривої:

$$\varphi = 180 + \alpha - 2\beta. \tag{5.6}$$

Приймаємо коефіцієнт поперечної сили μ = 0,165.

Визначаємо за формулою (5.1) радіус горизонтальної кривої *R*.

Визначаємо довжину кругової кривої:

$$L_0 = \frac{\pi R}{180}\varphi \tag{5.7}$$

Визначаємо за формулою (5.8) довжину лівоповоротного з'їзду в плані:

$$L_{пл}=L_o+2L \tag{5.8}$$

Після визначення довжини лівоповоротного з'їзду в плані $L_{пл}$ потрібно знайти ту довжину з'їзду $L'_{пл}$, в межах якої може здійснюватися його самостійне проектування. Довжину $L'_{пл}$ визначають за формулою:

$$L'_{пл}=L_{пл}-2l_c \tag{5.9}$$

Потім необхідно встановити, чи є одержана довжина $L_{пл}$ достатньою для проєктування лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі.

На рис. 5.3 показано поздовжній профіль лівоповоротного з'їзду.

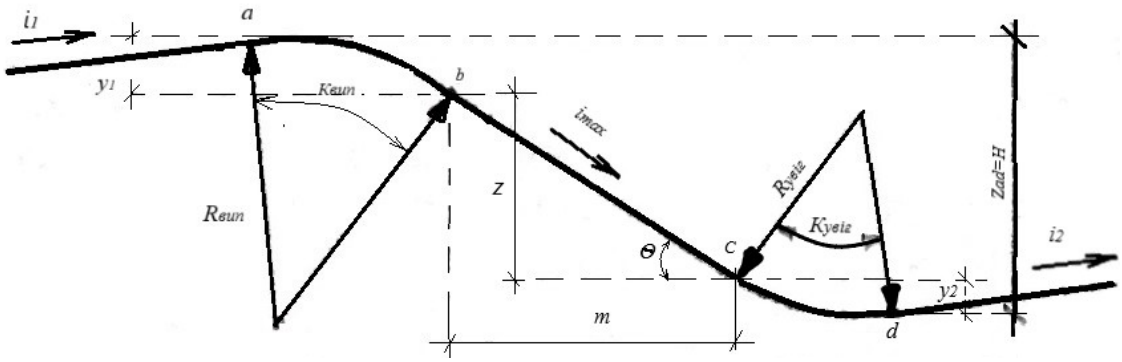


Рисунок 5.3 – Поздовжній профіль лівоповоротного з'їзду: i_1 і i_2 – поздовжні похили доріг, які перехрещуються; i_{max} – максимальний поздовжній похил на з'їзді; m – проєкція ділянки з'їзду з максимальним похилом; *Zad* –різниця відміток *a* і *d* (можна прийняти, що вона приблизно дорівнює різниці відміток брівок земполотна доріг, які перехрещуються *H*)

Розраховуємо за формулою (5.10) довжину лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі $L_{пр}$, в межах якої здійснюється його самостійне проєктування.

Величини вертикальних опуклих $R_{вип}$ і увігнутих кривих $R_{увіг}$ приймаємо згідно із ДБН В.2.3-4.

$$L_{\text{пр}} = \frac{\text{H}}{\text{i}_{max}} + \frac{R_{\text{вип}}}{2\text{i}_{max}}(i_1 + i_{max})^2 + \frac{R_{\text{увіг}}}{2\text{i}_{max}}(i_2 + i_{max})^2 \qquad (5.10)$$

Отриману за формулою (5.10) довжину лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі порівнюють з довжиною з'їзду в плані $L'_{пл}$, знайденою за виразом (5.9). При цьому необхідно дотримуватися умови:

$$L'_{пл} \geq L_{пр}$$

В іншому випадку потрібно збільшити геометричні елементи лівоповоротного з'їзду і домогтися дотримання необхідної умови.

Визначаємо за формулами (5.11) та (5.12) координати кінця перехідної кривої .

$$\text{x}_\text{c} = L - \frac{a^2}{10(\nu_{\text{пр}} - \nu_{\text{кр}})^2 \nu_{\text{кр}}^6} L^5 \ ; \qquad (5.11)$$

$$\text{y}_\text{c} = \frac{a}{3(\nu_{\text{пр}} - \nu_{\text{кр}})\ \nu_{\text{кр}}^3} L^3 \ . \qquad (5.12)$$

Розраховуємо кут η:

$$\eta = 90 + \beta - \frac{\alpha}{2}. \qquad (5.13)$$

Визначаємо за формулою (5.14) відстань АВ=АЕ:

$$\text{AB} = \text{AE} = \left(\text{R} + \frac{\text{y}_\text{c}}{\cos\beta}\right)\frac{\sin\eta}{\sin\frac{\alpha}{2}} - x_c - y_c tg\beta\,. \qquad (5.14)$$

2. Виконуємо розрахунок лівоповоротного з'їзду, що відповідає куту α'.

Аналогічно розраховують лівоповоротний з'їзд, що відповідає тупому куту *α' = 180-α* (рис. 5.1).

Для цього з'їзду параметри L, l_0, l_c, β, x_c, y_c мають ті самі значення, що і для лівоповоротного з'їзду, відповідного кута α .

3. Детально розбиваємо перехідні криві лівоповоротних з'їздів за координатами.

4. Виконуємо розрахунок правоповоротного з'їзду за схемою «лист 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.

Правоповоротні з'їзди слід проєктувати на постійну швидкість руху, тому довжину перехідної кривої L визначають за формулою 5.15, потім за таблицею 5.2 визначають довжину суміщеної ділянки l_c та за формулою (5.3) довжину відгону віражу l_1.

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

$$L = \frac{v^3}{RI}, \text{ м}, \qquad (5.15)$$

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

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

Визначаємо радіус R за формулою 5.1.

Довжину суміщеної ділянки l_c визначаємо за таблицею 5.2.

Таблиця 5.2. – Параметри та координати перехідних кривих

Швидкість руху v, км/год	Радіус кругової кривої *R*, м	Довжина перехідної кривої *L*, м	Параметр С, м^2	Ширина смуги руху $П_1$, м	Ордината $Y_{а,м}$	Довжину суміщеної ділянки l_c, м
40	60	70	4200	3,25	3,5	45
50	90	75	6750	3,5	3,5	53
50	100	80	8000	3,5	3,6	56
60	125	85	10625	3,5	3,6	61
60	150	90	13500	3,5	3,6	66
70	180	95	17100	3,75	3,8	73
70	200	100	20000	3,75	3,8	77
70	220	105	23100	3,75	3,8	81
80	250	110	27500	3,75	3,8	86
80	270	115	31050	3,75	3,8	89
80	300	120	36000	3,75	3,8	94
90	330	125	41250	3,75	3,8	98
90	350	130	45500	3,75	3,8	101
90	400	135	54000	3,75	3,8	107

Перевіряють умову $L \geq l_c + l_o$. Якщо ця умова не виконується, то збільшують довжину перехідної кривої або зменшують довжину відгону віражу.

На рис. 5.3 показано розрахункову схему правоповоротного з'їзду перехрещення типу «листка конюшини».

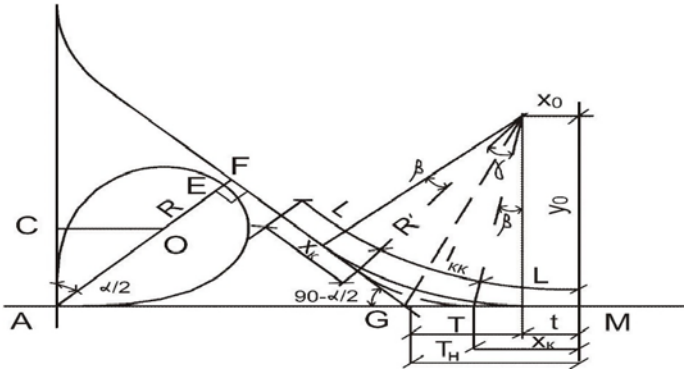


Рисунок 5.3 – Схема до визначення розмірів правоповоротного з'їзду в плані

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

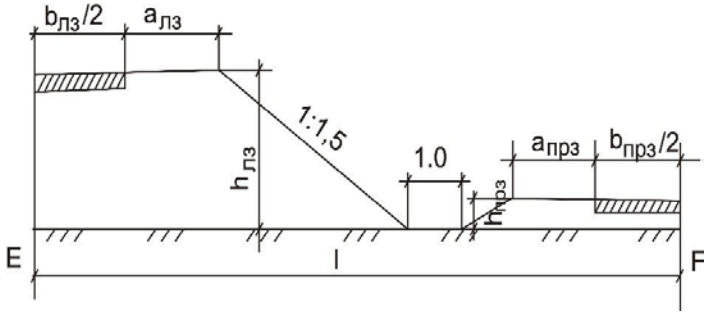


Рис. 5.4 – Поперечний розріз з'їздів

Із рис. 5.4 видно, що

$$EF = 0{,}5\cdot(b_{лз} + b_{прз}) + 1{,}0 + 1{,}5\cdot(h_{лз} + h_{пр}) + a_{лз} + a_{прз},\ м, \qquad (5.16)$$

де $b_{лз}$ – ширина проїзної частини лівоповоротного з'їзду, м; $b_{прз}$ – ширина проїзної частини правоповоротного з'їзду, м; $h_{лз}$ – висота насипу лівоповоротного з'їзду,

$h_{лз}=H/2+1$, м;

$h_{прз}$ =1,0 м – висота насипу правоповоротного з'їзду; $a_{лз}$ =3,0 м – ширина узбіччя лівоповоротного з'їзду; $в_{прз}$ =2,5 м – ширина узбіччя правоповоротного з'їзду, 1,0 – відстань між укосами.

Відстань AF можна знайти за наступною формулою:

$$AF = AO + OE + EF,\ м. \qquad (5.17)$$

$$AO = \frac{R\cos\beta + y_k}{\sin\alpha/2},\ м. \qquad (5.18)$$

OE дорівнює радіусу R лівоповоротного з'їзду, β – кут повороту гальмівної кривої (формула 5.4).

$$AG = \frac{AF}{\cos\alpha/2},\ м; \qquad FG = \frac{AF}{tg(90-\alpha/2)},\ м. \qquad (5.19)$$

Довжина залишкової колової кривої визначається за формулою (5.20), де γ – центральний кут, обчислюють за формулою (5.21).

Визначаємо довжину кругової кривої:

$$L'_0 = \frac{\pi R}{180}\gamma; \qquad (5.20)$$

$$\gamma = (90° - \alpha/2) - 2\beta. \qquad (5.21)$$

Тангенс $T_н$ складової кривої визначається за формулою (5.22):

$$\mathrm{T_н} = (R + p)tg(90 - \alpha/2) + t, \qquad (5.22)$$

де t – відстань від початку перехідної кривої до перпендикуляру опущеного з центру колової кривої на лінію тангенсів (див. рис. 5.3), м.

$$t = x_K - R\sin\beta; \qquad (5.23)$$

Координати клотоїди:

$$\mathrm{x} = l - \frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4}; \qquad (5.24)$$

$$\mathrm{y} = \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^6} + \frac{l^{11}}{42240C^{10}}, \qquad (5.25)$$

де $C = RL$ – параметр клотоїди;

l – довжина ділянки кривої , $l = 5,10,..., L$.

При підстановці в ці формули повної прийнятої довжини перехідної кривої L отримаємо координати її кінця $x_к$, $y_к$

p – зменшення радіуса кривої – переміщення кривої, м;

$$p = \frac{L^2}{24R}; \qquad (5.26)$$

Відстань від точки перетинання осей перехідно-швидкісних смуг до початку правоповоротного з'їзду обчислюється за формулою:

$$\mathrm{AM} = \mathrm{AG} + \mathrm{T_н}, \text{ м}. \qquad (5.27)$$

Уся довжина правоповоротного з'їзду визначається за формулою:

$$S_{MM1} = 2[FG - T_н + 2L + l_{kk}], \text{ м}. \qquad (5.28)$$

Перевірка: $\mathrm{FG} \geq \mathrm{T_н}$

Правоповоротні з'їзди звичайно мають велику довжину і невеликі поздовжні уклони, тому проєктування їх у поздовжньому профілі згідно з нормативами з проєктування перехрещень та примикання автомобільних доріг не викликає труднощів.

5. Виконуємо розрахунок правоповоротного з'їзду, що відповідає куту α'.

Аналогічно розраховують правоповоротний з'їзд, що відповідає тупому куту $\alpha' = 180\text{-}\alpha$ (рис. 5.1).

6. Детально розбиваємо перехідні криві правоповоротних з'їздів за координатами.

Таблиця 5.3 - Вихідні дані до практичної роботи №5

Варіант	Кут перетину, α	Розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах змінна , км/год		Розрахункова швидкість на право-поворотних з'їздах постійна, v, м/с	Коефіцієнт повного зчеплення ,φ	Різниця відміток брівок земляного полотна у місці їх перетину, H , м	Поперечний ухил проїзної частини пересічних доріг, $i_п$, ‰	Поздовжні ухили доріг в межах транспортної розв'язки, $i_1 = i_2$, ‰	Максимальний поздовжній ухил, i_{max}, ‰	Ухил віражу, $i_в$, ‰	Поздовжній ухил відгону віражу, i_0, ‰	Прискорення автомобіля в межах перехідної кривої, а. м/с^2	На правоповоротних з'їздах, ‰			Ступінь наростання відцентрового прискорення, j, м/с^3
		$v_{пр}$	$v_{кр}$										$i_п$	$i_в$	i_0	
1	75°30'	60	40	80	0,6	5	15	10	30	50	5	0,50	15	30	5	0,15
2	90°	70	60	90	0,5	5,5	20	5	35	55	6	0,40	20	35	6	0,20
3	65°30'	50	40	60	0,7	6	25	15	40	60	7	0,45	25	40	7	0,25
4	60°	60	50	90	0,8	7	30	10	45	65	4	0,45	30	25	8	0,30
5	80°45'	65	45	80	0,6	6,5	15	5	30	40	8	0,60	35	45	9	0,35
6	45°30'	80	60	70	0,5	7,5	20	15	35	45	9	0,50	15	30	5	0,15
7	70°45'	60	40	60	0,7	4,5	25	10	40	50	10	0,40	20	35	6	0,20
8	45°	70	60	80	0,8	5	30	5	45	55	5	0,45	25	40	7	0,25
9	68°30'	50	40	60	0,6	6,5	15	15	30	60	7	0,45	30	25	8	0,30
10	78°30'	60	50	80	0,7	7	25	10	35	65	9	0,60	35	45	9	0,35

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ТЕСТІВ

1. Етапи проєктування і склад проєктів міського транспорту

1.1 Транспортна частина генерального плану міста

1). На скільки років складається генеральний план міста?

2). На скільки років розраховується термін реалізації основних показників Генерального плану міста?

3). Який термін реалізації передбачено для першої черги будівництва згідно з генеральним планом міста

4). Для міст із якою чисельністю населення на розрахункову перспективу генеральні плани розробляються у дві стадії?

5). Яким чином розробляється техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) у разі одностадійного проєктування генерального плану міста?

6). В якому масштабі розробляються схеми міського і зовнішнього транспорту?

7). При якому проєктуванні техніко-економічні основи є складовою частиною генерального плану міста (масштаб схем магістралей і транспорту приймається 1 : 10000)?

8). В якому масштабі виконується генеральний план міста на топогеодезичній підоснові для міст з проєктною чисельністю населення більше 500 тис. жителів?

9). В якому масштабі виконується проєктна сітка магістральних і житлових вулиць, транспортних площ і розв'язок, автомобільних стоянок, мостів, шляхопроводів і тунелів, при складних транспортних розв'язках?

10). Що містить пояснювальна частина до транспортної частини генерального плану міста?

1.2 Комплексна схема розвитку міського пасажирського транспорту

1). На який розрахунковий термін складаються комплексні схеми розвитку міського пасажирського транспорту ?

2). На який термін (у роках) передбачається реалізація заходів першої черги при розробленні комплексної схеми транспорту (КСТ) міста?

3). Що входить до змісту комплексної схеми?

4). Що являє собою коротка характеристика комплексної схеми?

5). Як називається розрахунок, що робиться значною мірою методом визначення взаємної кореспонденції між розрахунковими районами з врахуванням приміського транспорту?

6). Що складають собою транспортні сітки і маршрутна система різних видів транспорту, рельсового і вантажного автомобільного?

7). У якому масштабі виконують транспортну і маршрутну сітки?

1.3 Вихідні дані для проєктування міського транспорту

1). Який перелік вихідних даних є обов'язковим для розроблення транспортного розділу генерального плану міста?

2). Вихідними даними при складенні комплексної схеми розвитку міського транспорту є…

3). В якому масштабі показують існуючі і проєктовані об’єкти культурно-побутового обслуговування?

4). Які дані не мають бути присутніми при проєктуванні транспортної частини генерального плану?

5). Для чого необхідним є об’єм і повнота вихідних даних при проєктуванні міського транспорту?

1.4 Натурні обстеження пасажиропотоків і автомобільного руху в місті

1). Що обстежується в місті різними методами в залежності від призначення обстежень?

2). Які методи та засоби збору інформації використовуються для обстеження пасажиропотоків та інтенсивності руху при розробці транспортної частини генплану або комплексної схеми розвитку транспорту?

3). На чому заснований талонний метод обстеження пасажиропотоків?

4). Скількома обліковцями проводиться талонний облік?

5). Що видають обліковці пасажирам?

6). Який мінімальний відсоток охоплення рухомого складу є обов’язковим при проведенні обстеження пасажиропотоків по всій транспортній мережі міста?

7). Яка бальна шкала або система відміток використовується для візуального обліку кількості пасажирів, що зайшли та вийшли на кожній зупинці маршруту?

8). Дані з обліку пасажирів оформляють у вигляді чого?

9). Характерною рисою якого методу є опитування пасажирів, які входять, обліковцями, що знаходяться у вагоні (машині)?

10). Які основні види автомобільного транспорту виділяють за сферою використання?

1.5 Порядок проєктування трамвайних і тролейбусних ліній і склад проєктної документації

1). Що проєктують окремо, коли проєктування здійснюється в місті з плануванням, що вже склалося і не потребує корінної реконструкції?

2). Що складають на основі техніко-економічних обґрунтувань генерального плану міста чи комплексної схеми розвитку міського транспорту?

3). Ким затверджується та видається завдання на проєктування робіт з капітального ремонту або реконструкції існуючих ліній міського електротранспорту?

4). Скільки стадій може мати процес проєктування?

5). При якому проєктуванні складають проєктне завдання та робочі креслення?

6). При розробленні яких видів проєктної документації (капітальний

ремонт, нескладні об’єкти) допускається одностадійне проєктування, що включає детальне вертикальне планування та конструктивні рішення?

7). В якому масштабі проєктують вузли?

8). Який масштаб є нормативним для виконання плану міста або його окремого району в складі проєктної документації?

9). Який масштаб графічних матеріалів є нормативним для відображення проєктної траси ліній міського транспорту у складі завдання на проєктування?

10). На якій відстані наносять червоні горизонталі на плані траси?

2. Проєктування транспортної сітки і вибір виду громадського транспорту

2.1 Зв’язок плану міста з транспортною системою

1). Які складові формують загальні витрати часу пасажира на пересування в межах міської транспортної мережі?

2). Пересування на яку відстань не вимагають застосування транспорту і здійснюються, як правило, пішки?

3). Якою затратою часу визначається радіус пішохідної доступності?

4). При якій швидкості руху пішохода визначається радіус пішохідної доступності?

5). Чим характеризується потреба в транспорті?

6). Як називається одиниця роботи пасажирського транспорту?

7). Чому дорівнює робота пасажирського транспорту *M?*

8). Які одиниці вимірювання роботи пасажирського транспорту?

9). Що означає позначення *Lcp?*

10). Який радіус пішохідної доступності до зупинок міського пасажирського транспорту прийнято вважати нормативним при оцінці рівня транспортного обслуговування території?

2.2 Пересування населення в містах

1). Як називається показник середньої кількості транспортних та пішохідних пересувань, що здійснюються однією людиною протягом року?

2). На які види поділяють пересування?

3). До яких пересувань відносять пересування з дому на роботу і назад, а також ділові пересування протягом робочого дня?

4). До яких пересувань відносять всі решту пересувань для відвідання торгівельних, культурних, лікувальних, спортивних, інших побутових пунктів, прогулянки за місто, а також пересування школярів на навчання і назад і т. д.?

5). Що саме входить до складу містоутворюючої групи населення міста?

6). Яка питома вага містоутворюючої групи в загальному балансі трудових ресурсів міста?

7). Яка кількість робочих днів у році?

8). Яке співвідношення або питому вагу становлять ділові пересування відносно загального обсягу трудових поїздок у транспортному балансі міста?

9). Яка нормативна кількість трудових пересувань (туди і назад) встановлена для працюючого при п’ятиденному робочому тижні в розрахунку на тиждень?

10). Чому дорівнює загальна рухливість населення на одного жителя в рік?

2.3 Гіпотези розселення працюючих у містах

1). На що має великий вплив розселення в містах працюючих по відношенню до місць прикладення праці?

2). Якою є головна відмінність між пересуваннями з побутовою та культурно-побутовою метою, якщо розглядати критерій регулярності та стабільності поїздки?

3). Який термін використовується для характеристики закономірності розселення, згідно з якою чисельність працюючих у житлових районах зменшується в міру віддалення від місця прикладення праці?

4). Який показник (критерій) стає визначальним при оцінці доступності території з появою швидкісних видів транспорту, замінюючи фізичну відстань у кілометрах?

5). Які основні одиниці виміру використовуються для визначення транспортної віддаленості в сучасному містобудуванні та теорії розселення?

6). Яку криву фактичного розселення по відношенню до місць прикладення праці мають кожні підприємство і установа в місті?

7). На чому засновується проєктування міського пасажирського транспорту?

2.4 Проєктування транспортної сітки і маршрутної системи

1). Що складає лінії внутрішньо міського пасажирського транспорту, за якими організовано за маршрутами рух одного чи кількох видів масового громадського транспорту?

2). В чому вимірюється протяжність сітки по осі вулиць?

3). Які кількісні та якісні показники визначають структуру та ефективність функціонування транспортної мережі міста?

4). Яка середня нормальна щільність транспортної сітки?

5). До якого ідеального числового значення має прагнути середній коефіцієнт непрямолінійності (ρ) при проєктуванні раціональних маршрутів міського транспорту?

6). За якою формулою визначають затрату часу на пересування з допомогою транспорту ?

7). Яке максимально допустиме нормативне значення коефіцієнта непрямолінійності (ρ) встановлено для міських транспортних мереж згідно з вимогами до якості пасажирських перевезень?

8). Вкажіть формулу для розрахунку маршрутного коефіцієнта (μ) транспортної системи міста

9). За якою формулою визначають середній сітковий інтервал t_c?

10). В яких межах можна рахувати пропускну спроможність зупинки наземного вуличного транспорту?

2.5 Визначення об'єму роботи і пасажиропотоків громадського транспорту

1).У чому вимірюється об'єм роботи міського пасажирського транспорту?

2). Які вихідні дані та методики використовуються для орієнтовного визначення обсягу роботи міського пасажирського транспорту на етапі передпроєктних розрахунків?

3). На які 2 групи поділяються розрахунки пасажиропотоків і автомобільного руху в місті?

4). Які базові поняття використовуються в кожному з цих методів?

5). Якому характеру повинні відповідати розрахункові райони?

6). На які 2 групи поділяються кількість відвідувачів розрахункових районів?

2.6 Визначення потреби в рухомому складі і тягових підстанціях

1). За якою формулою визначать добову виробничість одиниці рухомого складу ?

2). Який фізичний зміст має коефіцієнт Ω у формулі розрахунку добової продуктивності одиниці рухомого складу, і як він впливає на підсумковий результат?

3). За якою формулою визначається кількість рухомого складу на кожному маршруті в русі визначається діленням добової роботи маршруту на виробничість одиниці рухомого складу?

4). Що означає показник?

5). Яка розрахункова формула використовується для визначення необхідної кількості одиниць рухомого складу в русі на маршруті через показники добового обсягу роботи та одиничної продуктивності? Що означає коефіцієнт $\alpha_в$?

6). Яку напругу сітки використовують для трамвая і тролейбуса?

7). Яку питому потрібну потужність беруть для трамвая?

8). Яку питому потрібну потужність беруть для тролейбуса?

9). Якій сумі дорівнює сумарне навантаження району дії тягової підстанції ?

10). У чому вимірюється середня розрахункова потужність тягової підстанції для кожного району?

11). До якого типового агрегату тягової підстанції заокруглюють отримані величини?

12). На скільки відсотків збільшується потужність робочого агрегату кожної підстанції?

2.7 Вибір видів міського масового пасажирського транспорту

1). Що справляє вплив на вибір виду громадського транспорту?

2). Що не відносять до швидкісних видів транспорту?

3). Що вважають сферою застосування швидкісних видів пасажирського міського транспорту?

4). Яким шляхом порівняння варіантів вибираються вуличні види транспорту, при відповідній координації роботи різних видів транспорту?

5). Який показник пасажиропотоку (пасажирів за годину) має трамвай?

6). В яких випадках тролейбус обслуговує центральні райони і основні магістралі міста?

7). Який основний екологічний показник робить використання тролейбуса більш доцільним порівняно з автобусом в умовах курортних міст?

8). Яка швидкість сполучення метрополітену?

9). За якою математичною залежністю визначається максимальний годинний пасажиропотік у найбільш завантаженому перетині транспортної магістралі? Що означає коефіцієнт λ ?

10). Яка формула використовується для визначення середніх витрат часу на пересування по місту при порівняльному аналізі різних варіантів розвитку транспортної мережі?

11). За якою формулою визначається будівельна вартість (розмір капіталовкладень) на 1 км сітки?

12). Що означає коефіцієнт А у формулі капіталовкладень?

3. Планувальна структура міста – основа транспортної системи

3.1 Завдання транспортного планування міста

1). Перелічіть основні вимоги, що визначають сучасну методологію розвитку міст як складної соціально-просторової системи.

2). На які три основні рівні (або складові) методологічно поділяється сучасне містобудування?

3). У чому полягає фундаментальний принцип містобудування при формуванні цілісної системи міського середовища?

4). На які основні категорії поділяються всі пересування міського населення відповідно до їх цільового призначення та функціональної спрямованості?

5). Назвіть основні напрямки двосторонніх транспортних зв’язків, які формують структуру пасажирських перевезень у місті.

6). Яким терміном у транспортному плануванні позначають сукупність щоденних пересувань населення на вулично-дорожній мережі міста, що формують її навантаження?

7). До чого приводить недостатнє врахування транспортних вимог при розробці планувальної структури міста?

8). Окрім архітектурно-художніх та соціально-економічних вимог, яким ще критично важливим критеріям повинна відповідати планувальна структура міста для забезпечення його сталого розвитку на тривалий історичний період?

9). Що є важливим при розробці проєкту детального планування району?

10). Які ключові компоненти міської структури мають бути узгоджені з транспортно-планувальними рішеннями для забезпечення сталого функціонування міста?

3.2 Міські планувальні структури

1). Від чого залежить планувальна структура кожного міста, яка визначається конфігурацією вулично-дорожньої мережі?

2). Скільки існує принципових геометризованих схем, які охоплюють всі різнобічні міські планувальні структури?

3). Яка схема характерна для старих міст із неупорядкованою вулично-дорожньою мережею?

4). Які заходи щодо перебудови вулично-дорожньої мережі є найбільш капіталоємними при приведенні її до сучасних міжнародних та державних транспортних стандартів?

5). Яка схема забудови зустрічається у невеликих старих містах, які виникли кругом вузла гужового транспорту?

6). Для яких міст характерна радіально-кільцева схема забудови?

7). Яка схема забудови характерна для досить молодих міст, які розвиваються за раніше розробленими планами?

8). Які недоліки має прямокутно-діагональна схеми забудови?

9). Що є основою гексагональної схеми?

3.3 Принципові схеми організації руху транспорту при радіально-кільцевому плануванні вуличної мережі в центрах великих міст

1). Назвіть різновиди радіально-кільцевої схеми планування вуличної мережі.

2). Чим лімітується пропускна здатність радіальних і діаметральних напрямків?

3). Як пропускна здатність радіально-кільцевої системи вуличної мережі може бути збільшена?

4). У чому полягає основне завдання транспортно-планувального рішення для центрального району великого міста?

5). Назвіть основні методи та інженерні заходи, що дозволяють відвести транзитні транспортні потоки від центральних районів міста.

6). У яких межах величини центрального кута по дузі кола усі транзитні

потоки будуть йти по кільцевій магістральній вулиці?

7). Яким шляхом може бути досягнуто збільшення пропускної здатності центру міста?

8). Назвіть основні шляхи збільшення пропускної здатності магістралей центрального району міста.

9). Для організації розв'язок руху між якими напрямками транспортних потоків у підземному рівні проектуються кільця однобічного руху?

10). У скільки разів у порівнянні з варіантом локальних перетинів у різних рівнях використання підземного простору дає можливість збільшити пропускну здатність радіальних напрямків?

11). Що є значним недоліком радіально-кільцевої системи?

12). Якого окреслення надають при плануванні центрального району, витягнутого в поздовжньому напрямку, кільцевим магістральним вулицям?

13). Які обмеження повинні враховувати проектувальники при впровадженні одностороннього руху в історичних центрах, щоб не порушити архітектурно-просторову цілісність міста?

ПИТАННЯ НА ЗАЛІК З ДИСЦИПЛІНИ «ТРАНСПОРТНІСИСТЕМИ ТА СПОРУДИ МІСТ»

1. Транспортні проблеми сучасного міста.
2. Місто як транспортно-планувальний вузол.
3. Класифікація вузлів міських шляхів сполучення.
4. Основні принципи організації руху на перетині міських вулиць і доріг.
5. Класифікація перетинів в одному рівні.
6. Умови руху транспорту на перехресті.
7. Пропускна здатність перехрестя з нерегульованим рухом.
8. Каналізування перехрестя.
9. Перехрестя з кільцевим рухом транспорту, його пропускна здатність.
10. Пропускна здатність перехрестя з примусовим регулюванням руху.
11. Проєктування перехрестя міських вулиць і доріг з організацією руху в одному рівні.
12. Оцінка безпеки руху на перехресті.
13. Класифікація дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.
14. Техніко-економічне обґрунтування доцільності влаштування дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.
15. Оцінка ефективності інвестицій в будівництво дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.
16. Обґрунтування вибору типу дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.
17. Вибір розрахункових швидкостей.
18. Проєктування поперечних профілів вулиць і доріг, що пересікаються в різних рівнях.
19. Проєктування поздовжніх профілів вулиць і доріг, що пересікаються в різних рівнях.
20. Проєктування з'їздів на перехрещеннях міських вулиць і доріг в різних рівнях.
21. Перехідно-швидкісні смуги.
22. Вертикальне планування на перехрещеннях в різних рівнях.
23. Пропускна здатність перехрещень з організацією руху в різних рівнях.
24. Проєктування водовідведення в межах перехрещень в різних рівнях.
25. Розміщення підземних інженерних комунікацій, елементів наземного обладнання та благоустрою.
26. Безпека руху на перехрещенні в різних рівнях.

27. Техніко-економічні і транспортно-експлуатаційні показники дорожньо-транспортних перехрещень в різних рівнях.

28. За якими ознаками класифікуються перехрестя в різних рівнях?

29. Як визначається клас перехрестя міських вулиць і доріг в різних рівнях?

30. За яких умов влаштовуються перехрестя в різних рівнях?

31. Як визначити економічну ефективність варіанту перехрестя міських вулиць і доріг в різних рівнях?

32. Які фактори визначають вимоги до проєктування, будівництва та експлуатації міських перехрещень в різних рівнях?

33. Які особливості характерні для перехрещень в різних рівнях типів: «клеверний лист», «кільцеві», «петлеподібні», «ромбовидні»?

34. Як встановлюється розрахункова швидкість на перехрещені?

35. Яка особливість проєктування поперечних та повздовжніх профілів магістралей, що пересікаються в різних рівнях?

36. Яка особливість проєктування з'їздів на перехрещеннях міських вулиць і доріг в різних рівнях?

37. Як виконується вертикальне планування і розміщення підземних інженерних комунікацій на перехрещеннях у різних рівнях?

38. В якій послідовності виконується техніко-економічна оцінка перехрещень в різних рівнях?

39. За якими ознаками класифікують мости?

40. Яким вимогам повинні відповідати міські мости?

41. Як встановлюється кількість та місцезнаходження мостових споруд в містах?

42. Які особливості вертикального планування міських мостів?

43. Назвіть принципи організації руху транспорту на підходах до міських мостів.

44. За якими ознаками класифікують міські естакади?

45. Назвіть особливості використання естакад на перехрещенні в різних рівнях.

46. Які особливості використання естакад для організації руху транспорту вздовж водотоків?

47. Наведіть основні вимоги до проєктування міських естакад.

48. Які основні конструктивні вимоги щодо міських естакад?

49. Що дає активне використання підземного простору міста?

50. Як встановлюється економічна ефективність підземного будівництва?

51. За якими ознаками класифікуються міські підземні споруди?

52. Які умови потрібно виконувати при проєктуванні системи автотранспортних тунелів?

53. Які особливості проєктування системи тунелів метрополітену?

54. Які особливості проєктування гірських тунелів в містах?

55. Які особливості проєктування міських підводних тунелів?

56. Які фактори потрібно досліджувати при вирішенні проблем руху пішоходів в місті?

57. За якими ознаками класифікуються пішохідно-транспортні перехрещення в різних рівнях?

58. Назвіть типи підземних пішохідних переходів.

59. Які основні принципи розташування в містах пішохідно-транспортних перехрещень в різних рівнях?

60. Які основні вимоги до проєктування в містах пішохідно-транспортних перехрещень в різних рівнях?

61. Наведіть послідовність виконання проєкту пішохідно-транспортних перехрещень в різних рівнях.

62. Яке призначення міських площ?

63. За якими ознаками можна класифікувати міські площі?

64. Якими є принципові схеми організації руху на площах?

65. Сформулюйте вимоги до проєктування площ.

66. Що повинно бути вказано на плані дорожнього проєкту площі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лобашов О. О. Транспортні системи міст : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 180 с.

2. Безлюбченко О. С., Гордієнко С. М., Завальний О. В. Планування міст і транспорт : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 271 с.

3. Дубова С. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Транспорт і шляхи сполучення». Київ : КНУБА, 1999. 10 с.

4. Шилова Т. О. Транспорт і шляхи сполучення : конспект лекцій. Київ : КНУБА, 2006. 124 с.

5. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 53 с.

6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 174 с.

7. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. 104 с.

8. Піндус Б. І., Гончаренко Б. І. Проектування автомобільних доріг : навч. посіб. Горлівка : АДІ ДВНЗ ДонНТУ, 2013. 244 с.

9. Савенко В. Я., Гайдукевич В. А. Транспорт і шляхи сполучення : підручник для ВНЗ. Київ : Арістей, 2005. 252 с.

10. Осєтрін М. М. Міські дорожньо-транспортні споруди : навч. посіб. Київ : ІЗМН, 1997. 196 с.

11. Осєтрін М. М., Карпенко О. В. Принципи і методи обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збірник. Київ : КНУБА, 2014. Вип. 51. С. 401-407.

Електронне навчальне видання

Катерина Володимирівна Бауман
Володимир Володимирович Любич
Володимир Петрович Очеретний

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортні системи та споруди міста» зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди»)

Рукопис оформила: К. Бауман

Редактор: Н. Слободянюк

Оригінал-макет виготовлено в РВВ ВНТУ

Підписано до видання 11.03.2026
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № Р2026-030.

Видавець та виготовлювач –
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Email: rvv.vntu@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК No 3516 від 01.07.2009 р.